

## Réponse de France Hydrogène à la consultation RTE sur le cadrage et les hypothèses des scénarios pour le bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 »

France Hydrogène fédère l'ensemble des acteurs de la filière hydrogène française. Elle a accompagné l'Etat au travers des différents groupes de travail mis en place à l'issue du Plan Hydrogène de juin 2018 :

- ECVs – les Engagements pour la Croissance Verte ont permis de fédérer les acteurs propres à chaque domaine d'utilisation (Industrie, Energie et Mobilités) et établir un dialogue constructif avec les services de l'Etat pour définir les conditions d'émergence des technologies hydrogène pour y répondre et ainsi définir une feuille de route opérationnelle sous forme d'engagements croisés Filière/Etat.
- Le CSF Industrie des Nouveaux Systèmes Energétiques, au sein duquel l'hydrogène est très rapidement devenu une thématique phare.

Fort de ce positionnement, France Hydrogène est aujourd'hui un des acteurs de référence sur l'hydrogène et souhaite inscrire sa vision stratégique et ses ambitions pour les technologies hydrogène dans un contexte énergétique en pleine évolution (recherche d'efficacité énergétique, réduction des énergies fossiles, décarbonation de tous les segments de l'économie, choix stratégique sur équilibre entre énergies renouvelables et nucléaire, etc.).

La consultation publique proposée par RTE sur le cadrage et les hypothèses des scénarios pour le bilan prévisionnel long terme "Futurs énergétiques 2050" est pour France Hydrogène une réelle opportunité de s'inscrire dans une réflexion nationale intégrant l'ensemble des solutions énergétiques (sources, vecteurs et usages) en apportant son expertise et sa réflexion stratégique, en particulier dans la perspective d'un scénario baptisé « Hydrogène plus ».

Nous ne répondons pas nécessairement à l'ensemble des thématiques et questions soumises dans la consultation, certaines d'entre elles ne rentrant pas dans notre champ de compétence. Nous développerons plus en détail tous les points relevant de la stratégie nationale hydrogène.

### Question 1 – cadrage général de l'étude des « futurs énergétiques 2050 » du Bilan prévisionnel

☐ Etes-vous d'accord avec le cadrage global de l'étude ? Partagez-vous les grandes questions auxquelles les scénarios et analyses doivent apporter des éléments de réponse ?

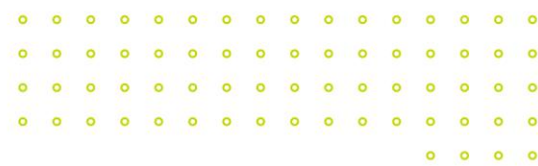
Nous sommes globalement d'accord avec le cadrage global de l'étude. Nous signalons toutefois que les objectifs de décarbonation de la SNBC, publié en février 2020, ont fait l'objet d'échanges filière par filière à l'occasion du groupe de travail "Décarbonation" du pacte productif lancé par le Président Macron à l'été 2019 et finalisé au début de l'année 2020. Les objectifs affichés dans la SNBC sont, de l'avis de plusieurs filières, difficilement ou non atteignables. Ils ont, à cette occasion, revu avec DGE et DGEC ces objectifs et les feuilles de route envisagées pour les atteindre. Il faut vérifier que les objectifs mis à jour ont bien été pris en compte

### Question 2 – cadrage démographique et macro-économique

☐ Partagez-vous le cadrage démographique et macro-économique proposé pour l'élaboration des scénarios du Bilan prévisionnel ? Si non, quelles hypothèses alternatives proposez-vous ?  
Globalement d'accord

☐ Selon vous, quelles variantes sur le cadrage macro-économique devraient être étudiées en priorité et sur quelles hypothèses celles-ci devraient-elles être fondées ?

Compte tenu de la volonté affichée par les plus hautes autorités de l'Etat de réindustrialiser/relocaliser certaines industries, il pourrait être envisagé un scénario avec une croissance de la part industrielle dans le PIB. On pourrait par exemple définir des objectifs de croissance de la part industrielle dans le PIB, portée notamment



par les secteurs de l'énergie (batteries, hydrogène, nucléaire, ...) et des transports (transports lourds, navires, aéronautique,...).

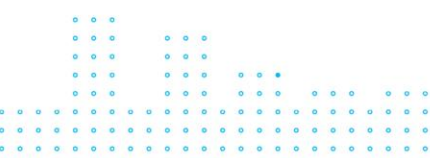
### Question 3 – analyses sur les perspectives de relocalisation de l'industrie

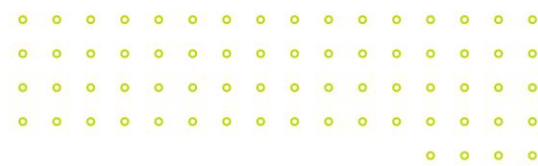
- ☐ Confirmez-vous l'intérêt de disposer d'une analyse de scénarios de relocalisation de l'industrie en France ? Partagez-vous le cadrage des deux variantes de relocalisation proposées par RTE ? Tout à fait d'accord (voire remarque question 2)
- ☐ Souhaitez-vous partager avec RTE des données ou analyses permettant d'affiner la construction des trajectoires (ex. : études chiffrées sur les secteurs d'activités ou sur l'impact énergétique et climatique de certaines activités délocalisées, etc.) ?

### Question 4 – trajectoires d'évolution de la consommation d'électricité

- ☐ Partagez-vous le cadrage présenté pour les projections d'évolution de la consommation ?
- ☐ Selon vous, quelles sont les tendances et orientations de la SNBC les plus structurantes à prendre en compte pour les projections de consommation d'électricité ?  
Comme indiqué précédemment, plusieurs CSFs, consultés à l'occasion du GT Décarbonation du Pacte Productif, ont donné des éléments susceptibles d'infléchir des tendances affichées dans la SNBC, mais ont aussi précisé des feuilles de routes technologiques pour baisser leurs émissions.  
Une des grandes incertitudes affichées porte sur l'utilisation des bioressources (déchets forestiers, agricoles, ménagers, ...) pour la décarbonation de certains usages. La production de biogaz, biocarburants ou d'hydrogène à partir de ces ressources permet d'adresser de nombreuses applications, mais un arbitrage sera nécessaire compte tenu de la limitation de ces ressources.  
La mobilité lourde (GNV pour les véhicules terrestres, GNL pour les bateaux, biocarburants pour l'aéronautique, hydrogène ou e-fuels pour les mobilités forte puissance en général), le verdissement des réseaux de gaz vers les besoins des bâtiments et du tertiaire sont autant d'usages qui peuvent être satisfaits sans faire appel au vecteur électrique. Les politiques publiques en matière de subventionnement de tel ou tel bio-vecteur pour tel ou tel usage orienteront les applications ciblées par les productions de bioressources. Les projections de consommation d'électricité devront tenir compte des potentiels d'utilisation de ces ressources usage par usage. Une autre retombée de ce GT Décarbonation est la place de l'hydrogène dans les feuilles de route de décarbonation de nombreux secteurs économiques. C'est en particulier le cas pour tous les secteurs du transport (véhicules terrestres, maritime et fluviale, ferroviaire et aéronautique) où les acteurs jouent tous sur l'électromobilité avec la complémentarité entre véhicules à batteries, véhicules à hydrogène et véhicules à bio ou e-carburants (GNV, GNL, biocarburants, méthane de synthèse, biocarburant de synthèse). On retrouve également un rôle important de l'hydrogène dans la construction (ciment, chauffage), dans la sidérurgie (nouveau procédé DRI remplaçant le haut fourneau fonctionnant au gaz de coke par un chauffage électrique et une réduction par injection directe d'hydrogène), et tous les secteurs de la chimie et de l'agroalimentaire. Ces besoins en hydrogène renouvelable ou bas carbone devront être satisfaits par une production nationale (électrolyse, bio-hydrogène), potentiellement complétée par des importations, avec des volumes qu'il va falloir quantifier en remontant les chaînes de valeurs d'approvisionnement potentiel usage par usage. C'est l'objectif que s'est fixé France Hydrogène pour les travaux de son groupe de travail "Energie/Industrie" en 2021, et pour lequel il propose des échanges de données avec RTE pour affiner les scénarii de déploiement de ces solutions.
- ☐ Selon vous, quelles sont les variantes à étudier dans le cadre du Bilan prévisionnel ? Voir proposition ci-dessus
- ☐ Avez-vous des données à communiquer à RTE pour préciser les trajectoires de consommation (scénario de référence et variantes) ?  
Nous proposons d'échanger régulièrement (mensuellement) avec RTE sur les modes de production de l'hydrogène renouvelable ou bas carbone déclinés par usage (GT France Hydrogène en cours)

### Question 5 – cadrage global des 8 scénarios d'étude





☐ Etes-vous d'accord avec le cadrage et les six scénarios d'étude principaux proposés ?  
Tout à fait d'accord

☐ Partagez-vous la définition des hypothèses communes aux six scénarios d'étude (M1, M2, M3, N1, N2, N3) et notamment la trajectoire de déclassement nucléaire retenue ?

A priori globalement d'accord.

Concernant le nucléaire, vos scénarii N évoque le renouvellement du parc par des réacteurs de type EPR2, et n'évoquent pas la possibilité de déployer des réacteurs de type SMR, pourtant inscrits dans le plan de relance comme une voie de développement prioritaire. Ces réacteurs, de plus faible puissance (typiquement 150MWe), seront potentiellement plus répartis sur le territoire, et plus susceptibles de servir les besoins globaux énergétiques à l'échelle locale car susceptibles de faire de la tri-génération (électricité, chaleur, hydrogène).

☐ Selon vous, quel doit être le dimensionnement des scénarios en matière de production d'électricité en France ?

☐ Confirmez-vous l'intérêt, exprimé lors de la concertation, d'étudier les deux scénarios alternatifs (« M0 » et « N0 ») proposés ci-dessus ?

Tout à fait d'accord

#### Question 6 – scénario M1 : répartition diffuse d'EnR sur le territoire

☐ Quelle configuration précise souhaitez-vous étudier à travers le scénario M1 ?

Cibler un scénario essentiellement basé sur le solaire paraît très limitant. De plus, le déploiement des EnR, et plus spécifiquement du solaire en France, relève en grande partie des politiques locales depuis que la compétence en matière d'énergie repose sur les territoires (loi Notre). Lorsque les collectivités développent un plan de développement des énergies renouvelables, elles raisonnent la plupart du temps en système intégré vis-à-vis de leurs besoins en énergie, associant la plupart du temps les moyens de flexibilité (batteries, hydrogène, ...) pour gérer l'adéquation offre / demande à l'échelle de leur territoire. L'autoconsommation est en général un critère prioritaire de leur analyse et cela doit être pris en compte dans vos hypothèses associées à ce scénario. Ces systèmes de flexibilité doivent donc être pensés à l'échelle territoriale.

☐ Etes-vous d'accord avec les différents éléments de scénarisation présentés ?

☐ Selon vous, quelles sont les conditions ou les leviers (innovations techniques et technologiques, évolution des besoins en matières premières pour la construction des panneaux, cadre réglementaire, évolutions sociétales, etc.) pour atteindre de tels volumes de capacités photovoltaïques ?

☐ Selon vous, comment le développement du portage des projets par les acteurs locaux doit-il se traduire dans les scénarios ?

Comme évoqué précédemment, prendre en considération les stratégies d'autoconsommation et la gestion croisée des vecteurs électricité / Hydrogène / Chaleur.

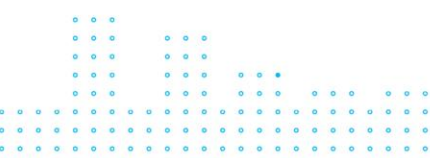
☐ Quelles sont, selon vous, les possibilités en matière de flexibilité pour accompagner le développement des énergies renouvelables, et en particulier du photovoltaïque, dans un tel scénario ?

Concernant le solaire, la solution de flexibilité la plus adaptée aux cycles jour/nuit sont les batteries, qui permettent de lisser le profil de production selon les caractéristiques définies dans les appels d'offre de la CRE. Il existe toutefois plusieurs projets régionaux de centrales solaires intégrant déjà des systèmes hydrogène (électrolyse et stockage H2 en cavités salines) pour répondre aux besoins territoriaux en hydrogène.

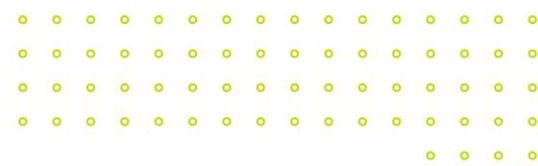
#### Question 7 – scénario M2 : bouquet économique d'EnR

☐ La configuration envisagée pour le scénario M2 vous paraît-elle pertinente ?

Le mix solaire-éolien semble en effet plus pertinent que M1. Les remarques faites sur le scénario M1 sur les politiques locales et les moyens de flexibilité pour maximisation de l'autoconsommation territoriale restent applicables au scénario M2.







☐ Disposez-vous d'études ou d'éléments détaillés sur la répartition économiquement optimale des énergies renouvelables (répartition entre technologies et localisation géographique) ?

Concernant l'énergie solaire, le gradient de facteur de charge de cette énergie du sud (19%) au nord (10%) de la France permet d'envisager un déploiement dispersé sur le territoire national. Le cas de l'éolien onshore est peut-être plus sensible concernant la répartition géographique, la répartition des gisements

☐ Quelles vous semblent-êtré les « limites acceptables » de la logique d'optimisation économique, vis-à-vis de la société, de l'environnement et d'autres activités économiques afférentes ? Quelles données pourraient venir étayer l'analyse de ces conditions aux limites ?

☐ Selon vous, quelles sont les conditions pour atteindre les capacités installées envisagées dans ce scénario et pour en maîtriser le bilan économique, sociétal ou environnemental ?

#### Question 8 – scénario M3 : énergies marines renforcées

☐ La configuration proposée dans ce scénario de développement massif des énergies renouvelables marines vous paraît-elle appropriée ? Si non, quels ajustements proposez-vous, en particulier sur la trajectoire de développement de l'éolien en mer ?

Tout à fait

☐ Selon vous, quelles sont les conditions requises (sur les plans technologique, réglementaire, économique, environnemental ou encore sociétal) pour atteindre les capacités envisagées dans ce scénario ?

Un des problèmes systémiques à traiter dans le cas de déploiement massif de l'éolien marin et des énergies marines en général concerne le rapatriement de l'énergie au sol. Si les solutions existent d'ores et déjà avec les postes de transformations marins et les câbles 400.000 V sous-marins, des études sont en cours sur la transformation sur site d'énergie électrique marine en hydrogène pour évacuer cette énergie par pipe ou bateau.

☐ Avez-vous des contributions spécifiques à apporter sur les perspectives de développement de la filière éolienne en mer, et d'autres filières d'énergies marines renouvelables ? En particulier sur les possibilités de répartition géographique tenant compte du partage des usages de la mer ?

#### Question 9 – scénario M0 : 100% EnR en 2050

☐ La configuration proposée dans ce scénario vous paraît-elle appropriée ? Si non, quels ajustements proposez-vous ? Quel rythme maximal d'installation des énergies renouvelables vous semble-t-il pertinent de prendre en compte dans ce scénario ?

S'il paraît difficile à mettre en place, ce scénario mérite d'être étudié comme cas enveloppe. Ce scénario a déjà fait l'objet de travaux de la part de l'ADEME qui a conclu à la nécessité de la mise en place accélérée de solutions de flexibilité.

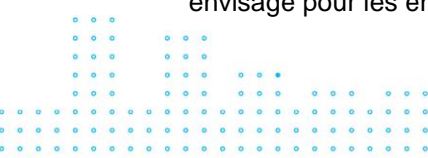
☐ Selon vous, quelles sont les conditions requises (sur les plans technologique, réglementaire, économique, environnemental ou encore sociétal) pour atteindre les capacités envisagées dans ce scénario ?

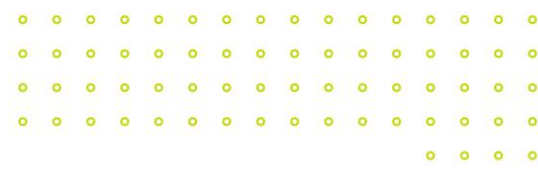
L'ensemble de ces solutions de flexibilité, et en particulier l'hydrogène pour la gestion des saisonnalités, devront très rapidement être mises en place.

☐ Selon vous, quelles sont les contraintes économiques et industrielles associées à la trajectoire de déclassement du nucléaire dans ce scénario ?

#### Question 10 – scénario N1 : EnR et nouveau nucléaire 1

☐ L'analyse de la configuration proposée dans ce scénario vous paraît-elle pertinente, en particulier s'agissant du rythme de développement du nouveau nucléaire (1 paire de réacteurs tous les 5 ans) et du développement envisagé pour les énergies renouvelables ?





Il s'agit d'un scénario très réaliste, mixant la montée en puissance des Energies Renouvelables à un rythme soutenu tout en gardant une capacité programmable.

☐ Selon vous, quelles sont les conditions requises (sur les plans technologique, réglementaire, économique, environnemental ou encore sociétal) pour atteindre les capacités envisagées dans ce scénario ?

Relancer un programme nucléaire en France risque de faire remonter une contestation sociale et il faut absolument accompagner cette décision par une démarche pédagogique expliquant la problématique de la production et l'accès à une énergie décarbonée.

Le scénario envisage de relancer le nucléaire par la mise en service de 2 tranches tous les 5 ans en se basant sur la technologie EPR (forte puissance). Ne serait-il pas utile de travailler sur un scénario N1bis où une partie de cette capacité nucléaire soit mise en œuvre au travers d'un programme de construction de réacteurs de type SMR (faible puissance), en grappes de 2 à 8 réacteurs (300MW à 1200 MW), mais mieux répartis sur le territoire et permettant de répondre aux enjeux modularité et d'interaction entre vecteurs énergétiques (électricité, chaleur, hydrogène). Cette solution permettrait de plus de pouvoir conserver des installations sur les fleuves (du fait de la puissance moindre à refroidir) et de faciliter la couverture des besoins sur l'ensemble du territoire.

☐ Selon vous, quels doivent être les choix en matière de flexibilité, de modulation du nucléaire et de couplages entre les vecteurs dans ce scénario ?

Comme dans tous les scénarii engageant une montée en puissance rapide des énergies renouvelables, les outils de flexibilité doivent être mis en place très tôt dans la feuille de route. L'ensemble des solutions sont à mettre en œuvre en travaillant sur les complémentarités de ces solutions (batteries, hydrogène, ...).

☐ Quelles hypothèses considérez-vous opportun de considérer en matière de répartition géographique des nouveaux réacteurs ?

Concentrer les réacteurs sur le littoral marin pose le problème de la concentration de la production électrique et la nécessité d'avoir un réseau de transport électrique fortement modifié, doublé éventuellement de réseaux de transport de gaz-énergie (hydrogène à terme). La mise en œuvre de réacteurs nucléaires de plus faible puissance permettrait de soulager cette contrainte.

☐ Le développement soutenu des EnR tel que présenté dans ce scénario vous semble-t-il conciliable avec celui du nouveau nucléaire, et sous quelles conditions ?

Tout à fait.

#### Question 11 – scénario N2 : EnR et nouveau nucléaire 2

☐ L'analyse de la configuration proposée dans ce scénario vous paraît-elle pertinente, en particulier s'agissant du rythme de développement du nouveau nucléaire (1 paire de réacteurs tous les 2 ans) et du développement envisagé pour les énergies renouvelables ?

Variante accélérée du scénario précédent pour ce qui concerne le nucléaire, ce scénario ne permettrait pas d'envisager l'alternative SMR qui ne sera pas prête aux échéances de déploiement visée.

☐ Selon vous, quelles sont les conditions requises (sur les plans technologique, réglementaire, économique, environnemental ou encore sociétal) pour atteindre les capacités envisagées dans ce scénario et le rythme de développement associé ?

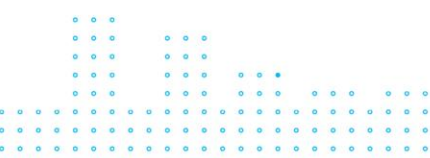
☐ Selon vous, quels doivent être les choix en matière de flexibilité, de modulation du nucléaire et de couplages entre les vecteurs dans ce scénario ?

☐ Quelles hypothèses considérez-vous opportun de considérer en matière de répartition géographique des nouveaux réacteurs ?

#### Question 12 – scénario N3 : 50% de nucléaire

☐ La configuration proposée dans le cadre de ce scénario N3 vous semble-t-elle pertinente ?

Scénario très volontariste sur le renouvellement du parc nucléaire, il pourrait buter sur la réalité économique (coût des EPR encore mal maîtrisé à ce jour) et sur une résistance sociétale, même si plus de la moitié des français (54%) considèrent que le nucléaire restera stable en France à hauteur de 50% du mix (sondage ORANO 2019).





☐ Selon vous, quelles sont les conditions (technologiques, économiques, sociétales, industrielles...) nécessaires pour qu'un tel scénario puisse être possible ? Quelles sont les implications du scénario en matière de capacité industrielle de la filière nucléaire à s'organiser pour répondre au rythme rapide de développement de nouveaux réacteurs ?

Il faut à minima drastiquement faire baisser le coût de la technologie EPR.

☐ Quelles hypothèses considérez-vous opportun de considérer en matière de répartition géographique des nouveaux réacteurs ?

Pour tenir compte des évolutions climatiques, le problème du refroidissement de ces réacteurs de très forte puissance se pose et une localisation sur le littoral serait en effet plus raisonnable. On peut également envisager d'évacuer la puissance thermique résiduelle en l'utilisant pour d'autres besoins (réseaux de chaleur, production d'hydrogène par électrolyse à haute température utilisant le surplus de chaleur pour améliorer le rendement d'électrolyse).

☐ Selon vous, quelles sont les conditions permettant de moduler fortement l'effort de développement des énergies renouvelables sur les différentes périodes considérées ?

Dans le cadre de ce scénario, la flexibilité requise par le développement des énergies renouvelables peut être largement prise en charge par ce potentiel nucléaire, à l'instar du mode de fonctionnement actuel du réseau qui utilise la flexibilité du parc nucléaire (arrêts de tranche, suivi de charge) pour assurer l'équilibre offre/demande.

#### Question 13 – scénario N0 : 50% de nucléaire avec déclassement progressif

☐ La configuration proposée dans le cadre de ce scénario N0 vous semble-t-elle pertinente ?

Il s'agit, parmi les quatre scénarii de la famille N, du scénario le plus tendanciel et le plus probable. Il autorise plus particulièrement la réflexion sur le type de réacteurs nucléaire à mettre en œuvre et permettrait d'adapter la répartition des réacteurs nucléaires en complémentarité des déploiements d'énergies renouvelables.

☐ Selon vous, quelles sont les conditions (technologiques, économiques, sociétales, industrielles...) de réussite d'un tel scénario ? Quels sont les points d'attention principaux ?

☐ Quelles hypothèses considérez-vous opportun de considérer en matière de répartition géographique des nouveaux réacteurs ?

La progressivité permet de prendre en compte la répartition de localisation des EnR (plus forte capacité sur le littoral, politiques régionales, ...)

#### Question 14 – répartition géographique des moyens de production

☐ Partagez-vous les principes retenus pour alimenter les trajectoires de localisation des moyens de production nucléaires et renouvelables ?

Comme évoqué dans les réponses aux questions précédentes, cet aspect de la répartition géographique des moyens de production est essentiel à l'analyse qui sera faite de chaque scénario et repose sur plusieurs niveaux de décision (territoires, régions, état) qui doivent concilier des intérêts potentiellement contradictoires, tels que maximiser l'autoconsommation au niveau local tout en garantissant des moyens de flexibilité et des réseaux garantissant l'approvisionnement en énergie pour tous. Le fait de considérer des scénarii très contrastés entre le déploiement des énergies renouvelables (du semi-centralisé ou très diffus) à une vision uniquement centralisée pour le nucléaire (grosses installations nucléaires de préférence sur le littoral) peut être de nature à biaiser ces analyses.

☐ Avez-vous d'autres pistes de réflexion complémentaires ou d'autres hypothèses à proposer pour définir la répartition des principaux moyens de production ?

En basant le renouvellement du parc nucléaire dans les scénarii N à partir d'un mix de réacteurs de type EPR et SMR donnerait un degré de liberté supplémentaire pour une meilleure répartition des capacités de production.

#### Question 15 – analyse des effets du climat sur le système

☐ Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour intégrer les effets du changement climatique et tester la résilience du système électrique aux événements extrêmes ?

Globalement d'accord avec cette approche. Il faut probablement ajouter à cette proposition la prise en compte de l'augmentation de la taille des phénomènes météorologiques (dépressions, anticyclones) qui pourraient à





terme affecter plusieurs pays en même temps et générer un mode commun sur la production d'énergies renouvelables de ces pays. La régulation du système électrique par le foisonnement des sources serait alors moins efficace et la capacité d'équilibrage des réseaux nationaux par les échanges internationaux pourraient alors être plus limitées en temps réel, nécessitant par la même d'augmenter les moyens de flexibilité infranationaux. Parmi ceux-ci, l'hydrogène, qui représente un potentiel de flexibilité unique pour différer dans le temps de grandes capacités énergétiques sur des durées moyennes ou longues, devra être exploité.

☐ Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour modéliser les différentes productions ? Oui, s'ils sont intégrés à l'échelle européenne.

☐ Avez-vous des données permettant de consolider les modèles de conversion climat/énergie, pour les projections de long terme sur la disponibilité des différentes productions (éolien, photovoltaïque, hydraulique, nucléaire, thermique...) ?

#### Question 16 – flexibilité

☐ Partagez-vous l'approche et les hypothèses proposées par RTE pour évaluer les besoins de flexibilités ? Ce paragraphe sur les besoins et les solutions de flexibilité est central pour la plupart des scénarii envisagés. Derrière le terme "flexibilités" se cachent en fait deux problématiques différentes et complémentaires :

- Le besoin de gérer le différentiel "production/consommation" du système électrique à un instant donné, en mettant en place des solutions
  - de pilotage de la consommation pour certains usages (résidentiel, industriel, tertiaire et mobilités)
  - de stockage de l'énergie pour un report temporel (heures, jours, saisons) d'injection dans le système électrique (hydraulique, batteries, hydrogène)
  - de pilotage de la production pour les moyens le permettant (nucléaire, thermique limité)
- la capacité de reporter la réponse à un besoin énergétique par le croisement des vecteurs. Basculer certains usages potentiellement satisfaits aujourd'hui ou demain par l'électrification (chauffage, électromobilité, ...) vers les bioénergies ou l'hydrogène permet de soulager des tensions sur le système électrique. Concernant l'hydrogène, il y a une réelle synergie à mettre en œuvre entre le système "hydrogène" et le système "électrique". Nous développerons dans le paragraphe suivant.

☐ Avez-vous des remarques sur les hypothèses technico-économiques (potentiel de flexibilité, contraintes de stock et d'activation, acceptabilité, coûts...) associées aux gisements de flexibilité de la demande ?

L'analyse économique des solutions de flexibilité est délicate car il est difficile d'afficher une valeur économique à telle ou telle solution. En particulier pour les solutions de stockage (hydraulique, batteries, hydrogène), seule la fonction stockage est considérée pour évaluer le coût de la solution (€/MWh), en considérant le coût d'amortissement de l'investissement et les coûts d'exploitation rapportés au MWh réinjecté dans le système électrique. Or, et c'est particulièrement vrai pour l'hydrogène, la valeur de l'effacement obtenu lorsque l'hydrogène est dédié à d'autres usages que le Power-to-Power confère à cette capacité effacée une valeur marginale inférieure à celle retenue dans les analyses actuelles.

Nous proposons, au travers du travail réalisé cette année par le Groupe de travail "Energie/Industrie" de France Hydrogène, de préciser la valeur potentielle de la solution hydrogène en regard des services aux réseaux électriques.

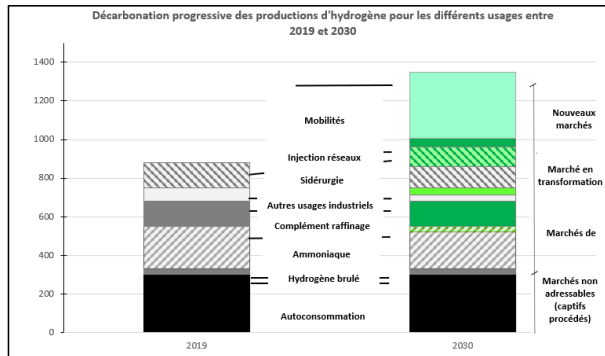
#### Question 17 – hydrogène et interactions entre l'électricité et les autres vecteurs

☐ Partagez-vous le cadrage de l'analyse des interactions entre l'électricité et les autres vecteurs ?

Tout à fait, le scénario « hydrogène plus » prenant bien en compte l'ensemble des usages de l'hydrogène et pas uniquement le rôle qu'il peut avoir dans le système énergétique, et plus spécifiquement le réseau électrique.

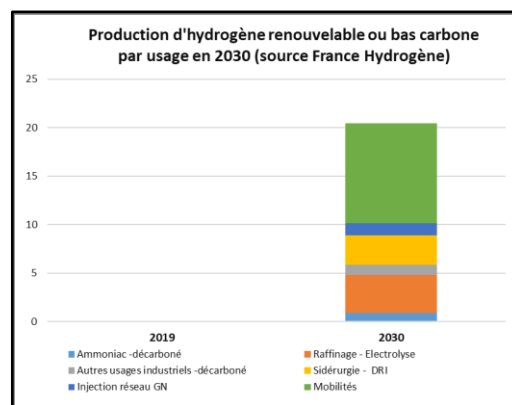
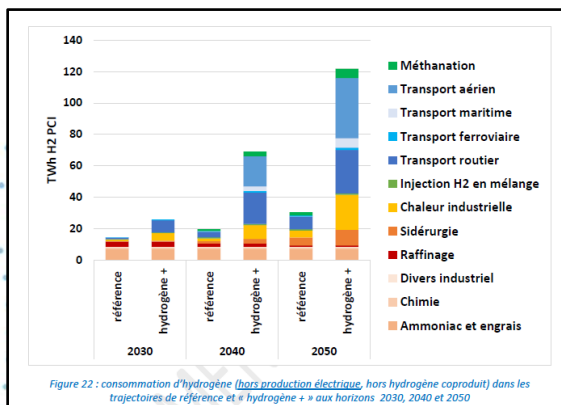
☐ Selon vous, quelles sont les trajectoires de développement de l'hydrogène et des combustibles de synthèse qui doivent être étudiées dans le cadre du Bilan prévisionnel ?

Ce travail est en cours sous le pilotage de France Hydrogène. Les évolutions que vous indiquez sont à peu près conformes à nos premières projections à l'horizon 2030 établies à l'occasion de la rédaction du Manifeste transmis par France Hydrogène au premier Ministre en juillet 2020, et cohérent en chiffres avec le Plan présenté le 8 septembre dernier par les Ministres Bruno Lemaire et Barbara Pompili. Vous trouverez ci-dessous la projection des volumes d'hydrogène consommés et les volumes à décarboner en France, usage par usage, dans les dix prochaines années.



Volume de production exprimé en milliers de Tonnes

	2019	2030
Autoconsommation raffinage	300	300
Hydrogène co-produit (autres)	30	30
Ammoniac vaporeformage	220	190
Ammoniac - décarboné	30	30
Raffinage - Vapo reformage	130	0
Raffinage - Electrolyse	130	130
Autres usages industriels - vaporeformage	70	35
Autres usages industriels - décarboné	35	35
Sidérurgie - Cokerie	130	111
Sidérurgie - DRI	100	100
Injection réseau GN	43	43
Mobilités	342	342
<b>Total Production H2</b>	<b>880</b>	<b>1346</b>
<b>dont décarboné en 2030</b>		<b>680</b>



La projection des consommations d'hydrogène décrites dans votre document ("Groupe de travail n°4 « interfaces entre l'électricité et les autres vecteurs » - Document de cadrage n°2 : Trajectoires de développement de l'hydrogène et des couplages entre l'électricité et les réseaux de chaleur) fait passer les volumes d'hydrogène consommés (exprimés en TWh PCI) de 15 dans le scénario de référence à 25 dans le scénario « Hydrogène plus ». De notre côté, nous avons évalué à une vingtaine de TWh cette capacité en 2030.

□ Avez-vous des hypothèses spécifiques à partager sur l'évolution des couplages entre l'électricité et les autres vecteurs à long terme (notamment l'hydrogène) et sur les infrastructures correspondantes (réseau, stockage, localisation des électrolyseurs...) ?

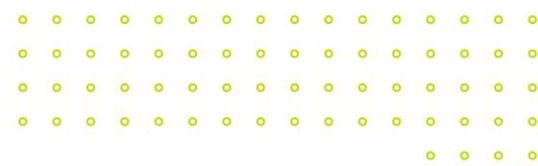
Comme dit précédemment, nous menons cette étude avec l'ensemble des acteurs de la filière hydrogène et nous avons déjà convenu d'échanger sur les éléments qui sortiront de ces analyses.

Les premiers éléments qui peuvent être adressés concernent la dynamique dans laquelle l'hydrogène s'inscrit d'ores et déjà dans les politiques nationales et européennes. Il nous paraît évident que les objectifs fixés à l'horizon 2030, et les perspectives plus lointaines pour les horizons 2050 et 2060, vont dépendre en grande partie des premières étapes de cette montée en puissance.

Deux éléments de réflexion à soumettre sur le sujet :

- La mise en place d'un soutien majeur de l'Etat (7,2 Mds€ sur la période 2021-2030) permet le lancement de nombreux projets majeurs de production d'hydrogène renouvelable ou bas carbone en France. Ils ont quasiment tous émergés sur des initiatives locales (territoires, départements ou région), ce qui donne dès maintenant une place importante à une vision très dispersée des moyens de production qui font quasiment tous appel au réseau électrique. Il apparaît d'ores et déjà que les principaux sites de production, à caractère régional, se situent sur des grandes plateformes industrielles, souvent associées à la pétrochimie et la chimie. Il s'avère que la plupart correspondent à des zones portuaires, à quelques exceptions près. On voit donc se dessiner l'esquisse d'une première infrastructure nationale de production d'hydrogène vertueuse, à compléter par la cartographie de ces mêmes "Hydrogen Valleys" déclinées chez nos partenaires européens. Ces hubs de production seront vraisemblablement les futurs centres stratégiques de production, même si une infrastructure plus diffuse de sites de production d'hydrogène se développe en parallèle.
- Une autre dimension doit être considérée dans cette analyse. La France - et l'Europe -, base sa stratégie sur l'utilisation d'hydrogène vertueux (renouvelable ou bas carbone). L'accès à cet hydrogène vertueux ne va pas se faire de manière instantanée, on voit en particulier dans le plan allemand une accélération du programme éolien pour dédier une part de ce potentiel énergétique vers l'hydrogène. Seuls quelques pays sont en capacité de répondre à cet enjeu dans les toutes prochaines années, soit parce qu'ils disposent





déjà d'un mix incluant une part importante d'énergies renouvelables, principalement hydraulique (Suisse, Norvège, ...), soit parce qu'ils ont gardé une politique énergétique fondée en partie sur l'énergie nucléaire (France, Suède, ...). Si une infrastructure européenne se met en place, elle devra inévitablement considérer ces pays comme plateformes de production pour l'amorçage des marchés, situation favorable pour faire de ces pays des acteurs majeurs, mais qui peut également conditionner la construction des futurs réseaux d'échanges en privilégiant ces pays comme nœuds de réseau. Concernant l'hydrogène d'origine nucléaire, que ce soit en production directe ou au travers des mix électriques, il faudra que l'Europe entérine définitivement son caractère « propre » (« clean hydrogen »).

Concernant ce dernier point (hydrogène sourcé par l'électricité nucléaire), un point n'a pas été mentionné dans vos scénarii. Il s'agit du potentiel important de production d'hydrogène en supprimant ou limitant le suivi de charge dans les heures creuses de consommation d'électricité. Cela n'aurait que peu ou pas d'impact sur le fonctionnement des centrales et permettrait de produire de grandes quantités d'hydrogène dès aujourd'hui à partir d'un prix d'électricité potentiellement marginal. Cette solution permettrait d'ores et déjà à la France de se positionner comme un des pays leaders dans le domaine, et pourrait être accompagné du développement de l'industrie de l'électrolyse sur notre territoire (création d'emplois)

#### Question 18 – hypothèses sur le mix européen

- ☐ Partagez-vous les principes proposés par RTE pour la définition des scénarios européens ?
- ☐ Avez-vous des remarques sur la construction du scénario européen de référence utilisé dans les simulations du Bilan prévisionnel ?  
On rappelle à nouveau l'influence du changement climatique qui risque de conduire à terme à des phénomènes météorologiques de taille significative affectant potentiellement plusieurs pays limitrophes, ce qui aurait une influence identique sur ces différents territoires quant aux capacités de production instantanée en éolien et solaire. Les échanges entre pays seraient dans ce cas plus limités et il faudrait considérer les moyens de flexibilité à l'échelle européenne pour pallier ce risque.
- ☐ Avez-vous des données, hypothèses ou références à partager pour construire les scénarios de mix européens du Bilan prévisionnel ?

#### Question 19 - cadrage des analyses techniques

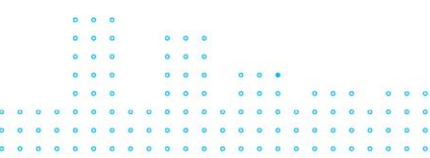
- ☐ Partagez-vous les principes proposés pour l'analyse technique et notamment le cadrage en quatre blocs thématiques (adéquation, réserves opérationnelles, stabilité, réseau) ?
- ☐ Avez-vous des remarques ou contributions à partager permettant d'enrichir l'analyse technique des scénarios ?

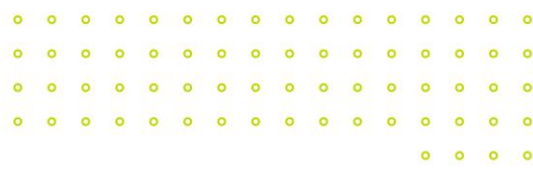
#### Question 20 – cadrage de l'analyse sociétale

- ☐ Partagez-vous les principes proposés pour l'analyse sociétale des scénarios d'étude à l'horizon 2050 ?
- ☐ Partagez-vous les principaux axes d'étude proposés pour l'analyse sociétale (acceptabilité des infrastructures énergétiques, sobriété, flexibilité) ?
- ☐ Avez-vous des éléments ou des références à partager pour enrichir ces analyses ?

#### Question 21 – cadrage de l'analyse environnementale

- ☐ La grille d'analyse proposée par RTE, visant à présenter pour chaque scénario une analyse environnementale quantitative sur quatre dimensions (émissions de gaz à effet de serre et empreinte carbone, consommation de ressources minérales, emprise territoriale et changement d'affectation des terres, déchets nucléaires) vous semble-t-elle adaptée aux enjeux de caractérisation environnementale des scénarios ?  
Tout à fait





☐ Disposez-vous de données ou éléments à partager pour affiner la modélisation et la quantification des analyses selon la méthodologie présentée au sein du groupe de travail, en particulier sur les plans de la biodiversité, des ressources naturelles, et de la santé humaine ?

L'ADEME a piloté un groupe de travail sur l'ACV des technologies de l'hydrogène dont les conclusions ont été publiées fin 2020. Il serait pertinent d'utiliser ces données à fin d'analyses environnementales dans les systèmes incluant les technologies hydrogène.

#### Question 22 – cadrage et hypothèses pour l'analyse économique

☐ Partagez-vous les enjeux présentés et les principes proposés par RTE pour l'analyse économique des scénarios d'étude à l'horizon 2050 ?

Tout à fait d'accord

☐ Etes-vous d'accord avec les hypothèses de coûts proposées et sinon, avez-vous d'autres références à proposer ?

France Hydrogène proposera dans le courant de l'année des coûts actualisés et projetés pour l'ensemble des solutions hydrogène

☐ Avez-vous des propositions à formuler sur le taux d'actualisation à retenir pour l'analyse ?

