

# Rapport du groupe de travail du conseil national

*Imaginons ensemble notre énergie de demain*



Groupe

2

**Q**uelle trajectoire pour atteindre le mix énergétique en 2025 ? Quels types de scénarios possibles à horizons 2030 et 2050, dans le respect des engagements climatiques de la France ?

**Coordonnatrice** : Maryse Ardit (FNE)

**Rapporteur** : Robert Durdilly (MEDEF)

**Co-rapporteurs** : Richard Lavergne (DGEC/CGDD), Éléonore Trigano (DGEC)

**Experts référents** : Michel Colombier, Patrick Criqui

**Secrétariat général** : Yves Marignac, Philippe Masset

# Sommaire

## **Introduction**

a. Contexte et missions .....	1
b. Méthode et organisation du travail .....	2

## **I. Trajectoires et scénarios étudiés**

a. Le groupe a choisi d'examiner 11 exercices de scénarios énergétiques .....	3
b. Le groupe a choisi d'examiner les quatre trajectoires énergétiques, .....	5

## **II. Analyse complémentaire par le GT2 : 12 critères d'évaluation « pour les citoyens »..... 14**

## **III. Recommandations exprimées par les participants du GT2**

a. Des préoccupations partagées.....	22
b. Des divergences connues et assumées.....	22
c. Recommandations sur les orientations générales des trajectoires de transition énergétique .....	25
d. Recommandations sur les conditions de mise en œuvre de la transition.....	25
e. Recommandations sur l'évolution du mix énergétique .....	26
f. Recommandations sur la poursuite de l'analyse prospective et sur la gouvernance de la transition énergétique .....	28
g. Quelques recommandations formulées mais peu soutenues au sein du GT2 .....	29

## **Conclusion..... 30**

## **Liste des participants ..... 31**

## **Annexe : Compte rendu des réunions du GT2 ..... 34**

### a. Contexte et missions

Le GT2 a été créé, comme les six autres GT, par le CNDTE conformément à la charte du DNTE adoptée en janvier. Pour mémoire, cette charte précise notamment que :

- le « débat vise à éclairer la Nation française sur les fondamentaux énergétiques et les raisons d'être de la transition énergétique rendue nécessaire par les engagements européens et internationaux en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre et par la décision du Gouvernement de ramener en 2025 de 75 à 50 % la part du nucléaire dans la production d'électricité dans notre pays ainsi que par le besoin de sécurité de notre approvisionnement » ;
- le « débat doit préciser les conditions de cette transition, pour atteindre les objectifs retenus pour 2020, 2025, et, au-delà, pour mettre l'économie et plus globalement la société française sur une trajectoire cohérente avec les objectifs de 2050, de la façon la plus pertinente écologiquement, la plus efficace économiquement et la plus juste socialement ».

Les engagements de la France en matière d'énergie et climat sont nombreux et anciens. Ils concernent la sécurité d'approvisionnement, la préservation de l'environnement, la compétitivité économique ou la cohésion sociale et ils résultent de traités (par exemple vis-à-vis de l'UE et de l'AIE) ou de textes législatifs et réglementaires en vigueur. S'y ajoutent également les engagements que le Président de la République a énoncés en amont du DNTE. On peut également citer les engagements de la France dans un contexte européen, tels ceux résultant du Pacte de stabilité. Parmi les engagements quantifiés les plus connus, figurent les objectifs de l'UE pour 2020 qui sont rappelés par le Livre vert de la Commission européenne du 27 mars 2013 sur « *le cadre pour les politiques en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030* » :

- réduction de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre (GES), d'origine énergétique et non énergétique, de 20 % par rapport à leur niveau de 1990 ;
- part de 20 % d'énergie provenant de sources renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie ;
- réduction de 20 % de la consommation d'énergie par rapport aux projections antérieures à l'adoption des objectifs en matière d'énergie et de climat pour 2020.

Les deux premiers objectifs sont contraignants et ont été déclinés par États membres (23 % par exemple pour la part d'énergies renouvelables pour la France). Le troisième n'est pas contraignant mais il est complété par plusieurs objectifs sectoriels qui le sont (directive 2012/27 sur l'efficacité énergétique, directive 2005/32 sur l'éco-conception, etc.). En outre, des projets sont en cours (révision du cadre pour 2030, fiscalité énergétique...). Il convient de noter que, au stade où nous en sommes, ni le groupe, ni les scénarios ne prennent en compte la problématique des émissions de GES hors des frontières à travers les produits importés et exportés.

Pour les horizons 2030 et 2050, la loi POPE du 13 juillet 2005 donne des objectifs (confirmés par la loi Grenelle 1), tels que : « *La lutte contre le changement climatique est une priorité de la politique énergétique qui vise à diminuer de 3 % par an en moyenne les émissions de gaz à effet de serre de la France* » (article 2) et « *Le premier axe de la politique énergétique est de maîtriser la demande d'énergie afin de porter le rythme annuel de baisse de l'intensité énergétique finale à 2 % dès 2015 et à 2,5 % d'ici à 2030* » (article 3).

Dans ce contexte, le GT2 s'est efforcé d'éclairer les grandes trajectoires énergétiques possibles pour le futur et de les caractériser dans la mesure du possible. Une difficulté majeure à laquelle le groupe s'est trouvé confronté, ainsi que le groupe des experts auquel il a fait appel, est l'absence d'un système de modélisation du système énergétique français, pérennisé et consensuel, qui aurait permis de produire plusieurs scénarios cohérents de demande et d'offre énergie pour nourrir l'analyse.

Pour pallier ce manque, le groupe a décidé de prendre en compte tous les exercices de scénarios énergétiques disponibles, suffisamment documentés et réactifs aux demandes du groupe.

Il s'agit de contribuer à identifier, à la fois pour les parties prenantes du débat, pour les citoyens et pour le Gouvernement, qui devra préparer la loi de programmation consécutive au DNTE, les impacts de toute nature (risques, opportunités, coûts, emplois, formation, comportements, R&D, contraintes, incitations, environnement, etc.) de la transition énergétique, en fonction de différents niveaux d'ambition, par secteur et par filière.

En l'absence de consensus sur la vision à long terme, il est vite apparu au GT2 que son objectif ne pourrait pas être de produire une trajectoire unique de référence, mais plutôt un éclairage pertinent des trajectoires énergétiques à l'horizon 2050 et une qualification des grandes options possibles et des conséquences éventuelles.

Les membres du GT2 partagent cependant des préoccupations environnementales, sociales, économiques qui permettent de dégager des consensus sur des grands objectifs et certaines actions à engager, indépendamment de la trajectoire.

## **b. Méthode et organisation du travail**

---

Le groupe a tenu 13 réunions du 14 février au 29 mai 2013, dont une journée entière le 16 mai. Dès la première séance, il s'est donné un cadre de travail par une analyse multi-critères en trois temps :

- dans un premier temps, le groupe a défini collectivement des critères d'évaluation faciles à comprendre par les citoyens et discutés en séance plénière du CNDTE ;
- dans un deuxième temps, ces critères ont été transmis au groupe des experts pour qu'il les explicite individuellement, si possible sous forme d'indicateurs quantitatifs, puis pour qu'il les applique aux scénarios retenus afin de les caractériser ; ce second temps n'a pu être achevé faute de temps et de complexité des critères ;
- dans un troisième temps qui ne sera pas atteint, chaque membre du GT2, mais aussi chaque citoyen, était supposé pouvoir définir ses préférences entre scénarios par l'application de pondérations personnelles aux divers critères.

Des auditions ont été organisées sur les travaux du groupe des experts (scénarios, sûreté nucléaire, prix internationaux des énergies...) ainsi que sur les principaux scénarios énergétiques par leurs concepteurs.

### **Interactions avec le groupe des experts**

Le groupe des experts a désigné deux de ses membres comme référents, M. Patrick Criqui (Pacte-Edden, CNRS-université de Grenoble) et M. Michel Colombier (IDDRI), qui ont assuré la liaison avec le groupe des experts et piloté la constitution d'un volumineux dossier technique au service du groupe. Ils ont été saisis au fur et à mesure de l'avancée des travaux, à l'initiative de la coordinatrice, madame Maryse Arditi, ou à la demande de certains participants, d'analyses spécifiques (par exemple sur la biodiversité).

Faute de temps, il n'a pas été possible d'instruire ou d'approfondir autant de thèmes que le groupe aurait souhaité, par exemple sur les énergies fossiles, l'agriculture, l'urbanisme, la justice sociale, la transition énergétique dans d'autres pays, etc., même si le groupe a été nourri par l'apport des travaux des autres GT (coûts, trajectoires de demande, etc.).

### **Interactions avec les autres GT du CNDTE**

Les travaux ont été conduits avec un léger décalage par rapport aux GT 1, 3 et 5, de façon à pouvoir faire correspondre les trajectoires analysées par le GT2 avec les politiques et mesures recommandées par les autres GT. La transversalité du GT2, similaire à celle des GT 4, 6 et 7, a conduit ces quatre groupes à travailler de concert, notamment par l'intermédiaire du groupe des experts. Une réunion de coordination entre GT1 et GT2 s'est tenue le 17 avril.

## I. Trajectoires et scénarios étudiés

Dans un premier temps, le groupe s'est interrogé sur l'intérêt d'étudier des scénarios énergétiques dont le champ d'application est limité à l'électricité (trois exercices sont dans ce cas : Global Chance, RTE et UFE) où dont l'horizon temporel ne dépasse pas 2030, voire ceux qui n'ont pas 2025 parmi leurs points de passage, mais finalement il a été jugé préférable d'inclure tous les exercices. En effet, certains de ces scénarios permettent d'approfondir et d'éclairer des aspects spécifiques comme par exemple les réseaux de gaz et d'électricité. Une autre discussion s'est tenue sur la possibilité d'étudier des scénarios ne prenant pas en compte tous les objectifs officiels de la France, législatifs ou annoncés par le Gouvernement (GES, EnR, efficacité énergétique, nucléaire...). Là encore, le GT a préféré retenir l'ensemble des scénarios documentés comme susceptibles d'apporter néanmoins, en tant que tels, des éclairages pertinents pour l'analyse et la définition des politiques. Il sera précisé dans les analyses quels engagements sont effectivement tenus selon les scénarios.

Seul un exercice de scénario (Encilowcarb) prévoyant un bouclage macroéconomique complet, le GT2 a préféré s'appuyer sur le GT4 et sur ses experts référents pour les considérations de coûts et de financement. L'approche retenue étant de ce fait « bottom-up », c'est-à-dire en procédant à partir d'analyses sectorielles, elle est certainement perfectible. Il n'a pas été possible non plus, dans le temps imparti, d'obtenir une évaluation consensuelle par un ou plusieurs modèles macroéconomiques de l'impact sur l'emploi et sur l'activité économique de l'ensemble des scénarios étudiés. L'évaluation des coûts et des investissements par scénario est également à compléter.

### a. Le groupe a choisi d'examiner 11 exercices de scénarios énergétiques

Le mandat du GT2 comporte à la fois l'analyse des mix énergétiques futurs de la France et des scénarios énergétiques qui décrivent les systèmes énergétiques possibles pour la France, à la fois en termes de ces mix énergétiques et de l'offre et de la demande d'énergie.

Un scénario énergétique est une projection dans le futur, une histoire quantifiée du devenir de notre système énergétique, de notre économie voire de notre société dans son ensemble. Cela recouvre, selon les cas, l'évolution des modes de vie et des aspirations sociétales, les perspectives de croissance économique, les progrès technologiques, la disponibilité des ressources, le fonctionnement des institutions. Il ne s'agit en aucun cas de prévisions, mais de projections de différents futurs possibles qui permettent d'ouvrir des choix sur l'avenir, à coconstruire autant que possible. Le GT2 s'est placé dans cette perspective.

Le groupe a examiné des scénarios énergétiques pour la France qui étaient quantifiés, c'est-à-dire basés sur un « modèle » qui a deux fonctions : d'une part, effectuer les calculs nécessaires pour projeter dans le détail un bilan énergétique et économique à différents horizons de temps ; d'autre part, assurer que cette projection est cohérente avec certaines règles d'équilibre physiques et thermodynamiques, ainsi que, dans la mesure du possible, économiques et/ou comportementales.

Le groupe s'est intéressé plus particulièrement à 11 exercices de scénarios énergétiques réalisés spécifiquement pour la France (par ordre alphabétique des concepteurs) :

- ADEME
- ANCRE
- CIRED, Encilowcarb
- Enerdata-CITEPA-DGEC
- Global Chance
- GrDF
- Greenpeace
- Négawatt
- RTE
- Sauvons le climat, Négatep
- UFE

Chaque porteur de scénario a produit une documentation accessible au public ainsi qu'au groupe des experts et au CNDTE. Tous, sauf Greenpeace, ont pu être auditionnés par le groupe. Un exercice peut comprendre un ou plusieurs scénarios établis en général (sauf pour l'ADEME) avec la même méthodologie (modèle technico-économique, modèle économétrique, dires d'expert, etc.). Chaque porteur de scénario a été invité à remplir une grille d'analyse que le groupe des experts, aidé notamment par Esther Finidori (Carbone 4) et Eléonore Trigano (DGEC), a transformé et complété en « templates » (tableaux standardisés rassemblant les principales hypothèses, les principaux résultats et divers indicateurs). Ces « templates » ont été soumis à chaque concepteur de scénarios puis harmonisés autant que faire se pouvait.

Certains scénarios se focalisent sur tout ou partie du système énergétique, comme l'électricité ou la demande d'énergie, alors que d'autres sont toutes énergies et tous usages.

Dans certains scénarios, on peut identifier mieux que dans d'autres le rôle des prix (formation, impact des politiques économiques type taxes et ETS, impact sur les consommations). Les experts ont contribué à préciser la famille du modèle qui a servi aux concepteurs de scénarios pour obtenir les résultats quantifiés : technologique (offre et/ou demande), équilibre offre-demande avec cadrage macroéconomique exogène, mode de prise en compte de la R&D et de l'innovation, etc. Les auditions ont permis de comprendre les caractéristiques de chaque exercice, dont les principales peuvent être résumées dans le tableau ci-après.

	Champ	Horizon(s) de temps	Pas de temps	Équilibre offre-demande d'énergie	Nombre de scénarios (*)	Trajectoires illustratives
<b>ADEME</b>	Toutes énergies	2030, 2050	20 ans	Partiel	2	EFF
<b>ANCRE</b>	Toutes énergies	2050	5 ans	Complet	3	EFF, DIV, DEC
<b>Encilowcarb</b>	Toutes énergies	2050	annuel	Complet	3	EFF
<b>Enerdata-CITEPA-DGEC</b>	Toutes énergies	2030	5 ans	Complet	3	DIV
<b>GrDF</b>	Toutes énergies	2050	10 ans	Partiel	1	EFF
<b>Greenpeace</b>	Toutes énergies	2050	5 ans	Complet	1	SOB
<b>Négatep</b>	Toutes énergies	2050	20 ans	Complet	1	DEC
<b>Négawatt</b>	Toutes énergies	2050	annuel	Complet	1	SOB
<b>Global Chance</b>	Électricité	2030	20 ans	Partiel	1	SOB
<b>RTE</b>	Électricité	2030, 2050	5 ans	Partiel	4	DIV
<b>UFE</b>	Électricité	2030	5 ans	Partiel	2	DEC

(\*) Hors scénario d'étalonnage.

Le tableau précédent montre que l'électricité est très présente dans l'ensemble des exercices de modélisation, voire la seule concernée pour certains d'entre eux, alors qu'elle ne pèse qu'un quart de l'énergie finale. À l'inverse, les énergies fossiles sont moins bien documentées malgré leur prééminence dans le mix énergétique final actuel.

Pour compléter ces approches à travers les études des scénarios, certains représentants du groupe ont souhaité procéder à des auditions complémentaires qui ont été acceptées par l'ensemble du groupe :

- l'une consacrée à la sûreté nucléaire et à la prévention des risques majeurs avec l'intervention de deux experts (Martial Jorel et Bernard Laponche) ;
- l'autre consacrée aux analyses et prévisions de l'AIE sur les énergies fossiles et l'impact des huiles et gaz non conventionnels sur le marché de l'énergie.

## b. Le groupe a choisi d'examiner les quatre trajectoires énergétiques, illustratives des divers scénarios

Définitions, d'après l'INSEE

**Énergie primaire** : la consommation d'énergie primaire est égale à l'ensemble des consommations d'énergie de l'économie sous forme primaire (c'est-à-dire non transformée après extraction) et marginalement sous forme de dérivés non énergétiques (goudrons, bitume, lubrifiants...).

**Énergie finale** : l'énergie finale ou disponible est l'énergie livrée au consommateur pour sa consommation finale (essence à la pompe, électricité au foyer,...).

### Caractérisation des trajectoires

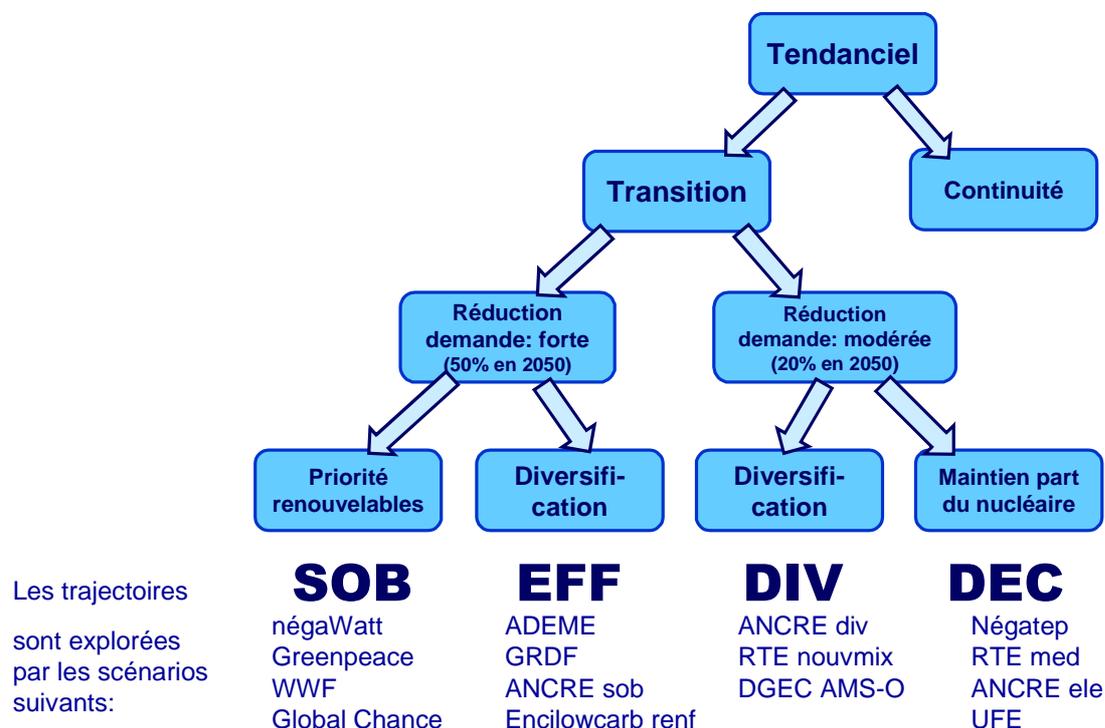
Une caractérisation initiale des trajectoires a été réalisée par le groupe des experts à partir du regroupement des scénarios par niveau de consommation (haute, moyenne et basse) et nature du mix (plus ou moins diversifié).

Puis les experts ont identifié des trajectoires illustratives, puisqu'il n'a pas été possible, faute de temps, de spécifier des trajectoires complètes, comme le CNDTE l'aurait sans doute souhaité. À ce stade, il s'agit donc plus d'épures que de scénarios complets, mais qui permettent d'illustrer et de renvoyer à l'ensemble des scénarios issus des 11 exercices considérés.

De cette façon, le groupe des experts a retenu les quatre trajectoires illustratives suivantes.

Titre	Trajectoire illustrée	Exemple de scénario énergétique étudié
<b>DEC</b>	Décarbonation par l'électricité	Négatep
<b>DIV</b>	Demande moyenne et diversification	ANCRE div.
<b>EFF</b>	Efficacité énergétique et diversification	ADEME
<b>SOB</b>	Sobriété énergétique et sortie du nucléaire	Négawatt

La logique des trajectoires peut être synthétisée de la façon suivante :



Les quatre trajectoires illustratives tendent, de par la volonté de leurs concepteurs, à une division d'au moins par 4 des émissions de GES d'origine énergétique<sup>1</sup> sans précision sur les autres GES qui représentent près du tiers des émissions totales de GES<sup>2</sup>. Deux trajectoires vont bien au-delà (EFF et SOB) et atteignent une division par 4 de l'ensemble des GES. Mis à part cet élément de convergence, leurs fondamentaux sont très différents, comme en atteste le dossier technique du groupe des experts mis en annexe. Ils sont décrits brièvement ci-dessous.

#### **DEC : demande forte et décarbonation par l'électricité**

- Les dynamiques structurelles qui tirent la demande d'énergie depuis 20 ans se poursuivent : étalement urbain et décohabitation (+30 % logements), développement des surfaces tertiaires, augmentation des trafics passager et fret (+50 %).
- La décarbonation du système énergétique s'opère par les progrès de l'électricité.
- La rénovation diffuse du parc bâti (habitat, tertiaire) modère la demande en chaleur, où les combustibles fossiles sont progressivement abandonnés au profit de la biomasse et d'une substitution massive par l'électricité (avec pompes à chaleur).
- La mobilité s'appuie sur un fort développement de transports en communs électrifiés (+200 %) et de véhicules électriques ou hybrides (40 % du trafic). L'électricité satisfait la moitié des besoins, le reste étant couvert par les biocarburants et les produits pétroliers.
- Au sein d'une consommation finale qui d'abord augmente puis décroît de manière modérée, la demande d'électricité double et représente la moitié de la consommation finale en 2050. La production s'appuie sur un doublement du parc nucléaire (part de nucléaire maintenue à 70% dans la production d'électricité), une croissance limitée des ENR variables et une stabilité des fossiles.

<sup>1</sup> Essentiellement du CO<sub>2</sub> dégagé par la combustion d'hydrocarbures fossiles.

<sup>2</sup> Dont deux tiers sont des émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O de l'agriculture et un tiers sont des émissions des processus industriels, des gaz fluorés et de la gestion des déchets.

#### **DIV : demande moyenne et diversité des vecteurs**

- La trajectoire est fondée sur une hypothèse de croissance économique médiane (1,7 %/an), une augmentation de la population à 75 Mhab, un prix de l'énergie élevé, avec une hausse modérée des prix du pétrole mais l'introduction d'une fiscalité énergie-climat.
- La consommation d'énergie finale diminue de 17 % en 2050, mais l'intensité énergétique du PIB est divisée par 2. Cette projection de demande tend à exploiter les marges de manœuvre en termes d'efficacité, sans toutefois supposer des changements de comportements radicaux.
- Dans le bâtiment l'effort d'efficacité énergétique se poursuit et 70 % du parc existant est rénové en 2050. Les énergies carbonées sont remplacées par la biomasse et les réseaux de chaleur, alors que le gaz issu de la biomasse se substitue en partie au gaz naturel.
- La mobilité des personnes n'augmente que très faiblement, mais les transports de marchandises sont doublés en 2050. Les véhicules 2 l/100 km se généralisent dès 2030 et le mix est très diversifié avec 25 % de véhicules électriques et un développement du GNV comme des biocarburants.
- Le profil d'investissement combine une phase initiale de fort développement des renouvelables et des réseaux locaux (« smartgrids », chaleur BT) puis le renouvellement partiel du parc nucléaire

#### **EFF : efficacité énergétique et diversification des vecteurs**

- Dans un contexte économique comparable à DEC ou DIV (croissance, production industrielle), on envisage une évolution différente de certains besoins structurels : stabilisation des surfaces tertiaires par employé, moindre croissance (+20 %) du fret sur le PIB, politiques urbaines permettant de maîtriser la croissance de la mobilité des personnes.
- Des programmes ambitieux de rénovation du parc bâti (500 000 logements/an, 50 % de gain moyen) et la diffusion des applications les plus efficaces de l'électricité amènent à réduire la demande résidentielle et tertiaire de moitié.
- Le développement des transports urbains et des nouvelles mobilités permettent une légère réduction de l'usage des véhicules particuliers.
- Aux côtés de l'électricité, qui occupe une part croissante dans le bilan (40 % en 2050), les vecteurs chaleur et gaz substituent progressivement les énergies fossiles et favorisent la valorisation des énergies locales (biomasse, chaleur fatale urbaine ou industrielle, etc.).
- La production d'électricité s'appuie sur le développement des ENR variables, la part du nucléaire est réduite et le recours aux fossiles diminue significativement.

#### **SOB : sobriété énergétique et sortie du nucléaire**

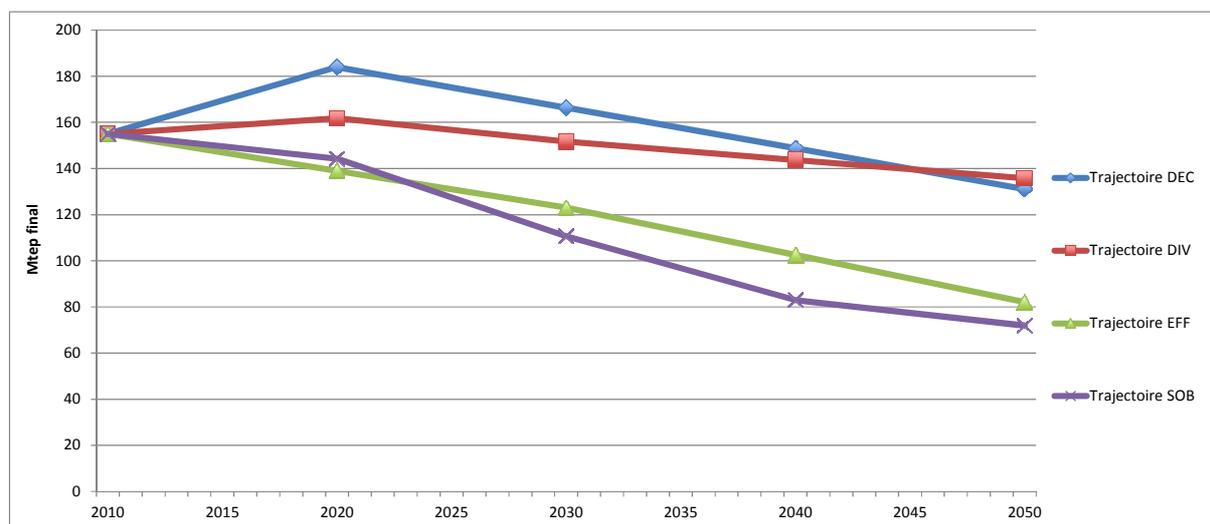
- Cette trajectoire ambitionne simultanément la sortie du nucléaire et des énergies fossiles. Elle s'inscrit dans une vision plus globale de transition écologique (sobriété de la consommation finale en biens et services, développement de l'agriculture biologique, arrêt progressif de l'étalement urbain).
- La réduction de la consommation repose en partie sur la recherche d'une plus grande sobriété, individuelle mais aussi collective, dans les services énergétiques (allègement des véhicules et réduction des vitesses, biens durables, urbanisme...), développement du recyclage et de l'écologie industrielle, relocalisation des productions.
- La stratégie de transition accorde une priorité à la diffusion des technologies de consommation les plus efficaces, y compris dans les bâtiments existants par des programmes ambitieux de rénovation lourde (750 000 log/an, objectif 50 kWh/m<sup>2</sup>).
- L'offre s'appuie sur une forte mobilisation des ressources renouvelables locales et le développement des vecteurs chaleur et gaz ; les énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, etc.) se substituent progressivement au nucléaire et aux fossiles pour la production d'électricité, de gaz et de chaleur.

## Quelques éléments descriptifs des quatre trajectoires

Dans les paragraphes suivants, quelques éléments descriptifs donnés par le groupe des experts permettent de décrire, en première approche, l'étendue des écarts qui peuvent être constatés entre les trajectoires. Pour une analyse plus détaillée, il est conseillé de consulter l'annexe constitutive du dossier technique élaboré par le groupe des experts, ainsi que les rapports des autres GT (en particulier celui du GT 4 en ce qui concerne les investissements).

### Consommation finale énergétique (en Mtep)

La consommation finale diffère de la consommation primaire du fait qu'elle ne prend pas en compte les consommations intermédiaires de la branche énergie (raffineries et centrales électriques, autres modes de production et transformation d'énergie, pertes et transport d'énergie...). La consommation finale énergétique est obtenue en additionnant la consommation des secteurs résidentiel et tertiaire, de l'agriculture, des transports et de l'industrie (hors usages non énergétiques tels que les usages en tant que matière première pour la production de plastiques, goudrons, engrais, etc. et, bien entendu, hors usages de la branche énergie).



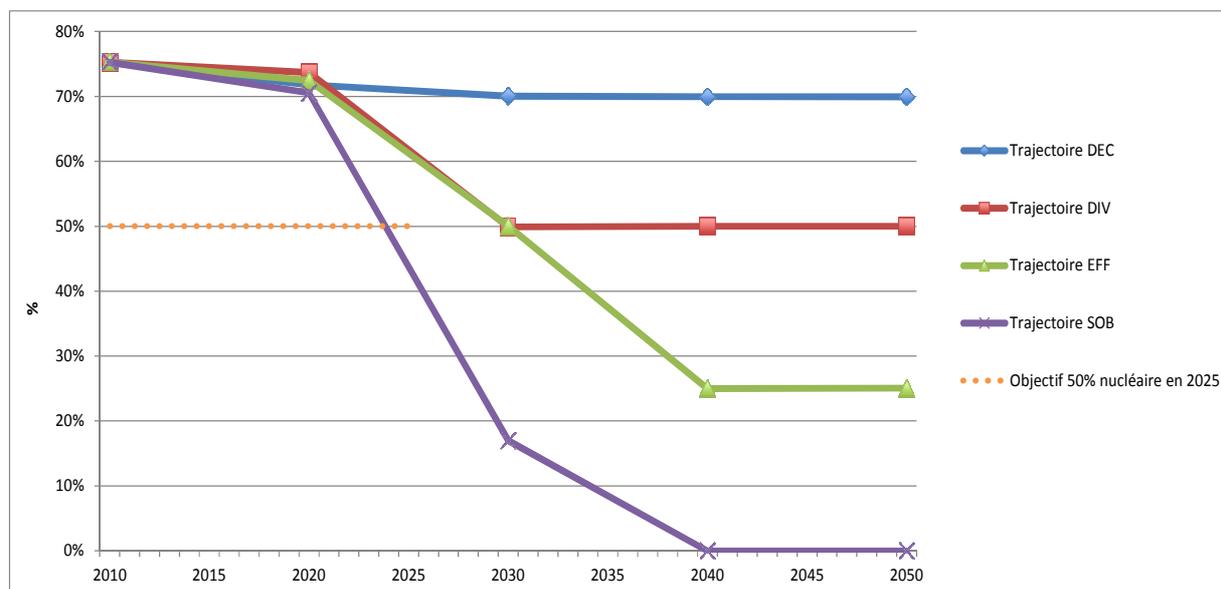
À l'horizon 2050, les quatre trajectoires peuvent ainsi être regroupées en deux catégories :

- DEC et DIV, qui atteignent environ 135 Mtep, soit une baisse de 13 % par rapport à 2011 ;
- EFF et SOB, qui atteignent environ 75 Mtep, soit une baisse de 52 % par rapport à 2011.

Le GT1 a procédé, avec l'aide du groupe des experts, à une analyse détaillée des trajectoires de demande par secteur qui figure en annexe (dossier technique).

## Mix électrique

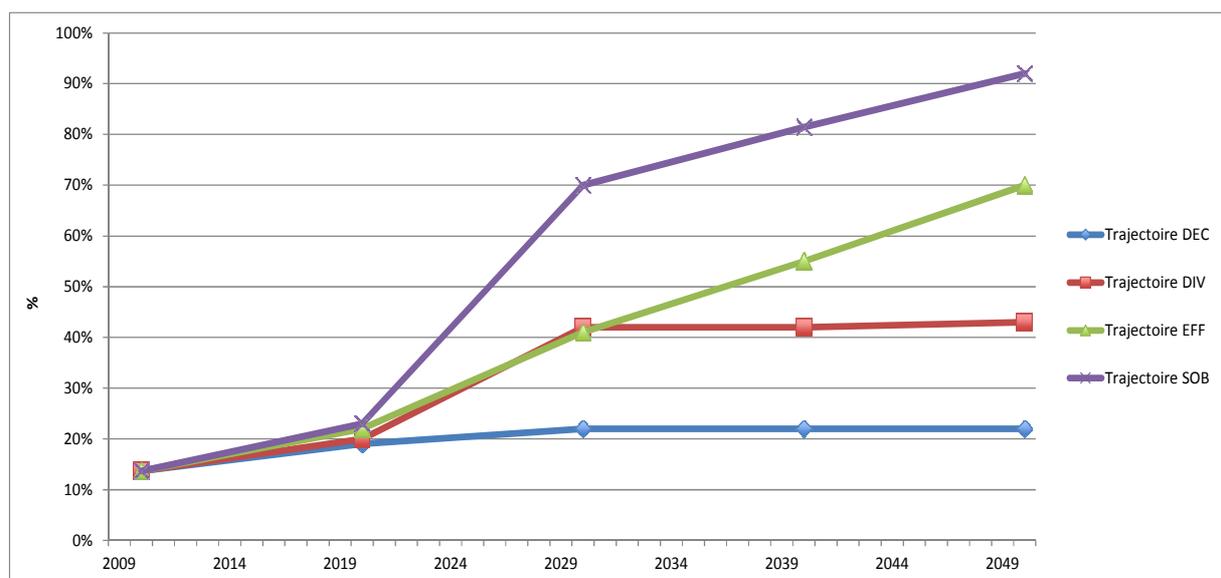
### Part de nucléaire dans la production d'électricité



Comme pratiquement aucun des scénarios de base n'identifie le point de passage en 2025, il n'est pas possible de le faire apparaître dans les trajectoires illustratives.

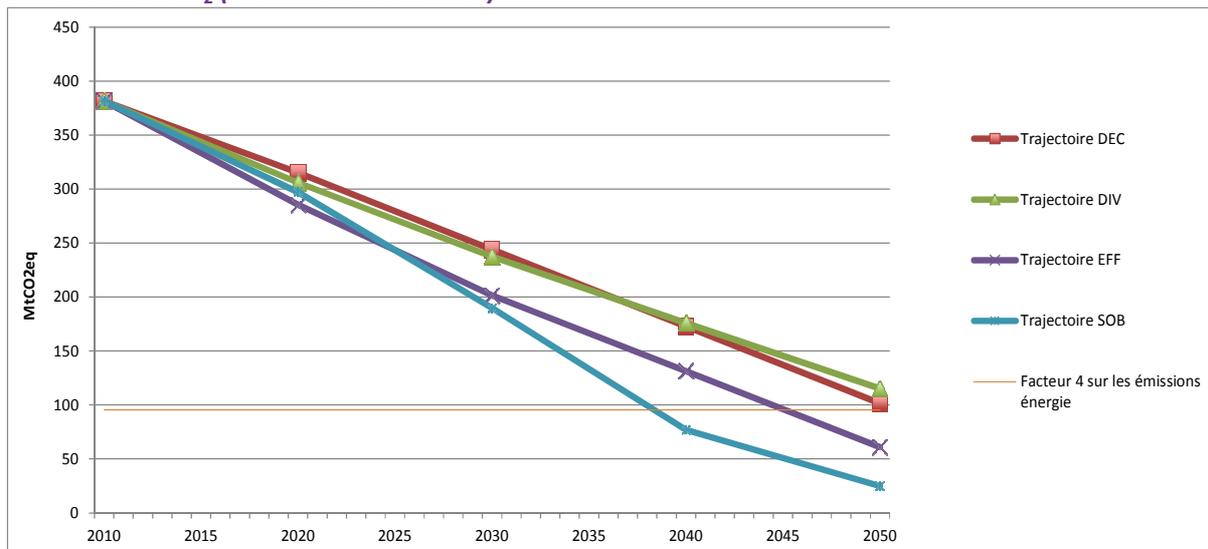
Plus précisément, le groupe des experts considère que l'engagement présidentiel du 50 % en 2025 mériterait d'être précisé, notamment au regard des exportations d'électricité. Si on retient « l'esprit » (auquel la lettre peut s'accorder en fonction du périmètre retenu), alors les experts sont d'avis que les trois trajectoires DIV, EFF et SOB peuvent être considérées comme conformes à cet engagement à quelques années près, ce qui permet d'en éclairer les conditions de réalisation selon trois stratégies.

### Part des énergies renouvelables dans la production d'électricité



Les quatre trajectoires se placent dans une stratégie de progression de la part des EnR d'ici 2020, mais elle est fortement contrastée d'ici 2050, entre 22 % pour DEC et plus de 90 % pour SOB.

### Émissions de CO<sub>2</sub> (en millions de tonnes)

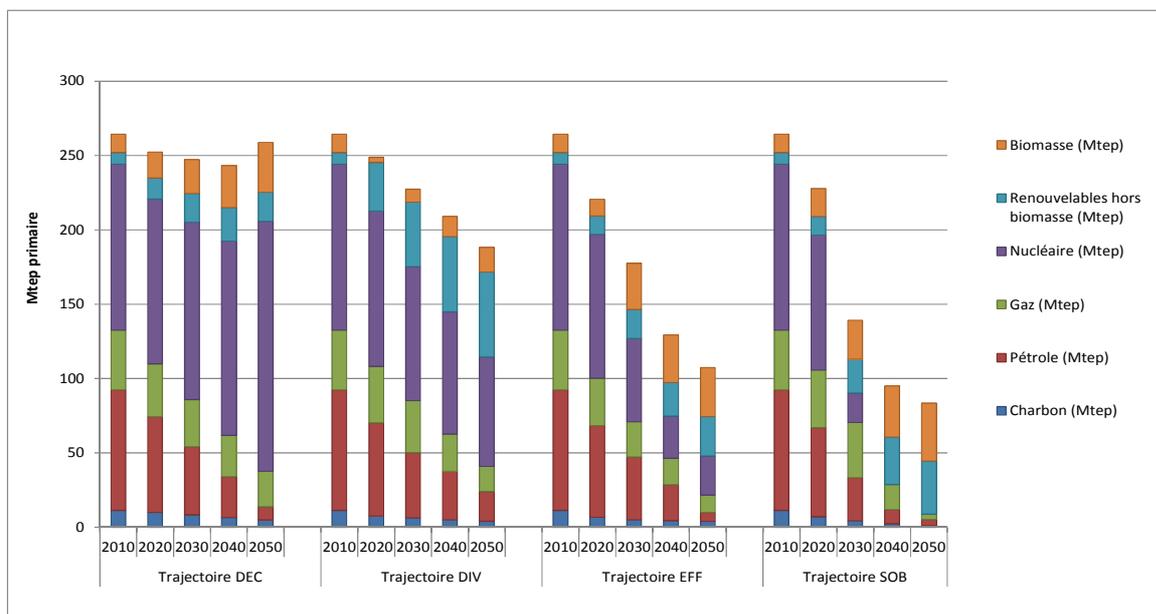


Les quatre trajectoires aboutissent pratiquement (compte tenu des incertitudes à un horizon aussi éloigné) à une division par 4 en 2050 des émissions de CO<sub>2</sub>. Par contre, seuls EFF et SOB réduisent plus fortement les émissions de CO<sub>2</sub> afin de prendre en compte les GES autres que le CO<sub>2</sub> (qui pèsent environ 1/3 du total). Ils permettent de desserrer la contrainte pour les autres émissions de GES, notamment dans l'agriculture (méthane, N<sub>2</sub>O...), de façon à pouvoir atteindre l'objectif de division par 4 pour l'ensemble des GES émis par la France, conformément à l'article 2 de la loi POPE du 13 juillet 2005.

Ce point renvoie à une discussion plus générale sur le partage des réductions des gaz à effet de serre selon les différents gaz et selon les différents secteurs de l'économie, qui a seulement été effleurée au cours des travaux du GT.

### Consommation d'énergie primaire (en Mtep)

La consommation d'énergie primaire correspond à la quantité totale de ressources qu'il est nécessaire de puiser dans l'environnement naturel (y compris le sous-sol) pour satisfaire la consommation finale d'énergie qui correspond à la totalité des consommations livrées à l'ensemble des utilisateurs finals, c'est-à-dire les secteurs résidentiel et tertiaire, l'agriculture, les transports et l'industrie, à l'exception de la branche énergie (raffineries, centrales électriques, etc.).



Le graphique montre de forts contrastes entre les quatre trajectoires, avec des consommations primaires en 2050 comprises entre 259 Mtep (DEC), 188 Mtep (DIV), 107 Mtep (EFF) et 84 Mtep (SOB), à comparer à 264 Mtep en 2010. Cependant, ces niveaux sont à relativiser par la difficulté de comparer des énergies primaires entre elles (électricité, chaleur, coefficients d'équivalence).

Mtep	2010	2050			
		DEC	DIV	EFF	SOB
<b>Charbon</b>	12	5	4	4	1
<b>Pétrole</b>	81	9	20	6	4
<b>Gaz</b>	40	24	17	12	4
<b>Nucléaire</b>	112	168	74	26	-
<b>Renouvelables hors biomasse</b>	8	20	57	27	36
<b>Biomasse</b>	12	34	17	33	39

La structure des mix énergétiques témoigne également d'écarts entre trajectoires tout aussi importants qu'en niveau à l'horizon 2050.

%	2010	2050			
		DEC	DIV	EFF	SOB
<b>Charbon</b>	4,3%	1,9%	2,2%	3,7%	1,3%
<b>Pétrole</b>	30,6%	3,4%	10,6%	5,5%	4,9%
<b>Gaz</b>	15,2%	9,3%	8,9%	11,1%	4,3%
<b>Nucléaire</b>	42,2%	64,9%	39,1%	24,3%	-
<b>Renouvelables hors biomasse</b>	3,0%	7,5%	30,4%	24,8%	42,8%
<b>Biomasse</b>	4,6%	12,9%	8,8%	30,6%	46,6%

## Quelques éléments relatifs aux investissements nécessaires par trajectoire

Une première analyse par le groupe des experts a été tentée pour le GT4 sous le prisme des seuls coûts d'investissement non actualisés, sans coût de fonctionnement et sans prise en compte des autres paramètres clefs que sont la plus ou moins grande robustesse des environnements décrits par ces trajectoires aux aléas géopolitiques ou technologiques. Les résultats, comme le signale le rapport du GT4, sont donc **à prendre avec précaution** dans ce cadre. L'analyse met en relief les principaux points suivants :

- les investissements annuels d'aujourd'hui (2012) s'élèvent à 37 Md€ pour une facture énergétique extérieure de 69 Md€. En 2050, suivant le scénario de référence considéré par le GT4 (REF), cette facture énergétique extérieure s'élèverait dans une fourchette comprise entre 86 et 171 Md€. Par rapport aux 37 Md€ de base, la variation des investissements annuels dans les quatre trajectoires va de **11 à 40 Md€** selon les trajectoires, les années considérées et la durée de vie des centrales nucléaires ;
- les gains de facture énergétique extérieure annuelle des différentes trajectoires vont de 115 à 159 Md€ en 2050 (par rapport à un déficit de 171 Md€ dans le scénario de référence retenu), soit une facture résiduelle allant de 56 (DIV) à 12 Md€ (SOB) à cet horizon pour un prix haut des énergies (300 \$/bl pour le pétrole), de 28 (DIV) à 6 Md€ (SOB) pour un prix modéré (150 \$/bl) ;
- toutes les trajectoires présentent des gains nets cumulés, importants à très importants, par rapport à la facture énergétique tendancielle en 2050, que ce soit avec des prix hauts ou bas de l'énergie. En termes relatifs, les trajectoires de maîtrise de la demande SOB et EFF sont en 2050 économiquement plus intéressantes en cas de prix hauts des énergies. Les gains cumulés en 2050 sont supérieurs dans toutes les trajectoires, en cas de durée de vie des centrales de 55 ans.
- La hiérarchie des gains cumulés en 2030 est plus variable selon les prix des énergies et la durée de vie des centrales nucléaires. En 2030, aucun scénario ne rembourse les investissements cumulés par les gains cumulés de facture énergétique en cas de prix bas des énergies si la durée de vie des centrales est de 40 ans. Si elle est de 55 ans, le scénario DIV rembourse en cas de prix bas. En revanche tous les scénarios remboursent les investissements en cas de prix hauts ;
- tous les scénarios remboursent leurs investissements annuels avec les gains annuels de facture énergétique en 2030 (sauf un cas, SOB avec durée de vie des centrales à 40 ans, mais en étant très près). Aucun ne les rembourse en 2020 avec une durée de vie des centrales à 40 ans, ni avec une durée à 55 ans au prix bas de l'énergie, mais en cas de prix hauts DIV et EFF s'équilibrent dès 2020 ;
- la sensibilité de la facture énergétique extérieure des scénarios au prix des énergies croît de SOB (le plus constant) à DIV (le plus volatil).

Le tableau comparatif ci-après récapitule une partie des résultats :

- les différences par rapport aux investissements 2012 ;
- les différences par rapport aux investissements de la trajectoire DEC (la plus proche d'une poursuite de la situation actuelle pour ce qui concerne le secteur électrique) ;
- le cumul des gains sur la facture énergétique ;
- la sensibilité de chaque trajectoire aux prix de l'énergie ;
- l'économie réalisée par rapport à la facture de référence ;
- la différence entre le montant annuel et cumulé à 2030 et 2050 des investissements et le gain de facture énergétique.

DNTE - GT4		15/05/2013	2012	2020	2030	2040	2050	2012-2030	2012-2050
Hypothèse durée de vie du parc nucléaire: 55 ans pour DEC, 45 ans pour DIV et 40 ans pour EFF et SOB									
<b>Investissements</b>									
DEC	Investisst		37	49	55	57	51	875	1 976
DIV	Investisst		37	51	53	48	51	916	1 902
EFF	Investisst		37	57	56	63	57	948	2 131
SOB	Investisst		37	69	63	62	69	1 160	2 441
<b>Ecart sur investissement 2012</b>									
DEC	Ecart sur inv 2012			12	18	21	15	218	589
DIV	Ecart sur inv 2012			15	17	12	15	259	515
EFF	Ecart sur inv 2012			21	20	26	20	291	744
SOB	Ecart sur inv 2012			33	27	26	32	503	1 054
<b>Ecart sur investissement DEC</b>									
DEC	Ecart sur inv 2012								
DIV	Ecart sur inv 2012			2	-2	-9	0	41	-74
EFF	Ecart sur inv 2012			8	1	5	5	73	156
SOB	Ecart sur inv 2012			21	9	5	18	285	466
<b>Facture énergétique</b>									
REF	Facture haut		-69	-97	-120	-136	-171	-1 749	-4 564
DEC	Facture haut		-69	-90	-82	-69	-46	-1 498	-2 830
DIV	Facture haut		-69	-88	-81	-74	-56	-1 473	-2 898
EFF	Facture haut		-69	-85	-72	-54	-26	-1 401	-2 431
SOB	Facture haut		-69	-86	-62	-31	-12	-1 360	-2 040
REF	Facture bas		-69	-50	-58	-67	-86	-1 016	-2 406
DEC	Facture bas		-69	-45	-40	-35	-23	-883	-1 549
DIV	Facture bas		-69	-45	-40	-37	-28	-881	-1 591
EFF	Facture bas		-69	-42	-34	-27	-13	-824	-1 329
SOB	Facture bas		-69	-44	-32	-16	-6	-832	-1 182
<b>Sensibilité de la facture énergétique</b>									
DEC	Ecart fact haut-bas		0	-45	-42	-34	-23	-616	-1 281
DIV	Ecart fact haut-bas		0	-43	-41	-37	-28	-592	-1 307
EFF	Ecart fact haut-bas		0	-43	-38	-27	-13	-577	-1 102
SOB	Ecart fact haut-bas		0	-42	-30	-15	-6	-528	-858
<b>Economie sur la facture énergétique REF</b>									
DEC	Sur facture REF haut			7	38	67	125	251	1 734
DIV	Sur facture REF haut			9	39	62	115	276	1 666
EFF	Sur facture REF haut			12	48	82	145	348	2 133
SOB	Sur facture REF haut			11	58	105	159	389	2 524
DEC	Sur facture REF bas			5	18	32	63	134	857
DIV	Sur facture REF bas			5	18	30	58	135	815
EFF	Sur facture REF bas			8	24	40	73	192	1 077
SOB	Sur facture REF bas			6	26	51	80	184	1 224
<b>Différence entre le surplus d'investissement p/r à 2012 et le gain de facture énergétique</b>									
DEC	Facture haut			-5	20	45	110	33	1 145
DIV	Facture haut			-6	22	50	100	17	1 151
EFF	Facture haut			-8	28	56	124	57	1 389
SOB	Facture haut			-21	31	79	127	-114	1 470
DEC	Facture bas			-8	0	11	47	-84	268
DIV	Facture bas			-10	1	18	42	-124	300
EFF	Facture bas			-14	4	14	52	-99	333
SOB	Facture bas			-27	-1	25	48	-319	170

## II. Analyse complémentaire par le GT2 :

### 12 critères d'évaluation « pour les citoyens »

Le GT2 a proposé une liste de 12 critères afin de caractériser les divers scénarios disponibles. Ceci s'est fait en plusieurs temps.

**1/ Le CNDTE a proposé une série de critères très complète, voire trop complète.**

**2/ Sur cette base le groupe a tenté une hiérarchisation par un vote, en rassemblant parfois plusieurs critères en un seul. Neuf critères ont ainsi émergé :**

- résilience, flexibilité, robustesse, adaptabilité, réversibilité, faisabilité ;
- emploi et filières professionnelles ;
- indépendance énergétique et sécurité d'approvisionnement ;
- prix et coûts de l'énergie, économie et coûts des services énergétiques ;
- impact santé (qualité de l'air), risques, accidents, sûreté, sécurité ;
- respect des engagements acquis ;
- investissements et chiffrage des scénarios ;
- impact sur le réchauffement climatique ;
- gestion et économie des ressources, biodiversité et impact environnemental global.

Trois autres critères seront finalement intégrés, soit 12 au total :

- cohérence et justice sociales ;
- marge et autonomie territoriale et citoyenne ;
- faisabilité.

À ce stade, le travail de hiérarchisation du groupe a clairement été insuffisant, produisant à la fois trop de critères et chacun d'eux étant trop complexe.

Ces critères sont exprimés en termes « citoyens », avec le flou que cela peut impliquer. Ils ont été soumis par le groupe de travail, d'une part, à chaque porteur de scénarios à qui était demandé d'apporter les réponses les plus appropriées sur chaque critère, d'autre part, au groupe des experts qui s'est efforcé de qualifier chacun de ces critères sur la base des quatre trajectoires illustratives du DNTE.

Les tableaux ci-dessous rassemblent pour chacun des critères en première colonne, la qualification du critère par le groupe d'experts et, en seconde colonne, les réponses très synthétisées des porteurs de scénarios (les réponses complètes figurent en annexe au présent rapport) avec l'avis porté par le groupe de travail.

Le dossier technique figurant en annexe, établi par le groupe des experts, complète les éléments qui suivent par des éléments de quantification/évaluation et des indicateurs, proposés également par le groupe des experts, pour chacune des quatre trajectoires illustratives DNTE.

La demande faite par le groupe de travail aux porteurs de scénarios de tenter de répondre aux 12 critères « citoyens » en 2-3 pages est évidemment un exercice redoutable, chacun souhaitant expliciter au fond les enjeux de son scénario. La lecture d'ensemble des réponses a permis cependant de dégager quelques grands traits, en particulier sur la façon dont les porteurs de scénarios ont interprété les critères.

À l'issue de ce travail, le GT2 a tenté d'explicitier les enjeux que l'analyse des critères a mis en exergue et essayé de les rapprocher des recommandations formulées par le groupe en ne retenant que celles qui sont consensuelles.

## 1. Coûts et prix de l'énergie, économie et coûts des services énergétiques

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Les prix de l'énergie au consommateur final sont la somme : 1/ des coûts de mise à disposition de l'énergie primaire (prix international pour les énergies fossiles) ; 2/ des coûts de transformation (par exemple coûts des équipements de production de l'électricité) ; 3/ des coûts de transport-distribution ; 4/ de la fiscalité conventionnelle et, éventuellement, environnementale. Projeter les prix de l'énergie c'est donc faire des hypothèses sur chacune de ces quatre composantes et, en dehors des prix internationaux pour les fossiles et l'uranium qui peuvent être considérés comme exogènes, les autres composantes dépendent des choix techniques et de fiscalité qui constituent un des éléments clés de la politique énergétique.</p>	<p>Les scénarios prennent soit des données internationales (AIE par exemple), ou une valeur fixe pour les énergies fossiles. Parfois le scénario est basé sur un modèle économique qui intègre donc cette dimension d'emblée.</p> <p>Enfin certains scénarios qui n'avaient pas cette dimension comme point de départ sont en cours d'évaluation par des modèles économiques.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>Le groupe est obligé de constater la difficulté à prévoir ce que sera le coût de l'énergie d'ici 20 à 30 ans.</p> <p>Ainsi, alors que la tendance à la hausse des énergies fossiles paraît inéluctable depuis 20 ans, un expert de l'AIE vient nous dresser un effondrement des prix du gaz mondial au vu des gaz de schistes aux USA.</p> <p>Ainsi, le coût du nucléaire nouveau oscille entre 60 € et 120 € le MWh selon les hypothèses retenues, cette dernière correspondant à la demande que ferait EDF au gouvernement anglais sur 40 ans, selon la presse.</p> <p>Le groupe a donc pris une recommandation demandant à la Cour des comptes de poursuivre son travail pour expliquer l'écart entre les évaluations des experts sur les coûts du nucléaire (n° 13).</p>

## 2. Investissements (par secteur et filière, nature et profil temporel)

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>L'investissement dans le secteur énergétique dépend essentiellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- côté demande, des décisions prises en matière d'évolution des parcs de logements, notamment pour la rénovation thermique des bâtiments existants (résidentiels ou tertiaires) comme des infrastructures de transport développées (transports collectifs, routiers, réseaux de distribution des nouvelles énergies de transport gaz, électricité, hydrogène) ; un développement massif des véhicules électriques ou hybrides demandera également un investissement supplémentaire (surcoût du véhicule, batteries, piles à combustible) ;</li> <li>- côté offre, des décisions pour le secteur électrique (moyens de production, réseaux de transport et de distribution) seront évidemment un poste très important, mais il faudra prendre en compte également les nouvelles installations de production d'autres vecteurs (biocarburants, biogaz) et les nouveaux réseaux (chaleur basse température, boucles locales...).</li> </ul>	<p>Les investissements totaux sont en cours d'évaluation pour la plupart des scénarios ; le GT4 a entamé un travail approfondi de quantification avec l'aide du groupe des experts afin d'obtenir quelques premiers résultats.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>Le groupe n'a pas pu avoir accès à une évaluation complète des investissements nécessaires à une transition énergétique telle que décrite dans les scénarios ou trajectoires, mais seulement à une évaluation sur l'investissement dans l'électricité. Il n'est d'ailleurs pas sûr que tous les scénarios soient suffisamment documentés pour cela, y compris les trajectoires elles-mêmes. Vu qu'il est nécessaire d'évaluer aussi les investissements pour l'efficacité énergétique, que l'électricité joue un rôle plus ou moins important selon les trajectoires pour la mobilité (vecteur électricité ou vecteur gaz, voire les deux), ceci donne un résultat très partiel.</p> <p>Le groupe en a tiré les conclusions en demandant un suivi de ces scénarios, une consolidation et une évaluation macroéconomique dans un lieu approprié (n° 27).</p>

### 3. Emploi, filières professionnelles, trajectoires d'activité

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>La question des impacts des scénarios énergétiques en termes d'emploi doit être abordée avec précaution. Il faut tout d'abord bien prendre en compte la distinction entre emplois directs dans le secteur, emplois indirects chez les fournisseurs d'équipements et sous-traitants – ces deux premières catégories étant raisonnablement quantifiables – et les emplois induits compte tenu des effets macroéconomiques via les effets d'activité (keynésiens) et de compétitivité internationale par le commerce extérieur.</p> <p>En effet, il faut veiller à ce que la création d'emplois directs et indirects ne conduise pas à une perte d'efficacité globale de l'économie. À coût égal, des solutions énergétiques à dominante nationale créeront plus d'emploi que des solutions fondées sur de forts contenus en importation.</p> <p>En revanche, pour deux options énergétiques à dominante nationale, celle qui créera le plus d'emplois, directs et indirects, pourrait être aussi plus coûteuse, donc présenter des impacts potentiellement négatifs sur la compétitivité des autres secteurs et les emplois induits.</p> <p>Par ailleurs, la dimension plus qualitative, de la localisation, des qualifications requises, des trajectoires professionnelles supposées constitue une dimension essentielle de cette problématique.</p>	<p>Dans la liste des 11 scénarios, seul le scénario Négawatt a été analysé dans le cadre d'une étude spécifique menée par le CIREN sur les conséquences en matière d'emplois créés et détruits, y compris emplois induits. Pour d'autres scénarios, des études sont en cours de réalisation mais les résultats ne sont pas encore à ce stade disponibles.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>Le groupe n'a eu aucune information approfondie sur ce thème et s'est reposé sur le GT6, Transitions professionnelles. Il considère cependant que ce thème est un enjeu essentiel. Les questions de l'emploi et de la formation, tant en quantité qu'en qualité, devront être regardées de près dans l'analyse des scénarios.</p> <p>Il a insisté sur cet aspect dans plusieurs recommandations de portée transversale (n<sup>os</sup> 1 et 2).</p> <p><i>Une partie du GT2 s'étonne de la formulation du paragraphe ci-contre du groupe des experts et considère qu'elle n'est pas démontrée à ce jour. Il serait souhaitable d'approfondir ce point.</i></p>

### 4. Sécurité d'approvisionnement, indépendance énergétique

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>La question de la sécurité de l'approvisionnement énergétique doit être posée en termes de gestion du risque. Le risque associé à un évènement défavorable (R) peut être apprécié comme un produit de trois facteurs :</p> $R = P \times A \times V$ <p>avec P = probabilité d'un évènement défavorable A = amplitude de l'évènement V = vulnérabilité à cet évènement</p> <p>Ainsi, le risque associé à un choc pétrolier ou à un accident nucléaire dépendra de la probabilité (lorsqu'elle est évaluable), de l'ampleur potentielle du choc/accident, mais aussi de la vulnérabilité du système à ce choc/accident.</p>	<p>Cette question a été interprétée de façon très diverse selon les porteurs de scénarios : sur la sécurité d'approvisionnement du réseau électrique (bouclage en puissance), sur la baisse de la consommation et des énergies fossiles qui accroît l'indépendance, sur la production d'EnR qui accroît l'indépendance, sur l'accroissement de la part du nucléaire qui accroît l'indépendance.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>La diversité des réponses des porteurs de scénarios, ajoutée à la réponse des experts, montre clairement que ce critère doit être mieux pris en compte, analysé et documenté, notamment pour la sécurité des approvisionnements.</p> <p>La notion d'indépendance énergétique est en principe facile à calculer dans le bilan énergétique de la France, mais celui-ci demande à être revu pour se rapprocher des standards internationaux et le groupe a fait une recommandation en ce sens (n<sup>o</sup> 25).</p>

## 5. Gestion et économie des ressources, biodiversité et impacts environnementaux

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Les scénarios fournissent peu d'éléments d'évaluation, malgré les interactions entre système énergétique, biodiversité et ressources locales. Dans le temps du débat, on peut identifier quelques questions importantes pouvant faire l'objet d'une réflexion essentiellement qualitative à partir des éléments disponibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- consommation cumulée d'énergie et de matériaux non renouvelables pour l'énergie ;</li> <li>- origine des biomasses (sols agricoles, forêts, linéaires...);</li> <li>- occupation des territoires (système productif mais aussi urbain, transports...);</li> <li>- impacts sur les milieux aquatiques (rejets, pollutions), etc.</li> </ul> <p>On peut tenter de qualifier l'évolution de la pression sur les systèmes naturels. Qualifier (a fortiori quantifier) les impacts dépendrait d'hypothèses complémentaires en général non formulées dans les scénarios (évolution des exportations agricoles, changement climatique, etc.).</p>	<p>Sur la partie ressource, quelques réponses évoquent la biomasse et la surface nécessaire selon le scénario.</p> <p>Sur la partie biodiversité, il n'y a pratiquement rien d'exploitable.</p> <p>Sur la partie environnement, plusieurs réponses évoquent la réduction des polluants liée à la diminution des fossiles avec pour certains des analyses précises avec le CITEPA.</p>
	Avis du GT2
	<p>À la lecture des avis des experts, comme de ceux des porteurs de projets, ce sujet – notamment la biodiversité – est clairement peu présent dans les scénarios, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas d'impacts, mais que ceux-ci sont à ce stade difficiles à évaluer, faute d'indicateurs quantifiables.</p> <p>Le groupe en a tiré les conséquences en recommandant d'approfondir les aspects biodiversité (n° 30), aménagement du territoire et artificialisation des sols (n° 29), gestion durable des sols et utilisation de la biomasse (n° 22).</p>

## 6. Impacts sur la santé, risques d'accidents, sûreté

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Les scénarios énergétiques induisent des changements dans les technologies et les infrastructures mises en œuvre, avec des niveaux variables de risques d'accident, d'impacts sur la santé et de vulnérabilité aux risques naturels. Ces éléments ne sont pas toujours aisément quantifiables, mais peuvent être approchés à travers des indicateurs sur le niveau d'une activité polluante (poussières fines...), sur le nombre d'installations soumises à risque ou sur la probabilité des accidents.</p> <p>Les impacts et risques restent spécifiques à chacune des énergies considérées, et il est donc difficile d'agréger sous un petit nombre d'indicateurs l'ensemble des éléments à prendre en compte. Plus largement, la comparaison des impacts et des risques devrait imposer une approche systématique, pour les différentes énergies considérées, des impacts et risques en amont, pendant la phase d'exploitation et en aval.</p>	<p>Assez peu de réponses ont été apportées sur ce critère, si ce n'est la réduction des polluants pour l'impact sur la santé, avec une attention particulière à la biomasse pour l'aspect sanitaire ; pas d'éléments sur le risque d'accidents sauf sur la réduction du nucléaire et des fossiles ; pas de réponse sur l'aspect sûreté.</p>
	Avis du GT2
	<p>En fait ce critère regroupe deux idées, la santé, d'une part, et la sûreté avec le risque d'accidents, d'autre part. Les experts sont très conscients de la difficulté à imaginer tous les risques d'accidents et ce qu'ils ont écrit pour le critère 4 sur l'évaluation du risque en probabilité, amplitude et vulnérabilité pourrait parfaitement s'appliquer ici.</p> <p>Le groupe a retenu une recommandation mettant une priorité sur la réduction du risque nucléaire (n° 15).</p>

## 7. Changement climatique

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Les émissions de GES par habitant traduisent le niveau des consommations, la structure des systèmes énergétiques et leurs dynamiques. Les scénarios ne portent en général pas sur l'ensemble des GES et des secteurs, mais ce périmètre global doit être envisagé. Au-delà des émissions intérieures, la question de l'impact des scénarios sur les émissions indirectes dans le commerce extérieur doit être posée (cf. PIB et PNB). Les émissions peuvent être caractérisées en termes de rythme annuel et de cumul.</p>	<p>Pour certains scénarios, la préoccupation du facteur 4 en 2050 n'était pas intégrée, ne serait-ce que parce que leur horizon n'était pas assez éloigné. Pour d'autres, le facteur 4 ne s'applique qu'aux émissions de CO<sup>2</sup> dues à l'énergie. Au final, seules deux trajectoires (EFF et SOB) atteignent le facteur 4 tous GES confondus.</p>
	Avis du GT2
	<p>Le groupe constate ce résultat et réaffirme dans sa recommandation n° 9 qu'il faut considérer les scénarios sous un angle global toutes énergies et tous GES, quels que soient les secteurs.</p>

## 8. Respects des engagements internationaux et nationaux, environnement global et local

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>La France voit, à travers la loi POPE, ses engagements européens et internationaux s'inscrire sur une trajectoire essentiellement caractérisée par les 3 x 20 à 2020 et le facteur 4 à 2050. Le Président de la République a par ailleurs pris l'engagement de réduire à 50 % la part du nucléaire dans la production d'électricité à l'horizon 2025. Le respect des engagements en matière d'environnement local (notamment qualité de l'air) renvoie souvent au système de normes européennes.</p>	<p>Les objectifs à court et moyen termes (2020 et 2025) sont globalement très peu documentés, les scénarios étant souvent conçus pour des horizons plus lointains (2030 voire 2050). Un scénario les trouve atteignables tandis qu'un autre pointe le retard accumulé pour les atteindre en 7 ans.</p>
	Avis du GT2
	<p>Le groupe constate ce manque et demande dans sa recommandation n° 24 que la France intervienne au niveau européen pour la fixation d'objectifs ambitieux à 2030, au moins pour les GES. Si tout le groupe est d'accord pour respecter les engagements français inscrits dans la loi ou les traités européens, une partie conteste l'engagement du Président pour la réduction de la part du nucléaire à 50 %. Cependant le groupe est d'accord pour qu'une étude pluraliste étudie les diverses trajectoires permettant d'atteindre ce niveau (n° 12).</p>

## 9. Résilience et robustesse, réversibilité et flexibilité

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p><u>Robustesse</u>            Une stratégie est dite robuste si sa réponse est peu modifiée par des perturbations. Une stratégie optimisée, mais qui ne fonctionne que dans des conditions particulières ne sera pas robuste.</p> <p><u>Résilience</u>            - « <i>Capacité d'un système à absorber un changement perturbant et à se réorganiser en intégrant ce changement, tout en conservant essentiellement la même fonction, la même structure, la même identité et les mêmes capacités de réaction</i> » (Villes en transition).            - « <i>Art de naviguer dans les torrents</i> » (B. Cyrulnik).</p> <p><u>Réversibilité</u>            Possibilité de revenir, lorsqu'une situation ou une organisation prend fin, à une situation ou une organisation antérieure viable.</p> <p><u>Adaptabilité/flexibilité</u>            Qualité d'un objet qui peut être modifié aisément en harmonie avec les changements auxquels son utilisation est soumise ou peut être soumise.</p> <p>Ces concepts doivent être analysés par rapport à différents types d'incertitudes, sur des chocs ou des évolutions structurelles, tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- risques associés aux accidents majeurs ;</li> <li>- devenir économique (état du monde, croissance de la consommation, capacité de financement...);</li> <li>- aléas sur la consommation et la production d'énergie et infrastructures nécessaires pour ajuster offre et demande (infrastructures de réseau) ;</li> <li>- résultats et temporalité des différents développements technologiques attendus ;</li> <li>- facteurs techniques de robustesse (ex. puissance électrique et pas seulement énergie électrique) ;</li> <li>- cohérences géographiques et solidarité entre territoires, régionaux, nationaux et européen (réseaux et nouveaux moyens de production).</li> </ul>	<p>Les réponses évoquent des tests de sensibilité sur les modèles, la diminution des énergies fossiles importées, le développement des EnR (plus de projets de plus petite taille, plus adaptables).</p> <hr/> <p><b>Avis du GT2</b></p> <p>La globalité de ce critère le rend difficile à préciser. Mais le groupe y tient beaucoup, car c'est un thème qui est revenu de façon récurrente.</p> <p>Un travail de définition des critères de robustesse pourrait être entrepris afin de pouvoir faire la comparaison et l'évaluation des différents scénarios.</p> <p>Le critère apparaît dans la première recommandation très globale (n° 1).</p>

## 10. Cohésion et justice sociale

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Le coefficient budgétaire des ménages pour l'énergie a été stable de 1988 à 2008, en moyenne : 4 % pour l'énergie du logement, 4 % pour l'énergie de transport. En revanche, la part des services (dont télécoms) et des loyers a augmenté de manière continue. Alors que les coefficients de l'alimentation (avant 1988) et des biens manufacturés (après 1988) n'ont cessé de décroître.</p> <p>La taille du logement et la localisation du foyer constituent les facteurs explicatifs dominants des consommations des ménages. Les scénarios induisent une évolution de ces deux facteurs et des prix qui impacte la part de l'énergie dans le budget des ménages et les phénomènes de précarité énergétique. Les scénarios peuvent également se différencier en termes d'accessibilité à des services énergétiques performants, logement et transport.</p>	<p>Peu de réponses sont apportées sur cet aspect, avec seulement deux réponses contradictoires qui caractérise bien le débat au sein du groupe : soit une diminution de la précarité par une politique forte d'économies d'énergie, soit une diminution de la précarité en limitant les économies d'énergie aux opérations rentables, en limitant le développement des EnR (pour ne pas charger la CSPE) et en prolongeant le nucléaire pour maintenir un coût peu cher de l'électricité.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>Une discussion importante avait eu lieu au moment d'adopter ce thème, car beaucoup considéraient qu'il était plus lié aux politiques fiscales et sociales accompagnant la transition énergétique plutôt qu'au scénario lui-même.</p> <p>Ce thème apparaît dans la première recommandation, très générale, qui précise le souci de conduire la transition et ménageant les ménages et les territoires les plus fragiles et les entreprises les plus intensives en énergie.</p>

## 11. Autonomie territoriale et gouvernance des systèmes locaux

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénarios
<p>Plus il y aura développement de systèmes énergétiques locaux intelligents (« smartgrids ») pour l'électricité, mais aussi l'eau chaude, le gaz..., plus il faudra redéfinir les modalités de la gouvernance énergétique territoriale comme la répartition des moyens financiers associés à l'investissement de transition.</p> <p>Les scénarios peuvent conduire à identifier, au moins qualitativement, les conséquences en termes de consommation et de mix de différents schémas de gouvernance énergétique.</p>	<p>Pratiquement aucune réponse n'a été obtenue sauf pour signaler que les EnR décentralisées favorisent cette option.</p>
	<p><b>Avis du GT2</b></p> <p>Force est de constater que ce critère n'a pratiquement pas été pris en compte, certainement du fait que l'approche par les scénarios et les trajectoires est globalisante et se prête mal à une segmentation territoriale. Le groupe n'a pas produit de recommandation dans ce domaine, sachant que la thématique de la gouvernance renvoyait à un autre groupe de travail.</p>

## 12. Faisabilité du scénario : aspects macroéconomiques et technologiques

Qualification par le groupe des experts	Réponse des porteurs de scénario
<p>La facture énergétique de la France représente 3 % du PIB, mais près de 100 % du déficit du commerce extérieur. Le premier impact à considérer est la capacité à réduire cette facture à un coût maîtrisé, puis les questions de financement et de compétitivité. La comparaison macroéconomique des scénarios est toutefois complexe.</p> <p>La disponibilité, dans le temps et en quantité, des différentes technologies nouvelles est un deuxième élément clé de la faisabilité des scénarios.</p>	<p>La faisabilité macroéconomique n'est pratiquement pas documentée par manque d'informations sur les besoins d'investissements. La faisabilité technologique dépend des ruptures technologiques incluses ou non dans le scénario.</p> <p><b>Avis du GT2</b></p> <p>La faisabilité macroéconomique est en cours d'évaluation pour au moins deux scénarios représentatifs des trajectoires SOB et EFF. Il serait intéressant que les autres trajectoires soient aussi évaluées avec ce même modèle ; c'est le sens de la recommandation n° 27 dans son alinéa final.</p> <p>La faisabilité technique est une question pour tous les scénarios, dans la mesure où ils mettent en jeu d'ici 2050 un certain nombre de technologies qui fonctionnent actuellement mais à petite échelle (prototype industriel) et avec des coûts encore incompatibles avec un usage à grande échelle. Des scénarios imaginent une ou des ruptures technologiques, tandis que d'autres ne mettent en œuvre que des techniques déjà connues. Sensible à cette notion de « verrou technologique » pour la transition énergétique, mais aussi à la nécessité d'un accompagnement social du changement, le groupe a émis une recommandation sur la recherche dans ces deux domaines (n° 7).</p>

### III. Recommandations exprimées par les participants du GT2

Les membres du GT2 ont exprimé près de 50 recommandations, qui ont été regroupées en une trentaine pour éviter les redondances, et rassemblées en grandes catégories. Ces recommandations ont ensuite été discutées. Le groupe s'est efforcé de dégager des recommandations rencontrant une majorité substantielle de soutiens, mais il a dû constater des désaccords qui ont été explicités lorsque les positions sont apparues irréconciliables. Ces consensus et ces désaccords s'inscrivent dans un cadre de préoccupations partagées traversé par des divergences connues, et assumées, que le GT2 n'avait pas pour ambition de régler.

#### a. Des préoccupations partagées

L'analyse des recommandations reçues de la part des membres du groupe fait apparaître sept thématiques structurantes. Ces préoccupations, même si elles sont pondérées de façon très différente et conduisent à des choix distincts selon les acteurs, sont partagées :

- la nécessité de construire une trajectoire « robuste » et de définir son pilotage au service des objectifs de la transition énergétique ;
- la question de la demande d'énergie dans ses différentes composantes : place de l'efficacité énergétique et de la sobriété, lien avec des questions telles que l'urbanisme et lien avec le niveau de croissance économique ;
- l'équilibre du bouquet énergétique dans son ensemble, notamment le rôle des énergies renouvelables, biomasse comprise, et du nucléaire ;
- les conséquences économiques : pouvoir d'achat des ménages, notamment des plus fragiles, compétitivité des entreprises, développement de filières industrielles nationales, impact sur l'emploi en solde net et sur les compétences ;
- la création d'un environnement favorable à la transition énergétique : le cadre réglementaire et administratif, la R&D, les incitations économiques et la fiscalité de nature à faciliter et à orienter les investissements et les acteurs économiques ;
- la gouvernance de la transition énergétique, dans la durée et aux différents niveaux de compétence (territorial, régional, national, européen) ;
- l'élargissement de la transition énergétique vers la transition écologique, par exemple avec une meilleure prise en compte de la biodiversité.

#### b. Des divergences connues et assumées

Les préférences marquées par les acteurs pour certaines trajectoires, et les recommandations dont elles sont porteuses, sont en grande partie liées à quelques divergences de fond. Ces désaccords peuvent être exprimés de la façon suivante :

- la recherche de la maîtrise de la facture énergétique, tant extérieure que celle des ménages, des pouvoirs publics et des entreprises, fait consensus dans un contexte haussier des prix des énergies, mais certains privilégient une approche cherchant à minimiser les augmentations de coûts unitaires de l'énergie, alors que d'autres privilégient la réduction des consommations pour obtenir le même résultat ;
- sur les trajectoires de demande d'énergie pour atteindre le facteur 4, certains soulignent la nécessité de réduire la consommation d'énergie finale par deux d'ici à 2050, alors que d'autres soutiennent que différents autres leviers à clarifier peuvent être actionnés ;
- sur la place du nucléaire dans le mix électrique, certains voudraient le réduire significativement, à la fois en deçà de l'objectif gouvernemental de 50 % en 2025, et davantage encore à plus long terme, alors que d'autres pensent que le nucléaire existant devrait être préservé et prolongé et le nouveau nucléaire développé pour conforter une filière d'excellence.

Pour préciser la divergence entre membres du groupe sur la division de la consommation d'énergie finale par deux d'ici 2050, les deux positions sont présentées dans le tableau ci-après.

Position en faveur de l'objectif de division par deux de la consommation d'énergie finale d'ici 2050	Position opposée à l'objectif de division par deux de la consommation d'énergie finale d'ici 2050
<p>Pourquoi une réduction de 50 % de la consommation finale d'énergie en 2050 ?</p> <p>Il n'existe pas de transition énergétique possible sans prise en compte du long terme. Les pétroliers gèrent leurs réserves à 30-40 ans, un réacteur nucléaire engage le demi-siècle, et bien plus avec le démantèlement. Quant au climat, le long terme s'impose et l'objectif de la division par 4 des émissions de GES en 2050 est déjà dans la loi française. Actuellement, ces émissions sont dues pour environ 2/3 au CO2 et pour le tiers restant aux différents gaz issus de pratiques agricoles (méthane, protoxyde d'azote), de certains processus industriels et de la gestion des déchets.</p> <p>La plupart des scénarios proposés se limitent à réduire d'un facteur 4 en 2050 les émissions dues au CO2, sans évoquer le tiers restant. Si ce tiers restant est inchangé, ce qui est probable, le facteur 4 sur le CO2 revient en réalité à un facteur 2 sur l'ensemble des émissions de GES, donc très éloigné des engagements de la France. Parmi les scénarios représentatifs des trajectoires, seuls EFF et SOB qui divisent par deux la consommation d'énergie finale en 2050, ont travaillé sur tous les GES, notamment d'origine agricole, et permettent d'atteindre le facteur 4 sur la totalité des GES. Les scénarios EFF et SOB démontrent que c'est un objectif tout à fait atteignable.</p> <p><b>Ainsi, le respect des engagements déjà pris sur le climat impose de choisir ces trajectoires et d'adopter l'objectif d'une réduction de 50 % de la consommation d'énergie finale en 2050.</b></p>	<p>Viser une réduction de 50 % de la consommation d'énergie à l'horizon 2050 n'est pas recommandé. Un tel objectif n'est en effet ni nécessaire ni atteignable et compromettrait celui de mettre la transition énergétique au service du redressement industriel et de la croissance.</p> <p><b>Un tel objectif n'est pas nécessaire</b> : le facteur 4 sur les émissions de GES peut être atteint en jouant à la fois sur la demande et sur l'offre, par une évolution vers un mix énergétique encore moins émetteur de CO2 qu'aujourd'hui. Plusieurs scénarios étudiés et deux des quatre trajectoires présentées atteignent le facteur 4 ou en sont très proches, en s'appuyant à la fois sur une amélioration de l'intensité énergétique et sur un recours croissant à des vecteurs énergétiques faiblement ou non carbonés, tels que les gaz ou l'électricité produits à partir de renouvelables et/ou de nucléaire.</p> <p><b>Cet objectif ne serait pas atteignable</b> : le facteur 2 sur la consommation à l'horizon 2050 se traduirait de fait par un facteur beaucoup plus contraignant car il faut intégrer la croissance économique et la progression démographique, toutes deux génératrices de demande d'énergie supplémentaire. Un taux de croissance de 1,7 % annuel augmente par exemple de 50 % le PIB sur la période. La poursuite et le renforcement de l'amélioration de l'efficacité énergétique, pleinement souhaitables, sont confrontés au phénomène des rendements décroissants et connaissent donc forcément des limites économiques.</p>

.../...

**Position en faveur de l'objectif de division par deux de la consommation d'énergie finale d'ici 2050**

Mais, fixer des objectifs à long terme ne suffit pas ! Compte tenu de l'inertie du système et du comportement des acteurs économiques, les politiques et mesures permettant la montée en puissance de la sobriété et de l'efficacité énergétiques doivent être mises en place sans attendre.

**Tout aussi essentiels, des objectifs intermédiaires en 2020, 2030 et 2040 doivent permettre de vérifier que la France se trouve sur la trajectoire qu'elle s'est choisie.**

Notons que le principe d'une réduction de la consommation est déjà inscrit dans la loi française (loi POPE de 2005), qui prévoit une baisse de l'intensité énergétique (énergie finale/PIB) de 2 % à partir de 2015 pour atteindre 2,5 % en 2030, un objectif déjà atteint en 2006 et 2007.

En outre, les scénarios correspondant à ces trajectoires, qu'ils soient issus d'agences publiques ou de travaux d'experts indépendants, montrent que cette réduction de la consommation est possible sans réduction du confort, de la mobilité et de la qualité de vie, dès lors que la volonté politique et l'information des citoyens sont au rendez-vous. **Les premières études montrent que ces scénarios génèrent plus de croissance et plus d'emplois que le scénario de « laisser-faire » et contribuent à une amélioration de notre balance commerciale grâce à une réduction des importations d'énergies fossiles.**

Enfin ces trajectoires permettent de réduire les dégâts environnementaux (qualité de l'air, des sols et de l'eau, biodiversité...) et certains risques industriels majeurs comme le risque nucléaire (production réduite ou nulle), rendant ainsi ces **trajectoires plus robustes face aux divers aléas.**

**Position opposée à l'objectif de division par deux de la consommation d'énergie finale d'ici 2050**

Les scénarios qui s'inscrivent dans le facteur 2 sur la demande supposent des changements beaucoup plus profonds, qui touchent au comportement et au choix de société. Il faudrait en particulier inverser les tendances structurelles sur l'habitat, sur l'urbanisme et le taux d'occupation des logements. Le retour du comité citoyen a montré que ces mêmes citoyens n'étaient pas prêts à s'engager dans des changements profonds de comportement. Il serait donc illusoire de fonder l'avenir sur un tel pari.

Enfin, **un tel objectif ne serait pas compatible avec le redressement industriel et plus généralement la croissance économique.** Les investissements massifs à financer seraient pour une large part économiquement très peu rentables et pourraient peser lourdement sur l'économie, creuser les déficits publics et handicaper tout à la fois le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises, au-delà des gains espérés sur la facture d'énergie. Ils auraient enfin un impact global négatif sur l'emploi.

Il convient donc d'adopter une politique énergétique fondée sur une trajectoire qui combine des actions sur la demande et sur l'offre et qui renforce les atouts d'un mix énergétique français déjà très peu émetteur en CO2.

## c. Recommandations sur les orientations générales des trajectoires de transition énergétique

---

### Recommandations consensuelles avec une réserve

1. **Privilégier une trajectoire robuste face aux risques et aux incertitudes, jouant sur un mix énergétique diversifié, à faibles émissions en gaz à effet de serre et fort contenu en emplois, et sur une demande maîtrisée en tirant partie des meilleures technologies sur la durée, en respectant les engagements de la France.**
2. **Conduire la transition énergétique, en l'accompagnant des outils de régulation pertinents, avec le souci de cohérence du rythme de développement de ses différentes composantes et avec la préoccupation de l'impact économique, territorial et de l'emploi, en solde net de la facture énergétique, en particulier pour les ménages les plus fragiles, pour les territoires les plus vulnérables et pour les entreprises les plus intensives en énergie.**
3. **Mettre en place une politique économique, notamment industrielle, en vue de maintenir et développer durablement des filières françaises de l'énergie et de l'efficacité énergétique, y compris avec des partenariats européens et en particulier pour tirer parti des secteurs émergents porteurs d'avenir.**
4. **L'évolution du mix devra être pilotée, selon les orientations initialement retenues, mais en prenant en compte l'évolution du contexte énergétique, économique, technologique, climatique et géopolitique mondial.**

## d. Recommandations sur les conditions de mise en œuvre de la transition énergétique

---

### Recommandations consensuelles

5. **Adopter un programme d'investissement volontariste dans l'efficacité énergétique, en mettant en place les outils d'accompagnement qui rendent économiquement exploitables les potentiels identifiés par le GT1 et en mobilisant les financements publics (BEI, BPI...).**
6. **Faire évoluer, simplifier puis stabiliser le cadre administratif, réglementaire et financier, français et européen, pour le rendre plus encourageant pour les investissements en faveur de la transition énergétique.**
7. **Renforcer le financement public et privé de la recherche pour la transition énergétique dans le cadre d'un objectif global de financement de la recherche, ce dernier étant à hauteur de 3% du PIB selon le traité de Lisbonne. S'efforcer par la R&D française et européenne de faire sauter les verrous technologiques et d'accompagner les mutations sociales pour faciliter la transition énergétique, en incluant les PME et TPE, et en assurant une bonne articulation entre la recherche industrielle et l'ensemble des technologies de rupture.**

### Recommandation consensuelle avec certaines réserves

8. **Créer les incitations économiques nécessaires et réorienter une partie de la fiscalité au service de la transition énergétique en fonction de la stratégie retenue, en cohérence avec les recommandations du GT4.**  
*[Réserves d'une partie des syndicats]*

---

#### Légende :

- les propositions consensuelles en gras

## e. Recommandations sur l'évolution du mix énergétique

---

### Concernant la demande

#### Recommandation consensuelle

**Le groupe constate que les trajectoires actuellement disponibles prévoient une réduction entre 20 % et 50 % en valeur absolue de la consommation d'énergie finale à l'horizon 2050. Toutes s'approchent du facteur 4 sur le CO<sub>2</sub> énergie mais toutes n'atteignent pas le facteur 4 tous GES.**

- 9. Considérer les scénarios sous un angle global toutes énergies et tous GES, combinant une réflexion et des leviers d'action à la fois sur l'offre et la demande, en visant des trajectoires ambitieuses et « sans regret<sup>3</sup> » pour la maîtrise de l'énergie (MDE).**

#### Recommandations non consensuelles

10. Viser le facteur 2 en énergie en complément du facteur 4 sur tous GES à l'horizon 2050.
11. Certains membres du groupe suggèrent donc au Gouvernement de fixer des objectifs intermédiaires ambitieux sur la consommation d'énergie, compatibles avec la fourchette de baisse de 20 % à 50 % à 2050 des trajectoires.

### Concernant le nucléaire

Le groupe constate qu'une large partie des représentants des salariés et des employeurs sont en désaccord avec l'objectif de 50 % de nucléaire en 2025.

#### Recommandations consensuelles

- 12. Lancer une étude pluraliste de faisabilité pour préciser les diverses trajectoires permettant d'atteindre l'objectif de 50 % de nucléaire en 2025 et leurs conséquences, notamment économiques, sociales et environnementales. Elle devra être disponible pour éclairer les parlementaires avant l'examen du projet de loi d'orientation sur la transition énergétique.**
- 13. Demander à la Cour des comptes de poursuivre ses études sur les coûts du nucléaire, notamment pour réduire l'écart entre les évaluations des experts sur le coût du nucléaire (demande conjointe avec GT4).**
- 14. Quel que soit le scénario retenu, la France doit poursuivre son développement dans les filières de démantèlement des centrales nucléaires et de gestion locale des déchets nucléaires pour en faire des filières d'excellence.**
- 15. Concernant l'énergie nucléaire, la réduction du risque nucléaire doit être une priorité, en prenant en compte autant les facteurs techniques que les facteurs sociaux, organisationnels et humains.**

---

<sup>3</sup> Le Groupe intergouvernemental d'évaluation du climat (GIEC) préconise de mettre en œuvre des mesures « sans regret » pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. On les appelle parfois mesures « utiles en tout état de cause ». Ce sont celles dont les bénéfices, tels que les économies d'énergie et les réductions de la pollution sur le plan local ou régional, sont au moins égaux à leur coût pour la société, quels que soient les avantages apportés par l'atténuation des incidences de l'évolution du climat.

## Recommandations non consensuelles

16. Lancer une étude multicritères pour déterminer les réacteurs à fermer en priorité.  
Demande à l'IRSN d'analyser l'ensemble des données dont il dispose sur chaque réacteur, en particulier ses points faibles qui peuvent être liés à l'âge, aux risques naturels, au niveau d'accidentologie, à la vitesse de vieillissement, etc., afin de déterminer par une analyse multicritères comparée les niveaux de sûreté des sites. À cette analyse des risques intrinsèques, sera couplée une analyse des facteurs de risques externes, tels que la densité de population. Cette étude, qui devra déterminer les réacteurs à fermer en priorité, sera rendue publique et, en particulier, expliquée aux CLI et aux élus des territoires.
17. Comparer l'ensemble des risques technologiques majeurs avec le nucléaire, en évaluer le coût de l'assurance et en tirer les conséquences. Aujourd'hui, les installations nucléaires en France sont assurées pour un montant maximum très faible. C'est l'État et les citoyens qui couvriront les frais en cas d'accident.
18. Allongement de la durée d'exploitation des réacteurs nucléaires.  
Demande que les prolongations de la durée de vie des réacteurs nucléaires au-delà de 30 ans fassent l'objet d'une décision politique (autorisation) prise sur la base de données techniques (révision décennale entre autres), en assurant une participation du public conformément à la convention d'Aarhus avant la décision politique.
19. Décision de fermeture de la centrale de Fessenheim.  
La décision de fermeture de Fessenheim a soulevé de nombreux problèmes dont celui de savoir si le Gouvernement était autorisé à fermer un réacteur (alors que l'État est l'actionnaire principal de l'exploitant).  
Demande d'intégrer une disposition législative dans le projet de loi pour permettre au pouvoir politique de fermer des centrales pour des raisons de politiques énergétiques.
20. Au-delà de la réduction à 50 % de la part nucléaire en 2025 :  
Fermer les réacteurs au plus tard en fin de vie (40 ans) ou, pour certains, plus rapidement afin de réduire les risques de sûreté ; réorienter dès maintenant la filière aval (retraitement, MOX) vers une filière d'excellence dans le démantèlement et la gestion des déchets.
21. Dans la définition des trajectoires concernant le nucléaire, faire de la réduction des risques le critère prioritaire ; évaluer tout investissement supplémentaire sur les installations existantes au regard des impacts potentiels en termes d'emplois si les mêmes sommes étaient affectées dans l'efficacité énergétique et/ou les énergies renouvelables.

### Concernant les énergies renouvelables

#### Recommandation consensuelle

22. **Biomasse : tous les scénarios prévoient une utilisation forte de la biomasse. Dans le cadre de leur suivi, le groupe demande une analyse complète comparative des usages de la biomasse dans les scénarios en quantité, qualité, en provenance et en technique et filières de valorisation.**

### Concernant les hydrocarbures, notamment les gaz et huiles de schiste

#### Recommandation non consensuelle

Dans la présentation faite au sein du groupe, l'AIE estime pour son scénario central à horizon 2035 que les hydrocarbures de schiste pourraient représenter un quasi doublement des réserves mondiales d'hydrocarbures. La probabilité d'un effondrement des prix est néanmoins minime, et satisfaire la demande mondiale et française au cours des prochaines décennies nécessitera de faire appel à toutes les énergies. Toujours selon l'AIE, le pétrole continuera de représenter une part majoritaire de l'énergie du transport jusqu'en 2050 (de l'ordre de 85 % en 2030 et 50 % en 2050 pour l'UE, contre 95% aujourd'hui). Dans ce contexte, il serait nécessaire d'identifier les bénéfices pour l'économie nationale de recourir à une ressource domestique plutôt qu'importée.

23. Gaz de schiste : pour permettre une meilleure connaissance des ressources du sol français et des techniques d'extraction, engager un programme de recherche sur ces questions et d'exploration et étudier la possibilité d'une exploitation des gaz de schiste respectueuse de l'environnement.

#### Concernant les objectifs intermédiaires

##### Recommandation consensuelle

24. Objectifs à 2030 : demander au Gouvernement d'intervenir au niveau de l'Union européenne pour que celle-ci se fixe, en cohérence avec ceux retenus en France, des objectifs ambitieux et globaux en matière d'efficacité énergétique, de développement des EnR et de réduction des GES, avec la volonté de les tenir au vu du retour d'expérience sur l'objectif 3x20%. Certaines organisations représentant les employeurs souhaitent, plutôt qu'une combinaison d'objectifs, un seul objectif prioritaire sur les GES.

#### f. Recommandations sur la poursuite de l'analyse prospective et sur la gouvernance de la transition énergétique

---

##### Recommandations consensuelles

25. Création d'un groupe de travail sur le bilan énergétique  
Le GT2 demande la création immédiate d'un groupe de travail pour réviser la méthodologie du bilan énergétique officiel de la France, en tenant compte de la chaleur primaire et en élaborant des diagrammes de Sankey<sup>4</sup>, en conformité avec les standards internationaux.
26. Demander aux pouvoirs publics de reprendre la publication périodique des Coûts de référence pour le système énergétique.
27. Assurer un suivi des scénarios en poursuivant un travail partagé de consolidation des scénarios et de construction d'un dispositif de prospective pour analyser l'ensemble de leurs conséquences, y compris macroéconomiques, sur les emplois, sur les secteurs et les territoires, et en utilisant des modèles de bouclage macroéconomique existants et suffisamment diversifiés, dans le cadre d'une instance appropriée.  
À plus court terme, les scénarios existants pourraient être jaugés en utilisant des modèles de bouclage macroéconomique existants et suffisamment diversifiés.
28. Vecteurs énergétiques : le groupe constate l'importance de l'équilibre offre-demande dans les réseaux, quel que soit le scénario retenu. Un renforcement du travail prospectif est nécessaire sur les différents types de réseaux et leurs fonctionnements combinés.
29. Mieux prendre en compte l'urbanisme, l'aménagement du territoire et l'artificialisation des sols dans les divers scénarios.
30. Inscrire la politique énergétique dans l'approche plus globale de la transition écologique. Le critère biodiversité a été pris en compte comme critère important d'évaluation des scénarios, mais finalement peu documenté. Il faut donc engager des études approfondies pour améliorer la connaissance et permettre un suivi de la mise en œuvre de la stratégie.

---

<sup>4</sup> Un diagramme de Sankey ou diagramme Sankey est un type de diagramme de flux, dans lequel la largeur des flèches est proportionnelle au flux représenté.

## g. Quelques recommandations formulées mais peu soutenues au sein du GT2

Certaines recommandations sont citées ici pour mémoire, car elles n'ont pas rencontré un soutien d'une partie significative du GT. Elles sont néanmoins listées pour témoigner de l'ensemble des contributions portées au débat du GT.

31. Créer un pôle public de l'énergie pour permettre une réappropriation sociale du secteur (droit des citoyens et des salariés).
32. Travailler à une agence européenne de l'énergie pour, sans enlever leur souveraineté aux Nations en la matière, coordonner les choix des pays européens (on pourrait commencer par faire un bilan de la déréglementation du secteur).
33. Sortir en priorité EDF de la Bourse.
34. Créer un pôle public national et des pôles publics locaux du transport et de la distribution d'énergie.

## Conclusion

La mission de notre groupe de travail était ambitieuse et complexe. Alors que tous les autres GT pouvaient s'appuyer directement sur leurs bagages de connaissances pour se concentrer sur la production de propositions et de recommandations, le nôtre a d'abord dû, avec l'aide des experts, s'appropriier les différents exercices de scénarios considérés, puis s'est efforcé d'en comprendre les hypothèses structurantes, les périmètres, les modèles utilisés et leurs principaux résultats. Au terme de nombreuses auditions et grâce à l'organisation des réflexions autour du concept de trajectoires, notre groupe de travail a ainsi acquis une meilleure compréhension des problématiques sous-tendues par chaque exercice et a obtenu une vision plus pertinente des grandes options en cause pour conduire la transition énergétique.

Le groupe de travail a unanimement apprécié la contribution des experts, ceux-ci ayant réussi en un temps réduit à faire œuvre de pédagogie, mais aussi à construire un dossier technique complet et proposer des outils d'analyse très précieux. Que les experts soient donc ici chaleureusement remerciés.

Le groupe a pu hiérarchiser les critères d'évaluation qui avaient été produits au sein même du DNTE sans avoir réussi à les limiter à un nombre plus restreint et plus praticable pour l'évaluation des trajectoires.

Il est vite apparu que la convergence de l'ensemble du groupe de travail sur une seule trajectoire était hors d'atteinte du fait notamment de positions très contrastées sur :

- le maintien ou non du nucléaire comme élément important du mix énergétique et le point de passage en 2025 ;
- le niveau d'ambition sur la réduction de la demande d'énergie à 2050 et le degré d'exigence corrélatif à faire peser sur le secteur énergétique en matière de facteur 4 tous GES.

Mais ces divergences sur les grands objectifs de la transition énergétique n'ont pas empêché de dégager une vision partagée sur certaines de ses conditions de réussite. Il a alors été possible de proposer des recommandations consensuelles sur la conduite de la transition énergétique, recommandations portant sur ses orientations générales, sa mise en œuvre, la définition du mix énergétique et enfin son suivi. Certes, plusieurs recommandations se sont exprimées qui n'ont pu trouver de consensus, mais leur formulation et leur explicitation ont permis de mieux cerner les zones de désaccord quant aux finalités de la transition ou à ses modalités de mise en œuvre dans le registre de la demande ou de l'offre d'énergie. Notre groupe espère ainsi apporter un éclairage utile pour toutes les parties prenantes dans la compréhension des enjeux de la transition énergétique et de ses principaux leviers.

Lors de ce travail collectif, s'est progressivement imposée l'idée que la transition énergétique appelait une cohérence des politiques et un suivi dans la durée de ses effets, de ses réussites comme de ses difficultés : la gouvernance de la transition énergétique qui sera mise en place aura donc une importance déterminante. C'est aussi un des messages forts que notre groupe de travail a souhaité adresser, même si son objet n'entrait pas directement dans le champ de sa mission.

## Liste des participants

Équipe d'animation du groupe de travail		
<b>ARDITI</b>	<b>Maryse</b>	<b>FNE Coordinatrice</b>
<b>DURDILLY</b>	<b>Robert</b>	<b>MEDEF Rapporteur</b>
MARIGNAC	Yves	SG DNTE
MASSET	Philippe	SG DNTE
LAVERGNE	Richard	Co-rapporteur DGEC
TRIGANO	Eléonore	Co-rapporteur DGEC
TUBIANA	Laurence	Membre du COPIL

Membres du groupe des experts		
CALLONNEC	Gaël	ADEME
<b>COLOMBIER</b>	<b>Michel</b>	<b>IDDRI Expert référent</b>
CRASSOUS	Renaud	EdF
<b>CRIQUI</b>	<b>Patrick</b>	<b>Université Grenoble Expert référent</b>
FINIDORI	Esther	Carbone 4
LEGUET	Benoît	CDC
MOISAN	François	ADEME
ROUIL	Laurence	INERIS
VIDALENC	Eric	ADEME

Membres du groupe de travail GT2		
ANDRE	Yann	LPO
BAS	Françoise	UNAF
BAUPIN	Denis	Député
BELON	Daniel	FNCCR
BESCOND	Aurore	FNSEA
BOUCHARD	Georges	MEDEF
BOURGOGNE	Sandrine	CGPME
CAILLETAUD	Marie-Claire	CGT
CAU	Emmanuel	ARF
CAYEUX	Louis	FNSEA

CHORIN	Jacky	FO
CHOUGUIAT	Alain	UPA
DOUILLARD	Pierre	ADEME
DU RUSQUEC	Jean	MEDEF
FINK	Meike	RAC
FLORA	Jean-Luc	DRIHL
FUSELIEZ	Sabrina	FNSEA
GREAU	David	Collaborateur de M. Baupin
GRILLAT	Alexandre	CFE-CGC
HARTMANN	Benoît	FNE
HERIN	Danièle	CPU
JEAN	Christine	LPO
JEDLICZKA	Marc	CLER
KERCKHOVE	Stephen	Agir pour l'environnement
LAPOSTOLET	Bertrand	Fondation Abbé- Pierre
LECOQ	Rosalie	CCI France
LEROY	Céline	CPU
MARCHAL	David	ADEME
MARQUANT	Sabrina	REFEDD
MARTIN	Isabelle	CFDT
MASSEUBE	Florian	CGPME
MATHIS	Paul	FNAUT
MESTRE	Alain	SYNDEX
MILLION	Aurélien	MRRF
MOUCHNINO	Nicolas	UFC Que choisir
MULLER	Isabelle	UFIP
NIEUVIAERT	Jean-Jacques	UFE
OLIVIER	Dominique	CFDT
PAQUIN	Laurent	FNSEA
PERBOS	Pierre	RAC
POIRIER	Julie	MIN Économie
PRAT	Patrice	Député du Gard

PRIEUR	Jean Marc	UNIOPSS
ROBIN	Yves	DGCIS
ROSE	Marc	CFE-CGC
ROY	Nathalie	UPA
SIESS	Damien	ADEME
TAXIL	Christian	CFE-CGC
TOUCHAIS	Philippe	APCA
VIDAL	Serge	CGT
ZERMATI	Audrey	UFE

### Personnes auditionnées par le groupe GT2

CKET	Claude	NEGATEP
ALAZARD-TOUX	Nathalie	IFPEN
BESSON	Christian	AIE
BIBAS	Ruben	CIREN
CHATEAU	Bertrand	ENERDATA
COUTURIER	Christian	SOLAGRO
DESSUS	Benjamin	Global Chance
DEVEZEAUX de LAVERGNE	Jean-Guy	I-TESE
FOULONNEAU	Catherine	GRDF
JABOT	Julien	ENERDATA
JOREL	Martial	IRSN
JEANDRON	Claude	Sauvons le climat
LAPONCHE	Bernard	Global Chance
LEMAISTRE	Jean	GRDF
MAZZENGA	Anthony	GRDF
SALOMON	Thierry	Negawatt
TOPPER	Benjamin	ADEME
VINCENT	Julien	CITEPA
ROUDIL	Jean-Philippe	RTE

## Annexe : Compte rendu des réunions du GT2

### Conseil national du débat sur la transition énergétique Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios

#### Compte rendu de la 1<sup>re</sup> réunion - 14 février 2013

#### **Introduction**

Monsieur Thierry Wahl (secrétaire général du débat) rappelle les grandes lignes du débat et le rôle essentiel du groupe de travail (GT) 2 Mix/scénarios. Madame Maryse Ardit et monsieur Robert Durdilly se portent volontaires pour assurer respectivement les fonctions de coordinatrice et rapporteur du groupe : leurs candidatures sont acceptées à l'unanimité. Ils seront par ailleurs assistés par deux co-rapporteurs issus de l'administration : Richard Lavergne et Éleonore Trigano (DGEC).

#### **Premier temps de discussion introduit par madame Maryse Ardit**

#### **Sur l'organisation des travaux du groupe**

Sur suggestion de la coordinatrice, les participants se mettent d'accord sur l'articulation avec le groupe des experts (le GT exprime ses attentes et le groupe des experts apporte son expertise) et sur l'utilisation d'une méthode d'analyse multicritères en trois temps : dans un premier temps, on essaye de définir collectivement des critères qui s'appliqueront aux scénarios, puis on demande au groupe des experts d'analyser l'ensemble des scénarios du point de vue de chaque critère, isolément; enfin chaque membre du GT, mais aussi chaque citoyen ou le CNDTE peut définir ses préférences entre scénarios par l'application de ses propres pondérations à ces critères.

#### **Sur le choix des scénarios à retenir**

Des désaccords apparaissent sur la possibilité d'étudier des scénarios autres que toutes énergies (scénarios électriques par exemple), sur la possibilité d'étudier des scénarios ne prenant pas en compte tous les objectifs existants et sur les horizons à étudier entre 2020, 2025, 2030 et 2050. Il n'y a pas non plus consensus sur la prise en compte de l'engagement de réduire la part du nucléaire à 50 % de la production d'électricité.

Par ailleurs, les discussions ont donné lieu à plusieurs demandes spécifiques : le MEDEF a souhaité que soit étudié particulièrement le cas du pétrole, avec l'aide du groupe des experts éventuellement, et que des analyses des pays voisins soient faites également. La FNSEA a demandé à ce que la liste des critères reste ouverte au fur et mesure de l'évolution de la discussion. Enfin le député monsieur Denis Baupin a souligné qu'il faudrait faire des hypothèses sur les coûts du carbone, le coût d'un accident nucléaire et le coût exprimé pour les générations présentes et futures.

### **Sur le périmètre de l'analyse**

La méthode de l'analyse multicritères en trois temps fait consensus auprès des participants. Les critères devraient être au nombre de 10 au plus. Plusieurs suggestions sont exprimées : l'emploi, la compétitivité, les filières industrielles, la situation économique, l'impact financier pour les consommateurs, la qualité de vie, l'impact sur les entreprises artisanales, la faisabilité... L'UNAF est d'avis de ne pas être trop général pour pouvoir tenir compte par exemple de l'avis des ménages ou des propriétaires âgés.

Le député monsieur Denis Baupin souligne l'importance de définir une méthodologie pour traiter des coûts et pas seulement des technologies. Le CLER ajoute qu'il faut tenir compte des bénéfices.

### **Présentation de monsieur Michel Colombier, référent du groupe des experts pour le GT, sur le thème des scénarios énergétiques**

Sont évoquées les questions structurantes qui peuvent apparaître à la lecture croisée des scénarios, ainsi que des propositions de contribution sur l'analyse des scénarios et de leurs implications. Le « Powerpoint » correspondant est encore un projet sur lequel l'avis du GT est demandé en vue de sa présentation au Conseil national du 21 février. Il figure en pièce jointe du présent compte rendu.

### **Discussion sur cette présentation**

Un large débat s'ouvre à la suite de cette présentation d'où il ressort notamment les idées suivantes :

- ne pas oublier le gaz d'origine renouvelable et les GES autres que le CO<sub>2</sub> ;
- avoir une quantification des émissions cumulées ;
- interroger les porteurs de scénarios sur leurs objectifs ;
- faire un retour sur les succès et les échecs du Grenelle ;
- présenter les scénarios de manière homogène ;
- détailler le contexte économique lié à chacun des scénarios ;
- les travaux d'ANCRES sont prometteurs dans la classification en trois options sobriété renforcée, décarbonisation par l'électricité et vecteurs diversifiés, mais leur publication demande encore quelques mois.

### **Sur l'organisation des travaux du groupe**

La coordinatrice propose que le GT se réunisse tous les jeudis à 14 h, sauf le jeudi 21 février puisqu'il y a au même moment un CNDTE. Elle demande au SG-DNTE de diffuser à tous les participants les noms et e-mails de chacun.

Les participants sont d'accord pour établir des interactions avec les autres GT, notamment les GT 1 et 3 sur Efficacité et sobriété et EnR/NTE, ainsi qu'avec le groupe des experts qui lui-même a désigné deux référents par GT.

Toutefois le CLER souligne une difficulté liée à la transversalité de ce GT qui a besoin des propositions de politiques et mesures préparées par les autres GT, alors que ces mêmes GT ont besoin du cadrage fourni par le GT Mix/scénarios. Le rapporteur répond qu'il ne s'agit pas de faire des choix, mais d'éclairer des choix et d'aider à les caractériser. Le débat pourra ainsi apprécier grâce aux travaux de ce GT les conséquences des différents niveaux d'ambition qu'il peut vouloir instaurer par secteur ou par filière. Ainsi, l'objectif n'est pas de produire des livrables finaux et d'arrêter une ligne particulière. La coordinatrice précise que le GT doit permettre aux citoyens de se saisir des scénarios.

## **Conclusion**

La coordinatrice demande que, d'ici la prochaine réunion du 28 février, les participants lui transmettent ainsi qu'aux rapporteurs et co-rapporteurs, des propositions sur :

- les demandes à adresser au groupe des experts pour cadrer les enjeux ;
- des listes de critères permettant de qualifier les scénarios sous revue.

La coordinatrice fait une dernière proposition : les experts pourraient éclairer le GT sur les différentes manières d'atteindre l'objectif de 50 % de nucléaire dans la production d'électricité à l'horizon 2025 (augmentation des exportations, fermeture du tiers de la puissance nucléaire). La coordinatrice rappelle qu'il n'est pas question que le sujet du nucléaire occupe tout l'espace de travail du GT, mais qu'une telle évaluation lui semble nécessaire. Cette proposition relance le débat au sein des participants sur la nécessité de prendre en compte l'engagement de réduire le nucléaire. Certains considérant cet engagement comme un prélude au débat, puisque figurant dans la charte de la Conférence environnementale, d'autres ne se sentant pas liés par cette charte.

<b>Conseil national du débat sur la transition énergétique</b> <b>Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios</b>
---

**Compte rendu de la 2<sup>e</sup> réunion - 28 février 2013**

### **35. Discussion sur l'ordre du jour**

La FNCCR revient sur la séance précédente et le refus de certains participants de s'engager sur la charte du débat, notamment quant à la part du nucléaire dans la production d'électricité. La CGT, la CFE-CGC et la CFDT estiment que le débat se doit d'être ouvert et d'étudier tous les types de scénarios.

Le député monsieur Denis Baupin souligne que l'étude de tous les scénarios ne le dérange pas et qu'il comprend que certains membres du GT puissent vouloir envisager d'autres options que les engagements gouvernementaux sans pour autant remettre en cause les décisions politiques inscrites dans la charte. Madame Laurence Tubiana rappelle à ce sujet l'engagement de la ministre Delphine Batho d'avoir un débat ouvert et elle s'en porte elle-même garante. Elle ajoute que c'est bien le Gouvernement qui devra défendre ses propositions suite au débat.

Finalement le CR de la séance n° 1 du 14 février est approuvé à l'unanimité par le GT.

### **36. Fonctionnement du groupe de travail**

En raison des auditions que la ministre a prévu d'organiser le jeudi après-midi en plénière du CNDTE, un nouveau créneau est proposé pour le GT : jeudi matin de 9h30 à 12h30. La prochaine séance (séance n° 3) est fixée au jeudi 14 au matin, la séance suivante (séance n° 4) est fixée au 21 mars au matin avec un rythme d'une semaine sur deux ensuite.

### **37. Discussion d'introduction sur les critères**

Le GT repart de la liste de critère établie par le CNDTE lors de la plénière précédente.

Les critères devraient pouvoir être classés dans quatre familles différentes : trois familles correspondant aux trois piliers du développement durable et une dernière famille sur la crédibilité et la faisabilité. Pour le CLER, il faut considérer deux classes de scénario : une « golden class » pour les scénarios qui offrent une vision de l'ensemble de l'économie et une « classe économie » pour les scénarios sectoriels uniquement. La coordinatrice revient sur l'idée de la flexibilité et la résilience, qui a été mentionnée par à peu près tous les collègues lors du Conseil national du 21 février. La CFDT s'interroge sur la position de critères en rapport avec les aspects régaliens (indépendance énergétique, sécurité d'approvisionnement) dans une telle classification. Le CLER souligne la différence entre les critères d'appréciation de la cohérence d'un scénario d'un côté, et ceux de résilience et de gouvernance d'un autre côté. Le rapporteur propose de prendre acte que le terme résilience s'applique plutôt à la société et qu'il vaut mieux éviter de l'utiliser s'agissant d'un critère d'évaluation des scénarios et préférer les termes de flexibilité, robustesse ou faisabilité.

Le CLER regrette l'absence des experts pour cette réunion et souhaite que les experts s'assurent qu'un représentant soit présent dorénavant. Madame Laurence Tubiana et la coordinatrice en sont d'accord.

### **38. Appréciation des critères**

Sur proposition de la coordinatrice, la discussion se base sur la liste des critères énoncés par les différents collèges représentés en séance du CNDTE du 21 février, en demandant à chaque participant présent du GT de voter en faveur ou non de la prise en compte du critère considéré.

Critère	Nombre de votes obtenus
Respect des engagements acquis	10
Résilience, flexibilité, robustesse, adaptabilité, réversibilité, faisabilité	15
Emploi et filières professionnelles	18
Agrégation des SRCAE	0
Indépendance énergétique/Sécurité d’approvisionnement	16
Cohésion sociale/Justice sociale	7
Transparence des hypothèses	0
Investissement nécessités par le scénario	10
Prix et coûts de l’énergie, économie et coûts des services énergétiques	15
Impact sur le réchauffement climatique	10
Biodiversité, impacts environnementaux	7
Gestion des ressources, économie des ressources	9
Impact santé (qualité de l’air), risques, accidents, sûreté, sécurité	14
Marge et autonomie territoriale – citoyenne	5
Faisabilité des scénarios 2025-2030 puis 2050	5
Chiffrage économique des scénarios (coûts et bénéfices)	7
Diversité des flux	0
Capacité interconnexions, puissance, intermittence, pointe (réseaux)	4

### 39.Sélection de la liste finale des critères

Le rapporteur rappelle que le référent expert Michel Colombier a proposé de compléter les scénarios en liaison avec les auteurs des scénarios.

La coordinatrice propose de réunir dans le même critère les aspects gestion et économie des ressources, biodiversité et impact environnemental global. Le GT accepte. Le député monsieur Denis Baupin insiste pour que le terme gestion des ressources apparaisse clairement dans l’intitulé du critère.

Le CLER et UFC s’interrogent sur la définition du critère chiffrage économique, ils proposent de réunir investissement et chiffrage économique.

La question de l’horizon de temps des scénarios est aussi évoquée, le CLER préconisant que seuls les scénarios se projetant à 2050 soient pris en compte. Le rapporteur souligne que les deux échéances 2030 et 2050 ont leur intérêt : une approche 2030 de nature projective étant certainement plus solide en termes de prévisions alors que l’échéance 2050 permet de traduire une vision ou une ambition mais se trouve plus incertaine dans sa réalisation. Il préconise qu’aucun de ces scénarios ne soit exclu a priori et que le groupe des experts, dans son approche trajectoire à construire, puisse s’appuyer sur toutes les contributions.

La coordinatrice, madame Maryse Arditi, craint que le critère justice et cohésion sociale ne soit pas forcément facile à appliquer pour évaluer les scénarios, mais le député monsieur Denis Baupin ainsi que la CFDT insistent pour conserver ce critère. Madame Laurence Tubiana suggère de renvoyer ces questions aux experts.

De même, un débat s’ouvre sur le critère marge et autonomie territoriale citoyenne dont certains s’interrogent de son caractère opératoire en tant que critère.

Sur la dimension européenne et internationale, le rapporteur, monsieur Robert Durdilly, estime que le contexte européen et mondial doit être pris en compte. Mais plutôt que d'en faire un critère, il propose que le groupe des experts apporte un éclairage autant que possible sur cet environnement international. La proposition est acceptée par le GT. Neuf critères sont unanimement retenus par le GT :

- résilience, flexibilité, robustesse, adaptabilité, réversibilité, faisabilité ;
- emploi et filières professionnelles ;
- indépendance énergétique et sécurité d'approvisionnement ;
- prix et coûts de l'énergie, économie et coûts des services énergétiques ;
- impact santé (qualité de l'air), risques, accidents, sûreté, sécurité ;
- respect des engagements acquis ;
- investissements et chiffrage des scénarios ;
- impact sur le réchauffement climatique ;
- gestion et économie des ressources, biodiversité et impact environnemental global.

Le statut de deux critères qui ont fait l'objet d'un débat sera tranché suite à l'avis des experts :

- cohésion et justice sociale ;
- marge et autonomie territoriale et citoyenne.

### **Conclusions**

La coordinatrice prévoit un échange avec les experts et rendra compte du calage définitif lors de la prochaine séance, le 14 mars. La coordinatrice demande officiellement au groupe des experts de commencer à travailler sur le regroupement des scénarios pour venir présenter à la prochaine réunion du GT, le 14 mars, les trois ou quatre trajectoires retenues, sachant que l'objectif essentiel devra être d'expliquer simplement ce qui caractérise chaque trajectoire.

Le CLER pose la question du scénario tendanciel ou de référence qui puisse permettre une comparaison des différents scénarios. Le rapporteur monsieur Robert Durdilly précise que ce point est en cours de traitement par le groupe des experts. Le CLER souhaite que le scénario de référence prenne en compte les aspects conjoncturels. Le rapporteur convient qu'il est souhaitable de s'appuyer sur un scénario de référence le plus proche possible du « business as usual » tendanciel. Le député monsieur Denis Baupin rappelle sa suggestion d'auditionner les auteurs sur un certain nombre de scénarios.

<b>Conseil national du débat sur la transition énergétique</b> <b>Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios</b>
---

**Compte rendu de la 3<sup>e</sup> réunion - 14 mars 2013**

La réunion est animée par madame Maryse Ardit, coordonnatrice, avec monsieur J.-J. Nieuviaert comme rapporteur en remplacement de monsieur Robert Durdilly, exceptionnellement empêché. Les co-rapporteurs DGEC sont Eléonore Trigano et Richard Lavergne. Représentent le SG-DNTE Anne Lemaire-Dujin et Philippe Masset, ainsi qu'en tout début de séance messieurs Thierry Wahl et Yves Marignac.

### **Introduction**

Le député monsieur D. Baupin souhaite que les discussions portent assez vite sur le contenu des scénarios, après deux réunions portant plutôt sur la méthode. Monsieur T. Wahl partage ce sentiment et en profite pour rappeler aux personnes présentes éventuellement concernées que le groupe des experts a fait des demandes d'informations aux différents porteurs de scénarios. Ces demandes n'ont été que partiellement satisfaites, ce qui pourrait compliquer le débat politique prévu en CNDTE le 21 mars. En l'absence de données, les experts et le SG qualifieront eux-mêmes les différents scénarios.

Monsieur T. Wahl rappelle enfin que les CNDTE d'avril ont pour objet le retour des GT 1, 3 et 5. Le CNDTE du mois de mai attend le retour des GT 2 et 4. Les CNDTE de juin et de juillet devront permettre une discussion sur les projets de livrables.

### **Calage des dates des réunions à venir et adoption du CR de la réunion du 28 février**

Le CR de la réunion précédente est adopté, ainsi que **les dates des prochaines réunions : 21 mars, 4 avril, 11 avril, 25 avril**. Madame Ardit mentionne le besoin d'accélérer le rythme des réunions pour répondre aux demandes du CNDTE, tout en laissant le temps aux experts de travailler.

### **Présentation par les experts (monsieur P. Criqui et monsieur M. Colombier par conférence téléphonique) de la méthodologie d'analyse des scénarios, au regard des critères adoptés le 28 février**

Madame Ardit indique que les experts ne pourront finalement pas présenter aujourd'hui une première approche des trajectoires, cette présentation se fera donc au prochain GT2 le matin du 21 mars, puis au CNDTE l'après-midi du même jour. Elle demande à ce que les interventions pendant la présentation Powerpoint (jointe en annexe au présent compte rendu) se limitent aux questions de compréhension, les commentaires devant venir après.

Les interventions suivantes ont lieu pendant la présentation des experts.

Les participants ont débattu la possible inclusion de l'évolution de la demande d'énergie parmi les critères. Monsieur J.-J. Nieuviaert plaide pour que la demande d'énergie fasse partie des critères car elle constitue un facteur important de la macro-économie. Madame Ardit explique que la demande est un des paramètres clés qui va permettre de classer les scénarios et de qualifier les trajectoires, mais ce n'est pas un critère tel que nous les avons définis, à savoir au nom de quoi les citoyens vont apprécier la diversité des scénarios. La question de la demande et de ses déterminants fera de plus l'objet d'un travail particulier entre les GT 1 et 2.

### **Critère n° 1 : coûts et prix de l'énergie, économie et coûts des services énergétiques**

Le MEDEF insiste sur l'importance de mettre en évidence la valeur relative de ce critère et souhaite des indicateurs de comparaison de la situation de la France avec celle des autres pays.

## **Critère n° 2 : investissements**

Monsieur le député D. Baupin et monsieur M. Jedliczka souhaitent respectivement que soient traitées, d'une part, la question de la répartition du financement des investissements entre le secteur privé et les pouvoirs publics, d'autre part, la question du coût de l'assurance.

## **Critère n° 5 : gestion et économie des ressources, biodiversité et impact environnemental**

Monsieur le député D. Baupin souhaite s'assurer que les combustibles sont bien compris parmi les ressources considérées par les experts. Monsieur J.-J. Nieuviaert ajoute que toutes les formes de matériaux (y compris les terres rares) doivent être étudiées.

## **Critère n° 7 : changement climatique et émissions**

Plusieurs interventions portent sur le périmètre des émissions (CO<sub>2</sub> uniquement dans la diapositive des experts considérée) et sur l'intérêt de prendre en compte l'empreinte carbone de l'électricité (importée et exportée). Les experts arguent que les données sont difficiles sur ce thème et qu'elles entraînent des blocages dans les négociations climatiques.

## **Critère n° 9 : résilience, robustesse, adaptabilité, réversibilité, flexibilité**

Suite à une suggestion de monsieur P. Perbos (RAC), un consensus apparaît pour traiter les deux notions de ce critère de manière séparée : la résilience et robustesse d'un côté et l'adaptabilité et la réversibilité de l'autre.

Monsieur le député D. Baupin souhaite que les accidents majeurs soient ajoutés à la liste du transparent 16. Madame M.-C. Cailletaud (CGT) souhaite que les risques géopolitiques soient présents également. Les experts en prennent note.

Une discussion s'ouvre sur les évolutions technologiques : le MEDEF, monsieur P. Criqui et monsieur M. Jedliczka souhaitent que les évolutions/ruptures technologiques soient ajoutées également à cette liste. Madame Arditì estime que ce n'est pas un critère, mais plutôt l'un des indicateurs de la faisabilité des scénarios (critère n° 12). Patrick Criqui acquiesce.

## **Critère n° 10 : cohésion et justice sociale**

Monsieur J.-J. Nieuviaert revient sur le poids du foncier et son impact sur la capacité des ménages à investir dans de nouveaux systèmes énergétiques. Monsieur M. Jedliczka souhaite qu'on distingue le besoin de transport incompressible du besoin de mobilité qui pourrait être reporté sur d'autres modes (il pense au télétravail notamment). Monsieur P. Criqui répond que cela pourrait être renseigné plutôt de manière qualitative.

## **Critère n° 12 : aspect macroéconomique et faisabilité des scénarios**

Monsieur J.-J. Nieuviaert s'interroge sur l'ordre donné des critères et souligne que le critère n° 12 a une importance fondamentale. Madame Arditì précise que le critère n° 12 doit étudier les aspects macroéconomiques et la faisabilité des scénarios. Monsieur P. Criqui en prend note.

## Discussion sur la présentation du groupe des experts

Monsieur Grillat (CFE-CGC) partage la nécessité de mettre la demande au cœur du dispositif, il revient sur la nécessité d'intégrer une analyse macroéconomique des scénarios. Il souhaite que la programmation possible des moyens de production soit prise en compte. Il signale également le développement des EnR intermittentes, rappelle que le rôle des gestionnaires de réseau doit être pris en compte dans l'indicateur de sécurité d'approvisionnement. Il souhaite également que la qualification des emplois et leur propension à favoriser les exportations par un haut niveau de technicité soient ajoutées à la réflexion sur le critère emploi. Enfin, il souhaite que l'étude sur le critère autonomie territoriale soit faite en lien avec les travaux du GT 5.

Madame M.-C. Cailletaud (CGT) salue le travail accompli par les experts. Elle partage les remarques de monsieur A. Grillat sur les notions d'emploi et d'autonomie. Sur le critère d'indépendance énergétique, il devra être étudié également par l'angle des réserves. La CGT s'oppose à l'inclusion du coût d'un accident nucléaire dans le coût total, ou alors il faudrait intégrer tous les accidents possibles dans les autres formes d'énergie (barrage qui s'écroule, marée noire...).

Monsieur P. Perbos (RAC) revient sur les risques, déchets et fin d'exploitation ; l'existence d'une filière est une condition nécessaire mais pas suffisante, il faudra ajouter un critère qualitatif à cet indicateur (quelle efficacité de la filière ?). Il précise également qu'au vu de la différence entre émissions territoriales (sur le sol français) et émissions liées à la consommation (en comptant le contenu en CO<sub>2</sub> des importations), ne considérer que les émissions territoriales lui semblent très réducteur. Il souhaite en outre intégrer la nature géopolitique de nos sources d'approvisionnement.

Monsieur M. Jedliczka note des soucis sémantiques et des choix d'exemples à équilibrer. Il souhaite que la diapositive sur le critère n° 3 soit clarifiée et que l'effet induit sur l'emploi plutôt que l'emploi induit soit étudié. Il cite le cas de l'Allemagne où le retour à l'emploi des chômeurs a permis de baisser les dépenses sociales. Il n'est pas d'accord avec les propos de monsieur A. Grillat qui souhaite favoriser la création d'emploi de haute qualification ; pour lui il y a un réel besoin d'emplois qualifiés mais pas uniquement d'ingénieurs. Enfin, il précise que la notion d'autonomie énergétique n'est pas une notion d'autarcie et correspond à la capacité à maîtriser les approvisionnements du territoire.

Monsieur le député D. Baupin rappelle qu'il faut distinguer différents types de consommateurs pour étudier l'acceptabilité de la transition énergétique. Il rappelle sa remarque précédente : la part des investissements publics doit être prise en compte dans l'évaluation des investissements prévus par un scénario. Sur le critère n° 6, il estime que le coût de tous les accidents doit être pris en compte. Sur le critère n° 10, il souhaite la présence d'indicateurs d'accessibilité aux services (proximité d'une offre de mobilité notamment). Sur la question de l'autonomie énergétique locale, cela va dans le même sens pour lui que l'indépendance énergétique au niveau national. Enfin, bien qu'il existe un critère sur l'emploi, cette question doit également être traitée dans le critère n° 12 sur les aspects macroéconomiques.

Monsieur Masseube (CGPME) souhaite que l'impact sur les électro-intensifs des commerçants soit également pris en compte. Il souhaite que le critère délai de paiement entre dans le critère n° 3 sur l'emploi.

Madame S. Marquant (REFEDD) regrette que l'éducation ne soit pas vraiment prise en compte dans les critères présentés et souhaite que les investissements dans la formation soient pris en compte dans le critère n° 2.

Madame R. Lecoq (CCI France) exprime son accord avec monsieur M. Jedliczka pour intégrer les effets induits sur l'emploi.

Monsieur P. Mathis (FNAUT) souhaite que soit étudiée la question de la durabilité de l'usage des sols. Par ailleurs, il rappelle que si l'autonomie territoriale doit être financée par la productivité nationale, il faut le préciser. Enfin, dans le critère n° 8, l'atteinte du facteur 4 étant un objectif non négociable, il ne devrait pas apparaître en tant que critère.

Madame D. Herin (CPU) est gênée par la non prise en compte de l'enseignement supérieur (technicien, ingénieur, équivalent doctorat, formation). Elle est surprise de ne pas voir apparaître la recherche et notamment les projets d'investissement d'avenir qui engagent la France pour les années à venir. Elle mentionne en particulier les IEED (instituts d'excellence pour les énergies décarbonées).

Monsieur P. Douillard (ADEME) souscrit à l'intérêt d'un indicateur sur la formation et l'enseignement, en particulier la formation dans le secteur du bâtiment. Sur l'emploi induit, il estime que cela sera inclus dans l'évaluation macroéconomique.

Le MEDEF réitère son souhait d'avoir des éléments comparatifs de prix pour le critère n° 1. Sur le critère n° 3 (emploi), il souhaite qu'on s'interroge sur l'impact en termes d'emploi de la valorisation de ressources énergétiques nationales comme les gaz de schiste. Il revient sur les filières d'excellence françaises exportatrices, rappelant que la filière des hydrocarbures en est une (plates-formes pétrolières, forages, tuyaux...). Cette possibilité d'exporter doit être prise en compte dans les filières nouvelles et dans les emplois créés. Enfin, il souhaite que soient liées les notions d'évolution technologique et de réversibilité des choix.

Monsieur J.J. Nieuviaert revient sur la formation et sur le risque. Il souligne la nécessité d'une double formation : celle du consommateur et celle des professionnels. Par ailleurs, il ajoute au risque fournisseur le risque transport, notamment pour le transport du pétrole et du gaz dans quelques détroits exposés ; il rappelle que le coût du risque doit être associé à la probabilité que ce risque se réalise. Enfin, il souligne le point essentiel lié à la connectivité et à la solidarité du système, plus précisément la nécessité d'avoir des interconnexions en Europe pour assurer la sécurité du système. La pertinence des infrastructures doit être mesurée aussi en puissance, et non pas seulement en production. Il rappelle enfin que la problématique macroéconomique doit être prise en compte en aval, mais également en amont.

Madame M. Arditi relève la phrase dans les PPT « les prix doivent refléter les coûts », ce qui n'est pas le cas aujourd'hui pour l'électricité. Par ailleurs, elle se demande si le développement des mailles locales ne peut pas aboutir à un allègement des réseaux de transport nationaux. Elle est d'accord avec monsieur J.J. Nieuviaert sur la nécessité de multiplier le coût associé au risque par la probabilité, mais avec une indétermination lourde quand la probabilité est très faible et le risque très élevé. Elle souhaite que le critère n° 8 étudie tous les GES, en particulier le méthane, et pas uniquement le CO<sub>2</sub>.

Monsieur P. Criqui revient sur l'autonomie territoriale et considère qu'une solidarité entre les territoires doit être conservée. Il y a pour lui un équilibre à trouver. Sur les émissions territoriales, ce message doit en effet être transmis au citoyen, mais cette notion devrait être évitée dans les négociations internationales car autrement elles en seraient bloquées. Monsieur P. Perbos pense que, dans l'enceinte du débat et non dans les négociations internationales, ce critère pourrait quand même être pris en compte.

## **Conclusion**

Madame Arditì propose que l'ordre du jour de la réunion du Groupe le 21 mars à 9h30 comprenne au moins les trois points :

- les «familles de trajectoires ;
- les demandes à adresser aux experts ;
- la suite des travaux, par exemple sous forme d'interviews de porteurs de scénario ou de débats sectoriels, par exemple avec le GT n°1 sur la demande d'énergie.

Madame Arditì demande à chaque membre du GT n° 2 de réfléchir à des propositions à faire sur les points 2) et 3) d'ici le 21 mars.

**Compte rendu de la 4<sup>e</sup> réunion du 21 mars 2013**

La réunion est animée par madame Maryse Arditi, coordonnatrice, avec monsieur Robert Durdilly, rapporteur et monsieur Richard Lavergne co-rapporteur DGEC (madame Eléonore Trigano étant empêchée). Monsieur le secrétaire général Thierry Wahl, monsieur Yves Marignac, madame Anne Lemaire-Dujin et monsieur Philippe Masset, représentent le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par monsieur Michel Colombier et monsieur Patrick Criqui.

**1. Adoption du compte rendu de la réunion précédente**

Les remarques des participants ayant été prises en compte, le compte rendu de la réunion du 14 mars est approuvé à l'unanimité.

**2. Commandes de travaux à adresser au groupe des experts**

Monsieur le député D. Baupin souhaiterait que les experts précisent comment on peut intégrer dans un scénario le fait qu'une autorité indépendante peut décider de l'arrêt d'une centrale, comment inclure cette vulnérabilité sur la durée d'amortissement. Cela renvoie à la robustesse et la résilience des scénarios et pose la question de la quantification de ce risque sur la valeur d'un investissement et sur le coût du kWh.

M.-P. Perbos (RAC) formule deux propositions :

- comme le parc nucléaire va être au cœur du débat, surtout après avoir les résultats du GT1, il conviendrait de disposer d'éléments sur la sûreté des réacteurs, avoir une étude exhaustive par une autorité indépendante assistée d'experts pluralistes pour nous éclairer sur les choix. Le GT2 pourrait faire un cahier des charges ;
- il serait utile de disposer d'une étude sur les aspects socio-économiques en lien avec les scénarios, les types d'emplois, les retombées sur le PIB, l'impact de la balance commerciale, etc.

M. Jedliczka (CLER) propose deux analyses sur la façon de prendre en compte dans les scénarios, d'une part, les impacts sur la biodiversité, d'autre part, les matériaux stratégiques pour l'industrie, par exemple pour les batteries.

M. L. Paquin (FNSEA) souhaite une analyse du nombre d'emplois qu'on supprime en parallèle avec ceux qu'on crée, au moins en ordre de grandeur.

Mme N. Roy (UPA), conjointement avec Mme S. Bourgogne (CGPME), souhaite une étude de l'impact sur la compétitivité, les charges des entreprises, les emplois, par taille d'entreprises et secteurs d'activité...

Le rapporteur R. Durdilly souligne l'importance de la demande d'énergie dans la détermination des trajectoires, notamment pour l'électricité avec les effets du développement des NTIC, des transferts d'usage, de l'efficacité énergétique et de la sobriété. Il rappelle qu'il a été convenu d'une réunion à ce sujet entre les GT1 et GT2, avec l'appui des experts. Au nom du MEDEF, il demande une analyse sur l'intégration des EnR électriques dans le système énergétique, au-delà des questions de réseau, pour traiter de l'équilibre général du système énergétique, du back-up, etc. Il formule une deuxième proposition d'analyse de l'impact du prix de l'énergie sur l'emploi et la croissance économique en utilisant des modèles économiques.

P. Mathis (FNAUT) remarque que certains scénarios font appel à la biomasse, mais il a des doutes sur les potentiels mentionnés et il lui semblerait utile d'obtenir un éclairage de la part des experts.

La coordinatrice Mme Ardit remarque qu'on entend beaucoup parler des biocarburants, des gaz de schiste, des schistes bitumineux. Il lui paraîtrait utile d'avoir un éclairage des experts en ACV sur les GES émis par ces filières. Il s'agirait d'obtenir une vision d'ensemble avec des études comparatives.

Mme C. Jean (LPO) souhaite des informations plus précises sur la façon dont les scénarios intègrent l'impact en termes de biodiversité des filières EnR.

M. Paquin insiste pour qu'on utilise le mot biocarburant plutôt qu'agrocarburant. Il fait remarquer que pour les GES il faut être complet, notamment sur l'apport de protéines ou sinon on fausse les résultats en oubliant les économies de protéines.

M. D. Siess (ADEME) indique que dans les ACV de l'ADEME les coproduits sont bien pris en compte mais il est difficile de répartir les impacts, d'autant qu'il y a plusieurs modélisations possibles. M. Perbos soutient cette remarque.

#### Réponse du groupe des experts :

M. M. Colombier indique que les experts peuvent affiner les résultats sur les scénarios, par exemple sur les filières de biomasse, grâce au dépouillement des « templates », mais qu'il y a une limite liée aux renseignements fournis par les porteurs de scénarios.

M. P. Criqui estime que les thèmes de travaux évoqués par les membres du groupe sont souvent complexes mais déjà bien explorés, le problème étant de mobiliser les contributions. Par exemple, concernant l'incertitude sur la durée de vie des centrales, il évoque les travaux de Claude Henry sur la prise en compte de l'incertitude dans le calcul économique. Sur le calcul socio-économique et la macroéconomie, il souligne que les modèles sont très sensibles à quelques changements minimes de paramètres et envisage de mobiliser des modèles du type de ceux par Ch. de Perthuis pour le Comité Trajectoires 2020-2050, Three-Me de l'ADEME ou Nemesis. Pour les matériaux stratégiques, il pourrait être fait appel au CNRS. Pour les EnR variables, un contact avec GT3 serait nécessaire.

Le rapporteur M. R. Durdilly estime qu'il faut renforcer l'analyse de l'impact sur le système électrique. M. Colombier considère qu'il faut travailler avec GT3 pour avoir une vision systémique. M. Jedliczka estime qu'il ne faut pas se focaliser que sur l'électricité et que ça dépend de la taille des équipements, par exemple le schéma décennal de RTE est trop concentré sur l'éolien et les interconnexions. Il faut regarder le niveau local. M. Siess fait remarquer que ce n'est pas qu'une question sur les EnR, il y a aussi les fluctuations de consommation.

La coordinatrice Mme Ardit ajoute que des GT du CNDTE vont se réunir sur les thèmes de l'emploi et de la compétitivité. Elle souhaite obtenir du groupe des experts des éclairages en 3-4 pages décrivant au moins la problématique. Sur le nucléaire, elle remarque qu'un jour on va fermer des centrales et que les territoires sont les mieux à mêmes pour s'y adapter à condition d'être informé de l'ordre de 9 ans à l'avance. D'où sa suggestion que le groupe des experts mobilise l'IRSN pour regarder l'âge des centrales, les risques locaux, l'état des centrales et dire quelles sont les 15 centrales les plus propices à une fermeture.

Monsieur Y. Marniac (SG-DNTE) ne pense pas que l'IRSN soit en mesure de produire une telle liste. Par contre, l'IRSN pourrait donner un éclairage sur le type de risques, par exemple en fonction du standard du réacteur.

En conclusion, la coordinatrice Mme Ardit souligne l'importance d'organiser des réunions de coordination GT1-GT2 et GT3-GT2. Elle propose que de regarder plus en détail avec les rapporteurs et les experts comment avancer sur ces commandes de travaux.

### **3. Suite des travaux du groupe GT2**

La coordonnatrice Mme Ardit propose que certains porteurs de scénarios soient auditionnés, plutôt ceux qui ont produit des scénarios complets et contrastés.

M. Perbos considère que ces auditions sont indispensables et qu'un lien pourrait être fait avec l'évaluation des scénarios sur la base des critères retenus par GT2.

Monsieur le député D. Baupin cite Négawatt, Négatep, UFE, ADEME... On a envie de les questionner et de sortir des préjugés. Essayer de s'enrichir pour comprendre l'origine des contrastes.

Le rapporteur M. Durdilly craint que le processus ne soit trop long et suggère de se faire aider par les experts pour poser de bonnes questions.

Mme Jean suggère d'entendre les porteurs de scénarios sans attendre la fin de l'analyse par les experts.

M. G. Bouchard (MEDEF) considère que l'analyse des scénarios devrait être ciblée sur les contrastes.

M. Paquin demande que ces auditions aident à connaître les conséquences des trajectoires sur nos secteurs d'activité respectifs, ou au moins de nous permettre de faire ce travail.

M. P. Criqui précise, s'agissant des critères, qu'à partir des « templates » les experts pourront construire un bilan énergétique simplifié pour chaque scénario, mais qu'il y aura des « trous » sur d'autres paramètres, par exemple sur les prix. Une étape suivante serait d'utiliser des modèles simplifiés, par exemple pour avoir les montants d'investissements.

En conclusion, la coordinatrice Mme Ardit propose de revenir sur le sujet à la fin de la séance après la présentation des experts.

### **4. Présentation par les experts sur le thème : Quelles trajectoires ? (scénarios existants)**

M. Colombier utilise le Powerpoint joint en annexe pour faire sa présentation.

M. le secrétaire général du débat Thierry Wahl indique que le CNDTE de l'après-midi bénéficiera d'une version légèrement actualisée de ce Powerpoint.

M. Colombier indique qu'il a analysé 25 scénarios et s'est efforcé de les regrouper selon de grands invariants qui correspondent à des directions de politique énergétique. Il s'agit d'identifier quels grands choix sont faits puis de revenir vers chaque scénario du groupe considéré pour apporter plus de détails. On obtient des familles de solutions sur lesquelles on peut appliquer l'analyse de la dizaine de critères retenus par GT2. Les questionnements par familles portent sur la faisabilité, l'attractivité/rejet de certaines options, les performances économiques, sociales et environnementales.

Pour poursuivre l'analyse, M. Colombier pense qu'il aurait fallu bâtir un nouvel exercice de scénarios visant à tester les différents arbitrages possibles dans un cadre d'élaboration commun, dans l'esprit de ce que faisait jadis l'ex-commissariat général au plan.

Il s'ensuit une riche discussion avec les membres du groupe, tant sur la forme de la présentation que sur le fond, avec des questionnements pour les experts.

M. Colombier précise en particulier sur l'effet des prix internationaux, qu'il ne faut pas chercher à prédire l'avenir mais plutôt à le construire. Si les prix varient par rapport à une construction donnée, il s'agit de savoir comment il est possible d'adapter les politiques pour pouvoir maintenir les objectifs de la construction, par exemple en jouant sur la fiscalité. On peut avoir des politiques robustes aux évolutions de prix : par exemple un logement bien isolé ne va pas consommer beaucoup plus si les prix de l'énergie baissent.

La coordinatrice Mme Ardit insiste sur le besoin de pédagogie et de complément par des phrases en plus des graphiques. Elle considère que l'exercice présenté est d'une grande richesse intellectuelle et que l'analyse proposée permet de comprendre les différences fondamentales entre les scénarios. Par exemple Greenpeace et Négawatt ont à peu près la même production d'électricité mais avec des usages bien différents, le premier en recourant systématiquement à l'électricité dans tous les usages, à la différence de Négawatt plus diversifié, par exemple avec la méthanisation.

En conclusion la coordinatrice Mme Ardit félicite les experts pour leur investissement considérable et leur suggère de prendre en compte la discussion qui s'est tenue pour produire une version améliorée de leur présentation.

La coordinatrice Maryse Ardit demande au groupe s'il souhaite qu'on décide maintenant des scénarios à auditionner ou s'il donne délégation au bureau pour cela ; c'est le second choix qui est retenu par le groupe

### **Prochaine réunion**

La coordinatrice Madame Ardit rappelle que la prochaine réunion se tiendra le jeudi 4 avril à 9h30, dans un lieu qui sera précisé par le SG-DNTE.

<b>Conseil national du débat sur la transition énergétique</b> <b>Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios</b>
---

Compte rendu de la 5<sup>e</sup> réunion du 4 avril 2013

La réunion est animée par madame Maryse Arditi, coordonnatrice, avec M. Robert Durdilly, rapporteur, M. Richard Lavergne et Mme Eléonore Trigano, tous deux co-rapporteurs DGEC. M. le secrétaire général Thierry Wahl (en début de séance), Mme Anne Lemaire-Dujin et M. Philippe Masset représentent le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par M. Michel Colombier et M. Patrick Criqui.

## 1. Organisation de la séance

La coordinatrice madame M. Arditi propose de reporter les discussions sur la logistique à la fin de l'audition de monsieur T. Salomon.

## 2. Audition de monsieur T. Salomon pour le scénario Négawatt

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

Monsieur T. Salomon rappelle que la démarche Négawatt implique des actions réglementaires pour la sobriété, mais sans utiliser le rationnement. Les actions pour l'efficacité énergétique suivent. M. Salomon fait ensuite un zoom par secteur sur la façon dont le scénario est construit. Il rappelle également que de nombreux supports sont disponibles sur le site internet Négawatt. Le scénario suppose une sortie maîtrisée du nucléaire, l'absence d'exploitation de gaz de schistes ou du captage et stockage géologique du carbone ; il est basé sur l'atteinte du facteur 4 à l'horizon 2050. M. Salomon précise que le scénario vise l'autonomie, et non pas l'indépendance, il ne fait pas d'hypothèse sur la croissance à l'horizon 2050.

Les hypothèses sectorielles principales sont les suivantes :

- bâtiment et tertiaire : division par 2 de la consommation finale d'électricité mais accentuation de l'usage intelligent de l'électricité, rénovations en profondeur réalisées à l'horizon 2050 ;
- transport : l'usage de l'avion et de la voitures sont réduits (la part modale de la voiture passe de 61 % en 2008 à 49 % en 2050), la part des transports en commun passe de 13 % à 32 % dans le même temps, combinaison de l'auto-partage en zone urbaine et de l'utilisation de GNV ;
- production d'énergie : utilisation du scénario Afterres2050 de l'équipe Solagro, forte utilisation de la biomasse, puissance éolienne de 50 GW en 2030 (dont 35 GW d'éolien terrestre) et 80 GW en 2050 avec des projets industriels importants de parcs éoliens ancrés, puissance photovoltaïque installée de 80 GW en 2050, développement de la production d'hydrogène à partir d'électricité renouvelable à partir de 2025 ;
- sortie du nucléaire : arrêt des réacteurs au-delà de 40 ans avec une triple exigence (sûreté nucléaire, sécurité électrique et maîtrise industrielle) ;
- réseau électrique : équilibre électrique assuré heure par heure (modélisation horaire du réseau) ;

Ainsi les émissions de CO<sub>2</sub> sont diminuées d'un facteur 16 en 2050. En termes d'émissions de CO<sub>2</sub> cumulées à l'horizon 2050, le scénario est cohérent avec l'objectif de limiter l'augmentation de la température à 2 °C affiché par le GIEC.

Monsieur T. Salomon mentionne enfin l'étude de monsieur P. Quirion (CIRED) sur l'impact du scénario en termes d'emploi. Cette étude montre que la rénovation de l'existant est fortement créatrice d'emplois durables, avec un effet induit sur l'emploi fortement positif (la masse financière économisée sur les exportations est réinjectée dans l'économie et fortement créatrice d'emplois).

### **3. Questions de la salle sur la présentation de M. Salomon**

Madame M.-C. Cailletaud (CGT) « félicite » Négawatt pour l'excellente médiatisation de son scénario, note les hypothèses comportementales fortes (ex. obligation de rénovation dans l'habitat) ainsi que des hypothèses technologiques importantes (notamment sur la méthanation). Elle s'interroge par ailleurs sur le point de passage à 2025, la prise en compte de la production des terres rares, l'impact en termes de réseaux, l'impact sur la production de viande et de lait. D'autre part, elle interroge M. Salomon sur sa conception du rôle de l'ASN compte tenu de sa déclaration de faire arrêter les centrales nucléaires les plus anciennes au motif qu'elles seraient les moins sûres.

Monsieur T. Salomon précise que les éléments à 2025 peuvent être donnés sans problème, que la méthanisation ne devient présente qu'à l'horizon 2035, et il renvoie au site internet sur lequel se trouve une FAQ avec des réponses notamment sur la problématique des terres rares. Il revient sur le coût de l'inaction et sur la nécessité de convaincre les gens des bénéfices liés aux modifications de comportements proposés.

Monsieur le député D. Baupin revient sur le rôle de l'ASN qui est selon lui une des vulnérabilités de l'industrie nucléaire. Il suggère une audition de monsieur P.-F. Chevet au sein du GT si le temps le permet. Il souhaite des clarifications sur la suppression de 400 000 emplois dans le secteur du bâtiment neuf.

Monsieur T. Salomon précise que monsieur P. Quirion a calculé l'évolution en contenu en emploi de différents secteurs. La baisse d'emploi dans le bâtiment neuf est due à une augmentation du nombre de personne par habitation (par la cohabitation personnes âgées/jeunes par exemple).

Monsieur E. Cau (ARF) revient sur le poids de la forêt dans la biomasse et souhaite savoir comment la problématique de l'impact sur les espèces et sur les milieux est intégrée.

Monsieur T. Salomon répond que cette question concerne avant tout l'équipe Solagro. Il précise par ailleurs que le scénario se prononce contre l'installation de photovoltaïque dans les zones qui peuvent être utilisées pour l'agriculture, etc.

Monsieur P. Perbos (RAC) s'interroge sur les dix facteurs critiques de succès et d'échec de ce scénario. Monsieur T. Salomon évoque la question du risque, la rénovation de l'existant et la transformation du parc automobile.

Monsieur P. Mathis (FNAUT) exprime son accord avec la vision du domaine des transports affichée par Négawatt. Il trouve cependant très volontariste le report modal du fret vers le ferroviaire, idem pour la diminution de l'utilisation de l'avion. Il estime que les deux objectifs, pour louables qu'ils soient, seront difficiles à atteindre. Il se prononce plutôt en faveur d'un usage « tranquille » du parc actuel, voire une sortie « tranquille » à l'horizon 2050. Enfin il revient sur l'appel à la biomasse qu'il trouve exagéré, il note que le scénario de l'ADEME utilise nettement moins de biomasse.

Monsieur T. Salomon renvoie au scénario Afterres pour l'étude sur la biomasse, et à l'étude de l'IRSN sur le coût d'un accident nucléaire.

Monsieur T. Salomon doit quitter la réunion en raison d'un avion à prendre. Madame M.-C. Cailletaud (CGT) n'est pas satisfaite des réponses données aux questions (renvoi au site internet) et du temps trop court accordé aux questions sur ce scénario. Monsieur C. Taxil (CFE-CGC) note qu'il n'a pas eu le temps de s'exprimer sur le scénario Négawatt et regrette l'absence d'un débat contradictoire. Messieurs P. Perbos, D. Baupin et R. Durdilly expriment et/ou comprennent la frustration de certains, ils souhaitent qu'une solution soit trouvée. La coordinatrice madame M. Arditi propose de discuter des solutions possibles dans le point suivant.

Monsieur L. Paquin (FNSEA) souhaiterait qu'on confronte ce scénario à la réalité du terrain (instituts, chambres d'agriculture...). Il ne peut ni condamner ni cautionner ce scénario.

#### **4. Adoption du compte rendu de la réunion précédente**

Les remarques des participants ayant été prises en compte, le compte rendu de la réunion du 14 mars est approuvé à l'unanimité moins deux abstentions (projet non reçu).

#### **5. Organisation des réunions futures**

La coordonnatrice Mme M. Arditi propose d'auditionner deux scénarios à trajectoire basse (Négawatt et ADEME), un scénario à trajectoire moyenne (Encilowcarb) et un scénario à trajectoire haute (Négatep). S'ajoutent quatre exercices qui vont à 2030 seulement, un toutes énergies (Enerdata-DGEC) et trois focalisés sur l'électricité (RTE, UFE et Global Chance).

Les membres du GT font les remarques suivantes.

- Monsieur le rapporteur R. Durdilly souhaite un temps d'échange sur les scénarios plutôt qu'une longue présentation.
- Monsieur le rapporteur R. Durdilly et madame M.-C. Cailletaud souhaitent une présentation des experts pour caractériser les scénarios en début de séance.
- Monsieur C. Taxil souhaite une audition de ERDF et GRDF pour discuter en détails sur la question de réseaux. Pour lui, RTE ne pourra s'exprimer qu'au niveau national, or il faut aussi un focus sur les situations locales.
- Messieurs P. Perbos et le député D. Baupin souhaitent une audition d'experts aux avis divers sur le risque nucléaire. Madame la coordinatrice M. Arditi note qu'aucun des GT n'a étudié la question du risque nucléaire.
- Monsieur G. Bouchard (MEDEF) souhaite que les porteurs de scénarios auditionnés fassent un point obligatoire sur le cadrage économique et financier.

En conclusion, madame la coordonnatrice M. Arditi acte les éléments suivants.

- Les prochains scénarios devront être présentés au regard des critères choisis par le GT, leur présentation devra être plus courte qu'aujourd'hui (20 minutes maximum) pour favoriser un temps d'échange. Chaque porteur de scénario devra envoyer sa présentation Powerpoint au moins deux jours avant la séance en GT.

- Le GT va demander à monsieur T. Salomon, avec une personne de l'équipe Solagro de revenir le 2 mai pour présenter son scénario au regard des critères du GT et pour répondre aux questions restantes (qui pourront utilement être envoyées par e-mail à la coordonnatrice à l'avance).
- La séance consacrée aux scénarios Encilowcarb et Négatep sera complétée par une audition d'experts aux avis divers sur le risque nucléaire.

Sur les questions d'agenda du GT2, la coordonnatrice Mme M. Arditì précise que la séance prévue le 25 avril sera vraisemblablement annulée puisque le CNDTE prévu ce jour devrait s'étendre sur une journée entière. Le GT2 sera sans doute lui-même conduit à organiser des réunions d'une journée entière. L'ordre du jour prévisionnel des séances à venir est donc le suivant :

- jeudi 11 avril matin : Encilowcarb, Négatep, Enerdata-DGEC et si possible un point sur le risque nucléaire avec l'IRSN, l'ASN et Bernard Laponche ;
- jeudi 18 avril matin : restitution du travail des experts sur le remplissage des grilles d'analyse ;
- jeudi 25 avril matin : en attente au cas où la réunion du CNDTE ne serait que l'après-midi ;
- jeudi 2 mai matin (mais peut être journée) : focus sur le système électrique avec les scénarios RTE, UFE, Global Chance, puis retour des équipes Négawatt et Solagro pour répondre aux questions restantes ;
- jeudi 16 mai journée : travail sur le rapport du groupe et travail plus complet avec les experts sur le tableau de synthèse ; restitution des rencontres avec GT1 et GT3 ;
- jeudi 23 mai matin : dernière relecture du rapport en vue de sa présentation au CNDTE l'après-midi, la rédaction finale pouvant se poursuivre un peu après.

## **6. Audition de messieurs F. Moisan et B. Topper pour les Visions 2030-2050 de l'ADEME**

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

Monsieur F. Moisan précise que les scénarios sont technico-économiques et qu'une modélisation macroéconomique de ces visions à l'aide d'un modèle à équilibre général est en cours, les résultats devraient être prêts d'ici quelques semaines. Il rappelle que la vision à 2030 est plutôt exploratoire alors que la vision à 2050 est normative (le facteur 4 à l'horizon 2050 est imposé par contrainte). Il précise que le périmètre territorial de l'exercice correspond à la France métropolitaine uniquement (DOM-COM non pris en compte, soutes maritimes non plus). Par ailleurs le scénario étudie tous les GES et les polluants (contrairement au scénario Négawatt).

La demande atteint 124 Mtep en 2030 puis 82 Mtep en 2050 (baisse de 45 % par rapport à 2010), les émissions sont de 313 MtCO<sub>2</sub>eq à l'horizon 2030 et 131 MtCO<sub>2</sub>eq en 2050 (baisse de 75 % par rapport à 1990).

Les hypothèses sectorielles principales sont les suivantes :

- bâtiment : rythme de constructions neuves de 350 000 en moyenne par an avec une part des maisons individuelles de 50 % et un rythme de rénovations de 500 000 en moyenne par an à l'horizon 2030. Pas d'évolution de comportement dans ce secteur. À l'horizon 2050, la consommation moyenne est de 130 kWh/m<sup>2</sup> /an dans l'existant ;

- transport : stabilité de la mobilité individuelle, pénétration de nouvelles motorisations, développement de services de mobilité très fort à l'horizon 2050. Le volume de fret ferroviaire retrouve ses niveaux de 1990 dès 2030. Le transport de marchandises total est supposé retrouver en 2050 le niveau de 2010 après une hausse sur la période 2010-2030 ;
- agriculture : cheptel bovin diminué de 20 % à l'horizon 2030. Le rythme d'artificialisation des sols est divisé par deux ;
- production d'énergie : l'ADEME indique le potentiel mobilisable pour les capacités installées à l'horizon 2050 : 70 GW d'éolien (dont 40 GW en terrestre) et 60 GW de photovoltaïque. Le rythme annuel de méthaniseurs hors culture alimentaire installés est de 500 à 600 (9 Mtep issus de la méthanisation en 2050). La moitié du gaz consommé en 2050 correspond au biogaz ou gaz hydrogène. Un travail est à venir sur l'équilibre électrique du réseau.

## **7. Questions de la salle sur la présentation de MM. Moisan et Topper**

Monsieur P. Perbos signale son malaise à la présentation de ce scénario, car la vision à 2050 lui semble présentée comme moins réaliste que celle à 2030. Monsieur F. Moisan précise en effet qu'il y a une inflexion sensible en 2030 sur le rythme de rénovation du bâtiment pour atteindre le facteur 4 en 2050. Monsieur B. Topper relativise cette inflexion et ajoute que l'électrification du parc automobile est plus importante dès 2030.

Monsieur L. Paquin reprend ses remarques faites sur le scénario Négawatt, il souligne l'absence de définition de l'agriculture intégrée et souhaite que le travail sur l'agriculture soit approfondi en cohérence avec des organismes de terrain. Monsieur D. Siess (ADEME) répond qu'une présentation spécifique sur l'agriculture a eu lieu le 14 avril dernier et qu'un travail spécifique, en concertation avec la FNSEA notamment, a été lancé. M. Topper ajoute que cet exercice est une boîte à outils et que l'ADEME reste ouverte à d'autres échanges.

Monsieur le député D. Baupin revient sur la question de l'électricité à 2050 et sur les chiffres affichés de potentiel éolien et solaire. Il souhaite savoir si ces potentiels maximums ENR peuvent permettre de se passer du nucléaire. Par ailleurs, il se demande pourquoi le virage important vers le gaz pour véhicules ne se produit qu'à partir de 2030 et pas plus tôt.

Monsieur F. Moisan répond que l'ADEME travaille actuellement à l'analyse du mix électrique à l'horizon 2050. Monsieur B. Topper précise que le bâtiment consomme encore beaucoup de gaz entre 2020 et 2030 du fait des bâtiments qui ne sont pas encore rénovés, par ailleurs le changement de réseau ne peut se faire à moindre coût que dès lors que le parc automobile est réduit, donc seulement à partir de 2030.

Monsieur C. Taxil retient que les scénarios ne font pas d'hypothèses de rupture à l'horizon 2030, il est d'accord avec une vision de continuité à l'horizon 2030 pour aller vers une rupture dans un deuxième temps à l'horizon 2050, contrairement selon lui au scénario Négawatt qui prône une rupture rapide. Il s'interroge sur une éventuelle seconde présentation concernant l'impact sur l'emploi, l'industrie, les infrastructures, le pouvoir d'achat des ménages et la précarité énergétique.

Monsieur F. Moisan confirme que les résultats d'impact en termes de PIB et d'emploi sont à venir, la DG Trésor pourrait également utiliser son modèle pour évaluer ces résultats.

Madame C. Jean (LPO) demande si l'ADEME a pu évaluer le poids des questions d'urbanisme sur la réduction de la consommation et des émissions. Elle note également que la question de l'agriculture devrait être étudiée de manière approfondie. Elle s'interroge sur le traitement de bois-énergie, sur l'impact sur la biodiversité (vision concernant le placement du photovoltaïque). Elle souhaite enfin des précisions sur l'hypothèse d'arrêt d'artificialisation des sols à l'horizon 2050.

Monsieur F. Moisan précise que le scénario ne suppose pas de redensification importante. Monsieur B. Topper ajoute que l'impact sur la biodiversité pourra être étudié dans le futur.

En réponse à monsieur P. Criqui qui demande quand seront disponibles les résultats sur la partie macro, monsieur F. Moisan indique un horizon d'un mois.

## **8. Prochaine réunion**

La coordinatrice madame Ardit rappelle que la prochaine réunion se tiendra le jeudi 11 avril à 9h00, à l'ARENE Île-de-France, 94 bis avenue de Suffren, 75015 Paris.

**Conseil national du débat sur la transition énergétique**  
**Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios**

**Compte rendu de la 6<sup>e</sup> réunion du 11 avril 2013**

La réunion est animée par madame Maryse Ardit, coordonnatrice, avec M. Robert Durdilly, rapporteur, M. Richard Lavergne et Mme Eléonore Trigano, tous deux co-rapporteurs DGEC. M. Philippe Masset représente le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par M. Michel Colombier, M. Patrick Criqui, M. Renaud Crassous et Mme Sylvie Supervil.

M. Claude Bassin-Carliier accueille le GT2 et lui souhaite la bienvenue au nom de l'ARENE-IDF qui héberge à titre exceptionnel cette 6<sup>e</sup> séance.

**Audition de MM. Claude Acket et Claude JEandron pour le scénario Négatep**

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

M. Acket indique qu'une première version de Négatep a été présentée en 2003 sur le thème «Sortir du possible. La base repose sur une substitution des énergies fossiles par des EnR thermiques et de l'électricité décarbonée. Critère de coût à la tCO<sub>2</sub> évitée ou du coût du combustible fossile non consommé. Économies d'énergie mais avec critère coût. Sobriété et efficacité ne suffisent pas, il faut plus d'EnR et de nucléaire. Atteinte du facteur 4. Fort accroissement des usages de l'électricité (x 2), soit 890 TWh en 2050. 146 Mtep en 2050 pour la consommation finale énergétique, contre 164 en 2008.

Par exemple pour le résidentiel tertiaire : déperditions thermiques à ce jour en moyenne de 210 kWh/m<sup>2</sup>/an. Négatep propose de retenir 50 kWh/m<sup>2</sup>/an en énergie finale dans le neuf et 100 dans l'ancien.

Triplement des EnR. 33,5 Mtep biomasse (11 Mtep en chaleur directe et 22,5 pour les biocarburants).

**Questions de la salle sur la présentation de Négatep**

Mme Cailletaud s'interroge sur les coûts sous-jacents. M. Acket répond qu'une étude européenne a été interprétée pour la France pour les coûts de l'électricité. Le surcoût du Grenelle 2 pour l'éolien et le PV a été chiffré à environ 7 Md€/an. Nucléaire à 42€/MWh qui passerait à 48 (post-Fukushima), 52 si on prolonge. 60 pour l'EPR. La coordonnatrice Mme Ardit signale que ce prix de l'EPR est à 100 au Royaume-Uni. M. Jedliczka conteste le coût du PV dans Négatep. M. Acket rappelle qu'un prix de 229 €/MWh a été retenu dans le dernier appel d'offres, non compris le coût des intermittences.

M. Jedliczka (CLER) se demande quelle surface est utilisée pour la biomasse. M. Acket répond que Négatep s'appuie beaucoup sur les biocarburants pour les transports. La biomasse est utilisée pour le process et elle est renforcée par de l'électricité, ce qui renforce l'efficacité.

M. Taxil (CFE-CGC) : quid emploi et prix pour le consommateur ?

Mme Jean (LPO) : combien d'EPR et qui prend en charge le coût de l'assurance ?

Le rapporteur M. Durdilly s'interroge sur les hypothèses prises pour le PIB ? Quelle consommation ? Quels transferts d'usage ? Bâtiment thermique : quel lien avec le coût de l'énergie ? Coût du MWh évité par rapport au MWh produit.

La coordonnatrice Mme Ardit souhaite savoir quelle modélisation a été faite sur un pas de 2-3 ans pour la production d'électricité. Comment sont modélisés les pointes d'électricité ?

M. PERBOS (RAC) rappelle que les délocalisations des industries lourdes ont fortement contribué à la baisse des émissions en France. Pour les biocarburants, quelle techno et quel rendement ? quel type de cultures ?

En réponse M. JEANDRON précise que Négatep met en évidence des emplois créés par les économies d'énergie, par la biomasse produite en France, par les transferts d'usage et la production d'électricité qui suscitent des équipements et du savoir-faire français.

M. ACKET ajoute qu'il s'agit de favoriser de l'emploi local. Si on se diminue fortement le parc nucléaire, soit on fait du charbon et cela émet du CO<sub>2</sub>, soit des EnR, et cela coûte cher.

M. JEANDRON : sur l'évolution de la pointe, la modélisation est faite en énergie et en puissance et pour chaque année. Le scénario suppose qu'il n'y aura pas de rupture technologique sur le stockage mais si elle se produisait le scénario est adaptable. M. ACKET ajoute qu'il faut distinguer les pointes de l'été et de l'hiver mais dans Négatep on peut supprimer la pointe du soir entre 18h et 20h grâce à une sorte de smart grid. Par contre il reste à gérer le premier pic de 11h-13h, par chauffage direct ou pompe à chaleur, en l'étalant dans le temps.

M. ACKET précise que le nombre de réacteurs nucléaires s'élève à environ 58 en 2050 en prolongeant les centrales actuelles à 50 ans, voire 60 ans, et en étalant les arrêts, de sorte qu'à la fin ce sont tous des équivalents EPR. Pour le bâtiment, classement pour les rénovations sur le retour sur investissement. Double flux qui permet d'approcher des 50 kWh/m<sup>2</sup>. PIB de 1,7% à 1,8% par an au départ, sources classiques, idem population.

M. JEANDRON ajoute que Négatep a été conçu avec une volonté de relocalisation industrielle grâce à un bas prix de l'électricité. Ré-industrialisation de la France. Volonté de transferts massifs d'usage des fossiles vers les énergies décarbonées. Voir [www.sauvonsleclimat.org](http://www.sauvonsleclimat.org).

### **Audition de MM. Bertrand Château et Julien Vincent pour les scénarios Enerdata-DGEC**

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

M. Château indique que l'exercice qui lui a été commandé par la DGEC visait à produire des scénarios de reporting, avec un consortium composé d'Enerdata, CITEPA, Armines et Energies Demain. Quatre scénarios à 2030 : Pré-Gre, AME, AMS-O, AMS-O-F4. Cadrage macroéconomique. Faible différenciation sur le prix du carbone. Scénario intermédiaire AMS-M qui se limite aux objectifs des mesures décrétées dans le Grenelle. Jusqu'en 2020, AMS-O et AMS-O-F4 sont en phase mais pas sur 2020-2030.

Consommation finale par secteur : l'industrie est peu affectée car la seule mesure qui l'affecte est l'ETS avec un prix peu contrasté. Pas d'hypothèse spécifique sur la relocalisation des industries grande consommatrices d'énergie (IGCE). Pour le bâtiment, fort effet du Grenelle sur le chauffage. Reports modaux dans les transports, pas de modification forte sur les comportements car il s'agissait d'étudier seulement l'effet du Grenelle. Pour l'agriculture, reprise des scénarios 2010 de l'INRA.

Hypothèses contraintes sur les capacités électriques dues à la PPI. Il n'y a pas de recherche d'optimum, c'est plutôt conçu pour analyser les problèmes. En particulier pour AMS-O, la demande d'électricité est sensiblement inférieure à l'offre nationale d'ici 2030, donc on atteint des taux d'utilisation très bas sauf à pouvoir exporter (45 TWh pour AME, mais 100 TWh pour AMS). C'est validé techniquement par RTE mais pas commercialement. Parallèlement, les choix des pays voisins qui ont beaucoup développé les EnR peuvent perturber le commerce extérieur.

### **Questions de la salle sur la présentation d'Enerdata-DGEC**

Mme Cailletaud souhaite connaître l'impact des scénarios sur la balance commerciale de la France ?

M. Jedliczka s'interroge sur les évolutions dans les transports et sur le respect du facteur 4. Il estime qu'il n'y a pas assez de biogaz et trop de biocarburants.

Le rapporteur M. Durdilly estime qu'il y a besoin d'un scénario de référence et se demande s'il est possible d'en obtenir un grâce à l'exercice Enerdata-DGEC.

La coordonnatrice Mme Arditi observe que ce sont des scénarios qui prennent en compte ce qui est décidé et s'interroge sur la possibilité de les prolonger à 2050. On constate qu'il est difficile de faire à la fois beaucoup de nucléaire et beaucoup d'économies d'énergie. Peut-on avoir la liste des politiques et mesures et considère-t-on qu'elles sont prolongées ou limitées sur la période ?

M. Bouchard (MEDEF) : quid du biométhane et du biogaz ?

M. Siess (ADEME) estime que cette approche permet de tirer deux enseignements : d'une part, pour 2020 l'enjeu n'est pas nécessairement d'afficher des objectifs plus ambitieux mais déjà d'atteindre ceux sur lesquels la France s'est engagée (les mesures prises à ce jour sont en cela insuffisantes) ; d'autre part, les objectifs 2020 ne sont pas suffisants pour atteindre le facteur 4 s'ils ne sont pas complétés par une nouvelle trajectoire ambitieuse couvrant la période 2020-2030. Concernant le nucléaire, le scénario avec 66 GW conduit à des exportations importantes d'électricité afin que les centrales tournent suffisamment, mais la conclusion serait très différente si le parc nucléaire n'était que de 30 ou 35 GW.

M. Perbos : quid des 50 % à 2025 ? Plus généralement il estime qu'il peut y avoir ambiguïté sur l'engagement de 50 % de nucléaire en consommation ou en production, quel serait l'effet sur les scénarios ?

M. Château répond que les -38% du Grenelle sur le bâtiment affecte prioritairement le gaz, ce qui donne un « double dividende » avec les importations de gaz. Le gaz est en partie du biogaz, environ 10%. Pour les biocarburants, on a pris 10% par définition. L'export d'électricité est la solution de facilité. Présentations au CAS et à Énergies 2050.

Le scénario AME serait un bon candidat comme « scénario de référence » mais il faudrait valider la cohérence macroéconomique et les éventuels effets rebonds. Pour les politiques et mesures, toutes celles du Grenelle ont été prises en compte et traduites en effet, par ex. le CIDD sur les travaux de rénovation, voir Energies Demain, idem transports. Il y a des mesures prises pour durer jusqu'à 2020 ou pour x années. Dans AME, il n'y a pas de prolongation mais pour AMS, elles sont prolongées jusqu'à 2020. Pour aller vers F4, il faut trouver de nouvelles mesures. Les scénarios F4 demandent un prix du carbone nettement supérieur à 30€/tCO2 mais ça n'a pas été traité ici. Comportements et organisation sociale constants, mais F4 ne peut pas se faire ainsi, notamment pour les transports où la techno ne permet pas de faire mieux que F2. Les technologies ont des impacts sur les comportements, par ex. une maison à énergie positive va conduire à maximiser l'utilité de l'énergie produite par EnR mais ça n'a pas été traité.

L'expert M. Criqui fait remarquer que les comportements peuvent changer grâce aux prix. M. Château cite deux études : PREDIT et une européenne PACTE

La coordonnatrice Mme Arditi souhaite obtenir les liens internet pour accéder aux compléments.

### **Audition de M. Ruben Bibas pour les scénarios CIRED-ENCI-LowCarb**

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

M. Bibas indique qu'il s'agit d'un projet européen de création de scénarios nationaux de transition énergétique en concertation avec des parties prenantes, d'où 3 scénarios : référence, acceptable, renforcé. Hypothèses communes (ex. prolongation de 20 ans des 40 GW nucléaire les plus récents, pas de gaz de schiste, etc.). Dans le scénario renforcé, il y a obligation de rénovation + CCE + MDE renforcée et sobriété. Mécanismes économiques de la transition énergétique : tout part de l'application d'une taxe carbone. Baisse importante de la facture énergétique. Peu d'effet sur la croissance. Sensibilité aux prix des énergies fossiles : variantes avec +/-30 %. La transition énergétique est une façon de se protéger contre un choc de prix. Le CIRED se propose de reprendre cet exercice dans le mois d'avril au service du GT, avec des hypothèses plus réalistes sur la rénovation notamment.

### **Questions de la salle sur la présentation de CIRED-ENCI-LowCarb**

Mme Cailletaud s'interroge sur l'obligation de rénovation, sur la place des véhicules privés par rapport aux véhicules collectifs, sur l'effet sur la consommation. Mme Cailletaud n'est pas d'accord sur le concept de gaspillage tel qu'il est parfois utilisé.

M. Paquin (FNSEA) : quid sur l'agriculture ? Distinguer monde rural et monde urbain, notamment pour l'effet de la taxe carbone.

Mme Jean s'interroge sur l'étalement urbain, sur l'évolution prévue des parts respectives de logements individuels et de logements collectifs.

M. Jedliczka : quid de la biomasse ? Il se félicite que le découplage entre consommation d'énergie et PIB soit prouvé par le modèle du CIRED. L'industrie doit anticiper pour ne pas perdre en compétitivité. L'intérêt de la transition est prouvé.

M. Taxil : quid des factures des ménages. Industrie. Chômage. Délocalisations.

Mme Roy (UPA) demande si le scénario a pris en compte l'impact de l'évolution du prix de l'énergie sur les petites entreprises de l'économie de proximité.

Le rapporteur M. Durdilly observe que la transition énergétique apparaît dans ce scénario plutôt comme un facteur de compétitivité, et il aimerait en comprendre les facteurs explicatifs. Par ailleurs, comment expliquer la différence de compétitivité entre industrie et services ? Que se passerait-il si les prix des énergies baissaient ?

M. Bouchard s'intéresse à la compétitivité industrielle : quelle est l'hypothèse implicite sur les concurrents. Pourquoi retenir une hypothèse de 160 €/bl pour le prix du pétrole brut, constant quelle que soit la consommation ?

M. Siess considère que la contribution énergie non basée sur le contenu carbone explique probablement que le scénario « avec mesures additionnelles » conduise par rapport au scénario « acceptable » à moins d'énergie biomasse et plus de pétrole, mais cela montre aussi que cette mesure additionnelle n'est pas forcément souhaitable telle quelle. Il est très positif d'avoir étudié une sensibilité à une variation des prix de l'énergie de plus ou moins 30%, cette fourchette pourrait même utilement être élargie. Par contre, on peut supposer que la taxe carbone ne serait pas calée sur le rapport Quinet indépendamment des cours mondiaux mais à un niveau suffisant pour générer la transition énergétique voulue, en lissant la volatilité internationale. Enfin, il lui semble paradoxal que des scénarios améliorant le PIB aggravent le chômage. et se demande quel aspect de la méthodologie aboutit à ce type de conclusions.

En réponse, M. Bibas reconnaît qu'il peut y avoir des effets rebond pour les ménages. N'est pas en mesure de répondre sur l'agriculture, ni sur l'impact du scénario sur les petites entreprises. Les prix de l'énergie peuvent conduire à faire réduire y compris l'usage de la biomasse. La compétitivité prix est placée dans un contexte où les prix internationaux sont les mêmes partout. Quand elle s'améliore, une des raisons peut être que la hausse des prix de l'énergie induit de la sobriété et de l'efficacité énergétique, d'où des changements structurels dans les comportements d'achat. Ateliers de concertation avec les parties prenantes sur des thématiques. Prises en compte des mesures acceptables pour la majorité des participants. Pessimisme technologique : le scénario acceptable comprend du CSC, de l'EPR pas trop cher, des ENR à bas coûts, etc.

### **Adoption du compte rendu de la réunion précédente**

Après prise en compte de deux remarques de Mme Cailletaud et sous réserve de la réception des remarques éventuelles de M. Salomon, le compte rendu de la réunion du 4 avril est approuvé à l'unanimité.

### **Organisation des réunions futures**

La coordonnatrice Mme Arditi rappelle le calendrier des prochaines réunions.

9. Jeudi 18 avril de 9h à 13h (à l'Arche sud de La Défense) : il s'agit avec l'aide des experts de tenter de remplir la matrice critères/trajectoires. La coordonnatrice Mme Arditi indique qu'elle a pris l'initiative d'écrire aux scénaristes sur les 12 critères et qu'on souhaite leur avis. C'est complémentaire au travail des experts.
10. Mardi 23 avril de 9h à 13h (à Roquelaure) : on travaillera sur le rapport et en particulier ses têtes de chapitre. Le rapporteur monsieur Durdilly estime qu'il faudra qualifier les familles de trajectoires et voir ce qu'on peut en dire pour le rapport.
11. Jeudi 2 mai de 9h-13h : on auditionne les scénarios exclusivement électriques et jusqu'en 2030, puis monsieur T. Salomon reviendra pour répondre aux nombreuses questions sur Négawatt et on demandera aussi éventuellement à Solagro (questions à transmettre d'ici le 14 avril).
12. Jeudi 16 mai, toute la journée : séance essentiellement consacrée au rapport.

## Risques du nucléaire

### Audition de M. Martial JOREL (IRSN) : sûreté des réacteurs, éléments de repères

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

Connaissance du terrain, des matériels. C'est évolutif. Facteurs humains. 3 leviers : retour d'expérience, études et R&D. Dialogue technique avec les exploitants. Concept des barrières étanches et résistantes. Concept de défense en profondeur. Approche initiale de Westinghouse qui a dû être adaptée car la fusion du cœur n'était pas prévue à l'origine. Systèmes de sauvegarde redondants. Études pour anticiper les problèmes de sûreté. Ex. fusion du cœur. Grands accidents du passé. TMI (Three Miles Island) en 1969 avec fusion du cœur mais très peu de rejets. Tchernobyl en 1986 (aucune culture de sûreté). L'évolution de la défense en profondeur a conduit à 5 niveaux, au lieu de 3 précédemment. Contrôles de conformité (absence de fragilités dans l'installation, maintien en état des matériels dont les GV (générateurs de vapeur), disponibilité effective des systèmes de sûreté).

Retour d'expérience : 10 000 événements traités. Détecter, comprendre, évaluer, corriger. Ex. inondation du Blayais. Anomalies et écarts de conformité à caractère générique : il faut démontrer la capacité de l'installation à pallier... Identification des événements précurseurs. Détection des dérives de sûreté (cf. navette Columbia/Challenger). Réexamen de sûreté tous les 10 ans en France.

### Audition de M. Bernard Laponche

Voir Powerpoint joint au compte rendu.

Il est indispensable de prendre en compte la sûreté nucléaire dans les scénarios, ainsi qu'un accident majeur. La part actuelle de 75% de nucléaire conduit à une fragilité en cas d'accident générique. Voir les conséquences sur l'économie japonaise avec une part de 25% seulement.

Deux sujets : accident grave d'un réacteur + industrie du combustible, notamment retraitement et gestion du plutonium. Le MOX complique et aggrave le risque, or tous les réacteurs d'EDF peuvent fonctionner sans MOX.

Passage de la fission à la production d'électricité. On produit de l'eau chaude et des produits de fission et de transuraniens (plutonium). Peut-on garantir que l'accident ne se produira pas ? Non. Il faudrait imaginer l'imaginable... 2 niveaux d'accident : grave (fusion du cœur, TMI) ou majeur (forts dégagements de produits radioactifs dans l'environnement).

Probabilités d'accident. Leçon de l'accident de Fukushima. Monde = 450 réacteurs pendant 30 ans, soit 14 000 années.réacteurs. Probabilité théorique d'un accident majeur =  $10^{-6}$ . Nombre attendu d'accidents : 0,014. Or occurrence observée : 4 réacteurs (1 Tchernobyl et 3 Fukushima), donc facteur 286.

Changer de paradigme ? imaginer d'autres types de réacteurs, arrêter la course à la puissance (J. Repussard, IRSN, 10 mars 2013). Déclaration de l'ASN, sept. 2012 : problème avec les dispositifs existants pour faire face à un accident de criticité.

### Questions de la salle sur les interventions de MM. Jorel et Laponche

Mme Cailletaud considère qu'il faut regarder tous les risques (rupture d'impact d'un barrage, impact des particules fines,...). Elle considère qu'il y a des contestations sur le mode de calcul des probabilités. Sûreté du parc : la CGT y a travaillé pendant un an et a élaboré un rapport de 100 pages, « Les salariés acteurs d'un nucléaire sûr et transparent », qui témoigne que les politiques des entreprises du secteur (EDF, AREVA, CEA) ont un impact sur la sûreté, que les aspects sociaux, organisationnels et humains sont primordiaux, ce qui pose problème en particulier par rapport à la politique actuelle de sous-traitance de ces entreprises.

Mme Jean : coût d'un accident, quel retour d'expérience ? Montant des assurances.

M. Jedliczka s'interroge sur la tendance implicite consistant à améliorer sans cesse la sûreté des réacteurs, de sorte qu'on renchérit sans cesse les coûts. Il considère que le nucléaire va donc coûter toujours plus cher pour des raisons de sûreté qui ne sont pas négociables

Le rapporteur M. Durdilly : quid de l'EPR qui a été conçu pour améliorer substantiellement la sûreté. Chaque énergie présente des risques. Existe-t-il une base historique pour comparer les risques entre formes d'énergie ?

La coordonnatrice Mme Arditì rappelle l'accident d'AZF, d'un coût de 2 Md€, mais on a récupéré le site. Fukushima sera en chiffré en centaines de milliards et avec un territoire devenu irrécupérable. Les recombineurs d'hydrogène peuvent-ils absorber aussi vite qu'on produit ? Les filtres à sable retiennent-ils tous les gaz ou pas ?

M. Perbos estime qu'on n'est pas capable de mettre une probabilité, ni un coût, pour un accident nucléaire, donc il est difficile de le quantifier dans un scénario. On est incité à oublier le risque nucléaire. Comment faire pour l'intégrer ?

En réponse, M. Jorel indique que c'est hors agressions extérieures (séisme, etc.) sauf pour l'EPR. L'IRSN a cherché les agressions qu'on peut exclure plutôt que de calculer des probabilités : concept de « noyau dur ». Recombineurs installés dans les années 1990, équipements passifs qui sont considérés comme efficaces.

L'experte Mme Supervil ajoute que pour les recombineurs, on sait ralentir la cinétique de production d'hydrogène.

S'agissant des coûts, M. Jorel rappelle l'étude de l'IRSN sur le coût d'un accident. Dans la chimie on ne peut pas descendre en dessous d'une probabilité de  $10^{-4}$ . Le coût d'un EPR est plus élevé que le coût d'un 900 MW mais la sûreté en est nettement améliorée. Le filtre à sable avait pour but d'éviter la rupture de l'enceinte. On peut encore gagner un facteur 1 000 sur l'iode.

M. Laponche indique qu'il n'a pas fait un vrai calcul de probabilité. Son message était qu'il faut considérer le cas d'un accident et peser son coût. Certains réacteurs sont +/- critiquables, par ex. le palier N4. La sûreté de l'EPR peut être questionnée car chaque protection supplémentaire entraîne d'autres questions. On pourrait classer les réacteurs à fermer en fonction de leur exposition au risque. Il faut comparer le nucléaire aux EnR et au gaz car on devrait se limiter à l'électricité. Mme Cailletaud exprime un désaccord sur ce point et estime qu'il faut comparer l'ensemble des énergies.

### **Prochaine réunion**

La coordonnatrice Madame Arditì précise que la prochaine réunion se tiendra le jeudi 18 avril à 9h00, dans la salle 2 de l'Arche sud niveau 3 à La Défense.

<b>Conseil national du débat sur la transition énergétique</b> <b>Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios</b>
---

### Compte rendu de la 7<sup>e</sup> réunion du 18 avril 2013

La réunion est animée par madame Maryse Ardit, coordonnatrice, avec M. Robert Durdilly, rapporteur, M. Richard Lavergne et Mme Eléonore Trigano, tous deux co-rapporteurs DGEC. M. Philippe Masset représente le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par messieurs Michel Colombier, Patrick Criqui, Renaud Crassous, Benoît Leguet et Alain Mestre (par délégation de monsieur Jean-François Poupeau).

#### Approbation du compte rendu de la réunion du 11 avril

La coordinatrice madame M. Ardit précise qu'il était difficile de faire un compte rendu exhaustif. Le CR est approuvé provisoirement, sous réserve de prise en compte des remarques à venir d'ici le lundi 22 avril.

#### Retour sur l'agenda futur du GT

- 23 avril, 9h-13h, à Roquelaure (salon bleu) : structuration du rapport et retour des experts sur les critères. Les participants ont jusqu'à lundi 22 avril pour envoyer leurs souhaits quant à ce qui devrait figurer dans le rapport
- 2 mai, 9h-13h, à La Défense, tour Pascal salle ABC-2 : scénarios UFE, RTE, Global Chance et retour de Négawatt (pour une heure)
- 6 mai, 14h-18h, à Roquelaure : séance supplémentaire pour travailler sur le rapport
- 16 mai, 9h-17h, salle à préciser : scénarios ANCRE et GrDF, éclairage sur le contexte international (AIE ?), poursuite de la rédaction du rapport et éventuellement retour de Solagro sur la partie agricole du scénario Négawatt.

#### Compte rendu de la réunion de coordination GT1-GT2 du 17 avril

Le GT1 a regretté que la coordination avec le GT2 ne soit pas intervenue plus tôt. L'impossibilité de prévoir le niveau des prix futurs de l'énergie entraîne un facteur d'incertitude sur les scénarios dépendant des prix. GT1 et GT2 sont d'accord sur le fait qu'il faut s'intéresser aux vecteurs et aux transports (biocarburants, biogaz, électricité, hydrogène). Les experts du GT1 continuent de travailler sur :

- la quantification des politiques et mesures qu'il a sélectionnées ;
- les grands déterminants (ou « edges ») qui influent substantiellement sur la demande et qui devraient être utilisés par GT2.

La coordinatrice madame M. Ardit regrette le manque d'évaluation des politiques publiques en France, élément qui va s'avérer indispensable pour piloter finement la transition énergétique. Le rapporteur monsieur R. Durdilly fait part de l'intérêt du SG-DNTE pour une éventuelle recommandation du GT2 sur le prolongement des travaux de ce GT par une structure qui pourrait mettre au point des scénarios sur la base d'un modèle partagé par les parties prenantes. = Pour le mix, le travail à poursuivre avec GT3 mais il reste des sujets clivants sur le nucléaire et les fossiles, il faut essayer de montrer la cohérence ou non de scénarios de demande avec tel ou tel mix. Il revient également sur l'approche en termes d'infrastructures à avoir pour évaluer les coûts de la mobilité.

Monsieur le député D. Baupin s'interroge sur la suite des travaux, une fois que le GT aura rendu ses travaux. Monsieur P. Masset répond que la journée citoyenne du 25 mai permettra un retour du sentiment de l'ensemble des citoyens sur les questions du débat. Les synthèses issues des débats territoriaux devraient être présentées devant le CNDTE vers le 20 juin. La synthèse totale devra être effectuée pour le CNDTE du 2 juillet, elle comprendra un focus sur les grands consensus et dissensions issus de l'ensemble des synthèses. Les synthèses de chaque GT seront présentées en annexe du rapport final. Le rapport final devrait être remis au Gouvernement pour le 14 juillet.

### **Discussion sur les éléments qui doivent figurer dans le rapport**

Le rapporteur monsieur R. Durdilly rappelle que le corps du rapport devrait faire 10-15 pages. Les scénarios ne pourront donc pas y être présentés en détail, il devrait se concentrer plutôt sur les trajectoires identifiées par les experts, avec les facteurs de réussite et les risques qu'elles supposent. Le rapport devrait tenir compte des travaux des autres GT, notamment du GT1 et comprendre une dimension socio-économique (coûts, emplois). Enfin le rapport devrait exprimer des recommandations (notamment celle précitée sur le prolongement des travaux du GT2 sur les scénarios).

Le rapporteur Monsieur R. Durdilly fait ensuite une première proposition de plan :

1. Introduction (contexte et missions du GT)
2. Méthode et organisation des travaux
3. Scénarios étudiés
4. Critères d'évaluation
5. Caractérisation des trajectoires et facteurs clés de réussite
6. Recommandations du GT

Monsieur D. Siess (ADEME) s'interroge sur les conclusions souhaitées du GT et considère qu'il faudrait apporter des clés pour comprendre comment réfléchir à la question des scénarios. Le rapporteur monsieur R. Durdilly précise que le GT ne doit pas prendre parti pour une trajectoire donnée et doit plutôt éclairer au maximum chacune des grandes options possibles.

Le député monsieur D. Baupin considère que la question des recommandations est stratégique car elle restera après le débat et il souhaite que le GT travaille dès que possible sur cette partie.

Monsieur M. Jedliczka (CLER) demande qu'on réfléchisse à la possibilité que les participants apportent des contributions complémentaires au rapport.

Monsieur A. Mestre (expert par délégation) fait part d'une conversation avec monsieur D. Olivier, coordonnateur du GT6 (Emplois et transitions professionnelles) selon lequel les questions emplois/compétences sont presque toujours traitées en aval et que très peu d'études existent en France sur les impacts « emplois » de modèles, la plupart étant en plus réalisées dans une logique d'acteurs. Il renvoie à l'étude réalisée en 2011 pour le CGDD : Gestion prévisionnelle des emplois et dans les secteurs de l'industrie et de l'énergie dans le contexte d'une économie verte. Il souhaite savoir comment le GT va croiser le niveau de l'entreprise, le niveau des filières, le niveau territorial et enfin la transition équitable.

La coordinatrice précise que le GT n'aura pas les moyens de croiser les scénarios avec le niveau microéconomique des entreprises, elle rappelle que les trajectoires sont globales et à l'horizon 2050. Le GT2 doit inclure le facteur de l'emploi mais ne traite pas de la mise en œuvre.

Monsieur P. Perbos (RAC) estime que les questions de transitions professionnelles devraient être traitées dans la partie de chapitre Facteurs clés de succès du rapport.

La coordinatrice madame M. Arditi souhaite que l'évaluation des scénarios par rapport aux critères soit faite et que dans le corps du rapport apparaisse une demi-page de synthèse sur chaque scénario. Elle rappelle que seul le GT2 va à l'horizon 2050 et qu'à cet horizon certaines centrales nucléaires seront forcément fermées, ce qui justifie de traiter des priorités de fermeture, même si des prolongements de durée d'exploitation sont accordées. Elle souhaite enfin que les objectifs de la transition énergétique, en insistant sur les économies d'énergie, soient rappelés en introduction du rapport.

Monsieur G. Bouchard (MEDEF) souhaite que le rapport fasse état de la situation de grave crise économique où nous nous trouvons. Concernant les trajectoires, il souhaite que leur caractérisation se fasse par rapport au contexte international (traité contraignant ou non sur les GES en 2015, développement ou pas des hydrocarbures non conventionnels...). En outre, les scénarios englobés par une même trajectoire peuvent présenter des facteurs de risques ou de succès très différents.

Monsieur P. Mathis (FNAUT) s'interroge sur le public vers qui le rapport se dirige.

Madame N. Roy (UPA) interroge sur la façon de traiter l'écart entre les potentiels définis par le GT2 et le réalisé/effectif. Elle s'interroge sur la place de l'économie et de l'international par rapport à chaque trajectoire qui sera recensée. Elle formule une recommandation pour la prise en compte des acteurs économiques et de l'impact des différents scénarios sur les petites entreprises.

Le rapporteur monsieur R. Durdilly estime que le GT1 qui a travaillé sur les mesures, peut aider à caractériser les trajectoires établies par le GT2.

Monsieur Marc Rose (CFE-CGC) souhaite que le rapport puisse favoriser l'expression des visions partagées.

Monsieur Laurent Paquin (FNSEA) évoque la nécessité d'inscrire ce débat dans la durée. Il note l'absence de données suffisantes sur la partie agricole. Il ne peut s'exprimer sur les scénarios sans connaître les conséquences de ces derniers sur les exploitations agricoles françaises en fonction des régions. Il souhaite que l'on ne se limite pas aux contraintes législatives et réglementaires : la mobilisation des Français sur la transition énergétique en leur donnant une capacité à agir devrait aussi être traitée. La coordinatrice madame Arditi précise que cette question devrait être au cœur du GT5 (Gouvernance).

Monsieur B. Leguet, référent du groupe des experts pour le GT7 (Compétitivité), souhaite des précisions sur le calendrier et la coordination attendue entre le GT2 et le GT7, sachant que le GT7 doit rendre son rapport le 23 mai, en même temps que le GT2.

Le SG-DNTE précise que le rapport du GT2 est destiné au Gouvernement est à son administration, il constituera un élément d'éclairage pour l'écriture de la prochaine loi de programmation, avec un retour de la prochaine conférence environnementale qui devrait se tenir à la rentrée.

Le rapporteur monsieur R. Durdilly note de fortes demandes sur la partie recommandation. Il insiste pour que chacun commence à faire part de ses recommandations pour que ces dernières soient soumises à validation collective dans les prochaines séances.

### **Caractérisation des scénarios par le Groupe des experts**

La coordinatrice Mme M. Arditi précise que 8 porteurs de scénarios ont d'ores et déjà répondu sur leur prise en compte des 12 critères.

Monsieur P. Criqui, expert référent pour le GT2, indique que le groupe des experts pourra livrer prochainement au GT2 un dossier technique qui s'efforce de nourrir quatre éléments pour chacun des 12 critères :

1. Qualification du critère
2. Éléments de quantification (prix de l'énergie, outil de simulation pour le coût du système électrique (production x coût moyen...), outil de simulation pour la rénovation du bâtiment montrant des besoins de financement d'environ 12 G€/an (mais c'est de l'investissement...))
3. Point de vue des porteurs de scénarios
4. Synthèse des experts

Monsieur P. Criqui présente la méthode et le type d'éléments qu'il espère rassembler pour caractériser ainsi les scénarios par rapport aux critères. Les quatre familles de trajectoires étudiées sont représentées par quatre scénarios illustratifs :

1. **Facteur 4 et forte demande**
2. **Scénario médian (50 % nucléaire)**
3. **Facteur 4 avec faible demande et mix diversifié**
4. **Facteur 4 avec faible demande et sortie du nucléaire**

Monsieur P. Criqui précise qu'il enverra ces éléments lundi 22 avril aux experts inscrits pour la thématique du GT2. Il souligne le besoin d'éléments supplémentaires pour décrire les conséquences des quatre grandes trajectoires sur l'emploi et les filières professionnelles. Il rappelle que toute note technique transmise en tant que contribution et suffisamment courte pourra être ajoutée au dossier.

Il précise que le président du groupe des experts monsieur A. Grandjean a demandé à l'expert O. Rech de rédiger une note sur le prix futur des énergies fossiles. Il mentionne l'outil Elecsim qui permet une simulation des capacités installées nécessaires à partir du mix de production ; cet outil permet aussi de calculer le coût de production moyen du parc électrique.

**À la demande de la coordinatrice Mme M. Ardit, le dossier technique devra être diffusé par le SG-DNTE, lundi 22 avril, à l'ensemble des membres du GT2, quitte à préciser qu'il s'agit en l'état d'un document confidentiel en cours de mise au point.**

Monsieur P. Perbos (RAC) souhaite que le GT2 fasse un croisement entre les scénarios et les recommandations du GT1.

Monsieur M. Colombier, expert référent pour le GT2, rappelle que le GT1 est plutôt sur la détermination des potentiels mais que, d'ici le 25 avril, ses experts référents devraient compléter pour indiquer d'un point de vue technique ce qui peut correspondre aux 12 scénarios.

Concernant les évaluations des émissions de CO<sub>2</sub> énergie présentées, les participants regrettent que la totalité des GES (et en particulier méthane) ne soit pas étudiée par tous les scénarios, mais seulement par certains, d'où une incohérence dans les facteurs 4 affichés.

Monsieur M. Colombier note que le dossier transmis par les experts ne permettra de répondre qu'à certaines des questions posées par le GT, il fera le bilan des travaux existants et dessinera d'éventuelles pistes de travail pour l'après DNTE.

Madame C. Jean (LPO) regrette de ne pas voir mentionnés dans la grille d'analyse des scénarios par critères des indicateurs relatifs à la biodiversité. Les experts lui répondent que les scénarios ne contiennent malheureusement que peu d'éléments quantifiables dans ce domaine mais qu'une note est en préparation. En outre Mme Jean souligne le fait que la question de l'urbanisme lui paraît trop rapidement évoquée et seulement dans certains scénarios alors qu'elle mériterait d'être traitée en tant que telle. Elle propose qu'une première recommandation du GT2 soit l'étude du lien entre urbanisme et consommation d'énergie.

Monsieur P. Mathis note qu'en matière d'aménagement du territoire, le GT1, qui a traité cette question, n'a pas su proposer des mesures précises et qui fassent consensus.

Le rapporteur monsieur R. Durdilly suggère que le rapport se concentre sur les points clés et les zones d'ombre qui se dégagent de l'analyse produite par les experts. Monsieur P. Criqui souligne que l'analyse à venir aura le mérite d'être exhaustive, le GT pourra alors décider de se concentrer ou non sur certains critères détaillés.

La coordinatrice madame M. Ardit demande aux participants d'envoyer leurs souhaits concernant les recommandations, et d'essayer de s'appropriier au maximum le travail que les experts vont envoyer lundi 22 avril.

## **Prochaine réunion**

La coordonnatrice madame Ardit indique que la prochaine réunion se tiendra **mardi 23 avril à 9h, à Roquelaure.**

**Conseil national du débat sur la transition énergétique**  
**Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios**

**Relevé de conclusions de la 8<sup>e</sup> réunion du 23 avril 2013**

La réunion est animée par madame Maryse Ardit, coordonnatrice, avec M. Robert Durdilly, rapporteur, M. Richard Lavergne et Mme Eléonore Trigano, tous deux co-rapporteurs DGEC. M. Philippe Masset représente le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par M. Michel Colombier, M. Patrick Criqui et Mme Laurence Rouil.

**Organisation des travaux du GT2**

La coordonnatrice Mme Maryse Ardit rappelle que la prochaine réunion se tiendra jeudi 2 mai, de 9h à 13h, à La Défense. La présente réunion est consacrée à l'examen du projet de dossier technique élaboré par le groupe des experts et à la façon de le compléter, puis aux recommandations.

**Approbation des comptes rendus des réunions 6 et 7**

Compte tenu de leur envoi récent, la coordonnatrice Mme Ardit convient de reporter leur approbation à la réunion du 2 mai.

**Dossier technique**

L'expert M. Patrick Criqui présente un projet de dossier technique qui regroupe les contributions du groupe des experts aux questions formulées par le GT2 sur les critères d'évaluation des différents exercices de scénarios. Pour clarifier les différences de trajectoires quatre scénarios illustratifs ont été identifiés :

- DEC électrification et décarbonation (ex. Négatep)
- DIV demande stable et diversification (ex. ANCRE div.)
- EFF efficacité et diversification (ex. ADEME)
- SOB sobriété et sortie du nucléaire (ex. Négawatt)

Ce dossier technique reste à compléter, par exemple en lien avec le GT4 pour la méthodologie d'évaluation des coûts. Pour certains critères, les experts éprouvent des difficultés à caractériser les scénarios, faute de précisions suffisantes de la part des auteurs des scénarios.

À la suite de cette présentation, un débat s'engage avec les participants et les experts s'efforcent d'apporter des éclaircissements sur leur travail. Il ressort notamment de la discussion les points suivants :

- il est souhaitable d'effectuer des tests de sensibilité aux hypothèses, à indiquer aux experts ;
- une approche qualitative semble pouvoir être utilisée en complément à l'analyse des experts pour renseigner la façon dont chacun des quatre scénarios illustratifs se comporte par rapport aux 12 critères d'évaluation, sans se prononcer sur la pertinence comparée des scénarios ;
- il paraît impossible qu'un des scénarios obtienne le consensus du GT2 et il s'agit donc d'objectiver la problématique pour permettre au Gouvernement et au Parlement de faire des choix en toute connaissance de cause.

M. Jedliczka (CLER) souhaite qu'il soit indiqué dans le compte rendu qu'il trouve anormal que les scénarios ANCRE soient pris en compte puisque leurs auteurs n'ont pas respecté la date butoir du 16 avril. M. Patrick Criqui répond que ce retard avait été annoncé dès le recensement des scénarios.

La coordonnatrice Mme ARDITI demande aux membres du Groupe de faire part **d'ici vendredi 26 avril** de leurs attentes s'agissant du mode de remplissage du tableau des 4 scénarios illustratifs et des 12 critères.

M. Criqui s'engage à adresser au groupe une nouvelle version du dossier technique pour vendredi 26 avril.

### **Recommandations à formuler dans le rapport du GT2**

La coordinatrice Mme ARDITI propose à chaque membre du groupe de faire part de ses premières idées de recommandations.

Il s'ensuit un tour de table que Mme Arditi clôt en demandant à chacun de consigner par écrit les recommandations ainsi exprimées **d'ici lundi 29 avril**. Les absents sont également invités à faire de même.

<b>Conseil national du débat sur la transition énergétique</b> <b>Groupe de travail n° 2 Mix/scénarios</b>
---

### Relevé de conclusions de la 9<sup>e</sup> réunion du 2 mai 2013

La réunion est animée par madame Maryse Ardit, coordonnatrice, avec M. Georges Bouchard, rapporteur par intérim et M. Richard Lavergne co-rapporteur DGEC. Mme Anne Lemaire-Dujin et M. Yves Marignac représentent le SG-DNTE. Le groupe des experts est représenté par M. Eric Vidalenc, bien que non-membre, par délégation exceptionnelle des experts référents.

#### **Organisation des travaux du GT2**

La coordonnatrice Mme Maryse Ardit indique qu'une première partie de la présente réunion sera consacrée à l'audition des porteurs de scénarios énergétiques dont le champ est limité à l'électricité, mais que l'UFE étant indisponible et son audition devant être reportée au 16 mai, seuls les travaux de Global Chance et RTE seront examinés aujourd'hui. La deuxième partie de la réunion sera consacrée à une présentation complémentaire de Négawatt dont le représentant n'avait pas été en mesure de répondre à toutes les questions lors de son audition du 4 avril.

La séance du 6 mai après-midi sera consacrée à la préparation du rapport. Celle du 16 mai toute la journée sera consacrée à la fois à la suite de la préparation du rapport et à des auditions supplémentaires : ANCRE, GrDF, Solagro, UFE et AIE (perspectives des marchés des hydrocarbures au niveau international).

Une proposition de plan du rapport sera envoyée vendredi 3 mai aux membres du groupe pour faciliter la tenue de la réunion du 6 mai, ainsi qu'une proposition de méthodologie pour l'examen des recommandations que va rédiger le rapporteur M. Robert Durdilly.

#### **Approbation des comptes rendus des réunions n° 6 , 7 et 8**

La coordonnatrice Mme Ardit convient de reporter leur approbation à la réunion du 6 mai.

#### **Audition de M. Benjamin Dessus pour Global Chance**

L'audition repose sur un Powerpoint joint en annexe.

M. B. Dessus indique que plus qu'un scénario au sens classique l'étude faite par Global Chance est une réponse à l'urgence liée à l'accident de Fukushima-Daïchi en 2011. Il s'agissait de savoir si une sortie du nucléaire rapide sur le modèle allemand était techniquement vraisemblable et si oui à quel coût pour le système électrique français. Il a donc étudié deux cas :

- fermeture de toutes les centrales existantes d'ici 2031 ;
- remplacement des centrales actuelles par des EPR après une durée de vie de 33 ans en moyenne

Les principaux enseignements de l'étude de M. B. Dessus sont que dans les deux cas la facture globale augmente sensiblement (de 40 % à 80 %), avec des investissements de l'ordre de 22 à 27 G€/an, qu'il est nécessaire d'évaluer les factures globales, plutôt que de comparer les coûts unitaires au kWh, qu'il est important d'évaluer les coûts des économies d'électricité, y compris spécifique, et qu'enfin il est important de tenir compte des coûts de réseau trop souvent peu documentés.

Il s'ensuit un débat dont il ressort notamment les points suivants :

- l'analyse de Global Chance n'envisage pas la prolongation de durée de vie des centrales nucléaires et l'audition du président de l'ASN pourrait apporter des informations sur sa doctrine en la matière ;
- la question du coût de la mise au niveau du parc existant par rapport à l'EPR est posée ;
- l'analyse de Global Chance pourrait être complétée, d'une part, sur les prix au consommateurs industriels car leur flexibilité est inférieure à celle des ménages, d'autre part, sur les coûts liés à l'adaptation des réseaux à une profusion de production décentralisée. La disponibilité de biomasse pour produire 40 TWh d'électricité en 2031 serait également à vérifier ;
- les comparaisons franco-allemandes sont discutées ;
- il y a un débat sur le coût des économies d'électricité, notamment par rapport aux scénarios de l'UFE, mais globalement le coût des investissements paraît proche dans les deux cas.

### **Audition de M. Jean-Philippe Roudil pour le Bilan prévisionnel de RTE**

L'audition repose sur un Powerpoint joint en annexe.

M. Jean-Philippe Roudil présente les spécificités du Bilan prévisionnel de RTE par rapport aux autres scénarios versés dans le débat : RTE dispose d'un mandat législatif dans une optique de sûreté du système électrique avec des horizons temporels de 5 et 15 ans. Sur la base d'analyses détaillées de l'équilibre entre l'offre et la demande d'électricité, il en déduit une analyse annuelle de la tendance et des perspectives. En 2012 RTE a produit quatre scénarios électriques contrastés et à long terme pour couvrir le champ des incertitudes à l'horizon 2030 :

- un scénario Médian, avec 56 GW de nucléaire, 30 GW d'éolien, 20 GW de PV, 21 GW d'interconnexions et 82 TWh d'économies d'électricité ;
- un scénario Consommation forte ;
- un scénario Nouveau mix, avec 40 GW de nucléaire, 40 GW d'éolien, 30 GW de PV, 27 GW d'interconnexions et 116 TWh d'économies d'électricité ;
- un scénario Croissance faible.

M. J.-Ph. Roudil précise que la localisation influera sur les besoins de réseaux et que dans le cadre d'une commission CURTE ouverte aux parties prenantes, RTE s'efforce d'exploiter les SRCAE. Il insiste sur le rôle de la thermosensibilité électrique de la France puisqu'on est passé en quelques années de 1 600 MW/°C à 2 300 MW/°C.

Il s'ensuit un débat dont il ressort notamment les points suivants :

- les émissions de CO<sub>2</sub> du scénario Nouveau mix sont, pour le seul parc de production, de 31 Mt en 2030, contre 26 Mt en 2011, mais cette évolution cache une mutualisation européenne qu'il n'est pas possible d'estimer à ce stade ;
- le coût d'adaptation du réseau de transport est estimé entre 35 et 50 G€ dans le scénario Nouveau mix, ce qui recouvre à la fois le renforcement nécessité par la mise en place d'un marché européen de l'électricité, la sécurité d'approvisionnement et la prise en compte de la variabilité des EnR ;
- le coût de l'adaptation du réseau de distribution BT et MT pourrait être équivalent à celui du réseau de transport

### **Audition complémentaire de M. Thierry Salomon pour Négawatt**

La coordonnatrice Mme Maryse Ardit précise qu'elle a demandé aux membres du groupe de lui transmettre les questions qu'ils souhaitaient poser à Négawatt en complément à son audition du 4 avril et qu'elle les a transmises à M. Thierry Salomon. Celui-ci a rédigé une réponse globale dans un **document joint en annexe**. Un complément sur les questions agricoles sera apporté lors de la séance du 16 mai par Solagro.

M. Th. Salomon précise en particulier que le PIB n'est pas une donnée d'entrée car le scénario repose principalement sur la physique du système énergétique. Cependant une analyse macroéconomique a été faite par le modèle THREE-ME,-Ademe-OFCE, qui montre qu'il n'y a pas de conséquences sensibles sur l'économie française. Il y a un effet important des investissements mais la baisse des importations d'énergies fossiles contribue à une croissance du PIB supérieure à celle de la population. Les résultats de cette étude seront présentés le 14 mai. Une deuxième évaluation a été réalisée par Mme Sandrine Mathy, du CIREN, avec le modèle IMACLIM mais elle n'est pas encore prête à être publiée. Pour les emplois, une étude a été réalisée par M. Philippe Quirion, également du CIREN, de l'ensemble des investissements, en distinguant les filières EnR, Les résultats de cette étude ont été transmis par e-mail aux membres du GT2 et sont téléchargeables sur le site internet de Négawatt.

M. Salomon estime que le coût de la sobriété est en général quasi nul et que, la plupart du temps, le coût des mesures d'efficacité énergétique est inférieur au coût de soutien des EnR. Il soutient l'intérêt de tenir compte de la valeur patrimoniale « verte » du bâti.

Les dix facteurs critiques de succès du scénario sont les suivants, selon M. Salomon :

- il faut une trajectoire claire, quantifiée et lisible donnée par l'État jusqu'à 2050 (continuation du DNTE à l'automne) ;
- il faut une haute autorité de la transition énergétique qui rassemble les études et qui arbitre sur les points délicats ;
- il faut disposer de véhicules performants ;
- il faut mettre en place un plan de rénovation massif (750 000 logements par an) et en profondeur ;
- il faut rendre les équipements plus sobres ou plus efficaces par la réglementation ;
- il faut déclarer d'intérêt public le développement des EnR (notamment pour les documents d'urbanisme) ;
- il faut déclarer un moratoire sur toute exploitation des énergies fossiles en France, y compris DOM-COM ;
- il faut un déclassement des centrales nucléaires dès qu'elles atteignent 40 ans de durée de vie ;
- il faut développer la gestion de la distribution par les collectivités locales ;
- il faut mettre en place une fiscalité appropriée (bonus-malus, contribution sur les énergies primaires et les externalités).

Il s'ensuit un débat dont il ressort notamment les points suivants :

- la production nationale d'énergies fossiles est considérée par Négawatt comme une potentielle « boîte de Pandore » qui mettrait en péril l'atteinte du facteur 4 tous GES, ce qui explique le souhait de moratoire ;
- on pourrait tenter de chiffrer le coût de la difficulté de flexibilité du nucléaire, de même que le coût des intermittences des EnR. En Espagne, les pouvoirs publics n'hésitent pas à couper le raccordement au réseau des éoliennes lorsqu'elles produisent trop, ce qui est une façon d'intégrer ce coût au niveau de la production ;
- le scénario Négawatt considère qu'il y a suffisamment de surfaces libres (friches, anciennes décharges, etc.) pour pouvoir développer du PV au sol sans nuire aux surfaces agricoles.

### **Conclusions génériques pour le rapport**

La coordonnatrice Mme Ardit cite l'hydrogène comme piste non évoquée pour l'instant, dans aucun scénario, mais qu'il faut y penser pour plus tard. Elle estime que quatre scénarios illustratifs, s'ils sont suffisamment détaillés, devraient passer par la « moulinette » d'un même modèle macroéconomique et d'un modèle des emplois créés. Si on n'y arrive pas d'ici la fin du DNTE, il faudrait s'organiser pour le faire après. La question du choix du modèle doit également être évoquée.

● ● ● **Un débat ouvert à tous**



**Pour réussir à construire ce nouveau modèle de société,  
nous avons besoin de vous tous, de votre mobilisation, de vos avis,  
témoignages et expériences.**

**[www.transition-energetique.gouv.fr](http://www.transition-energetique.gouv.fr)**

**Secrétariat général du débat national  
sur la transition énergétique**

246, boulevard Saint-Germain

75007 Paris

Tél. 33 (0)1 40 81 77 94

