

RAPPORT DU GT2

MIX ET SCENARIOS ENERGETIQUES

Maryse ARDITI
Robert DURDILLY

Objet des travaux

- « *Quelle trajectoire pour atteindre le mix énergétique en 2025 ? Quels types de scénarios possibles aux horizons 2030 et 2050, dans le respect des engagements climatiques de la France ?* »
- Le GT2 a pris en compte, pour examiner cette question, l'ensemble des engagements. Toutefois :
 - il s'est accordé sur le respect des engagements sur les émissions de gaz à effet de serre, de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique fixés par la loi et les engagements européens, aux horizons 2020, 2030 et 2050,
 - mais il ne s'est pas accordé sur le respect de l'engagement sur la baisse de la part du nucléaire à 2025.
- Il est rapidement apparu impossible de s'entendre sur une trajectoire.
- Le GT2 s'est accordé sur l'objectif d'apporter **un éclairage multi-critères**, prenant en compte l'ensemble des enjeux sociaux, économiques et environnementaux, des trajectoires de transition énergétique.

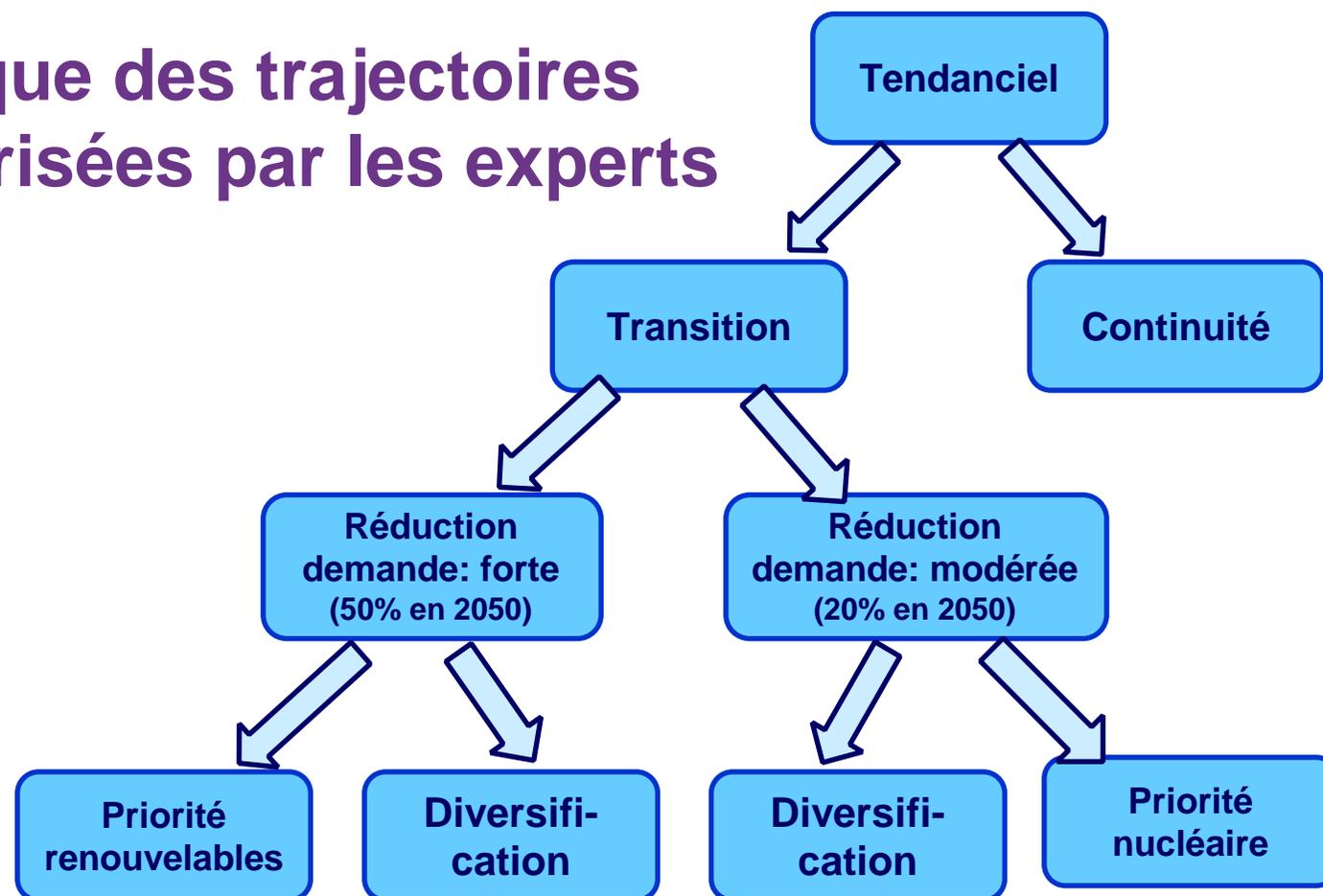
Démarche

- Pas d'outils de prospective utilisables pour produire de nouvelles trajectoires : choix de travailler à partir des scénarios existants
- Complexité du sujet, abondance de matière, nécessité de s'appuyer fortement sur les experts : difficulté de calendrier
- Travail en articulation avec le CNDTE : points intermédiaires de discussion sur les trajectoires, discussion sur les critères
- Choix de regarder tous les scénarios disponibles (même si leur périmètre, leur horizon, leurs objectifs n'entrent pas dans le cadre), car tous apportent un éclairage utile
- Travail d'analyse des scénarios, mais pas d'évaluation respective ni de sélection
- Recherche de points communs et de recommandations consensuelles
- Deux visions fortement divergentes sur le niveau de demande et sur la place du nucléaire, que le GT2 s'est efforcé d'explicitier

Méthode de travail

- **12 réunions** dont une double du 14 février au 16 mai 2013, environ 20 participants en moyenne (50 membres du GT au total)
- **Auditions** de la grande majorité des porteurs des scénarios :
ADEME, ANCRE, CIRED, Global Chance, GrDF, Négatep, négaWatt, RTE, UFE
- Auditions complémentaires, à la demande de différentes parties du groupe, pour des éclairages (risques nucléaires, prix de l'énergie)
- Travail en liaison étroite avec les experts référents (Patrick Criqui, Michel Colombier) qui ont apporté un soutien très important
- Analyse en trois temps :
 - 1) définition et qualification de critères,
 - 2) application par les experts à une sélection de trajectoires construites à partir des scénarios existants, *sans évaluation respective*
 - 3) *étape en cours* : avis du groupe sur l'application des critères aux différentes trajectoires

Logique des trajectoires caractérisées par les experts



Les trajectoires

sont explorées
les scénarios
suivants:

par

SOB

NégaWatt
Greenpeace
WWF
Global Chance

EFF

ADEME
GRDF
ANCREsob
ENCILOCARBrenf

DIV

ANCREdiv
RTEnouv
mix
DGECame

DEC

Négatep
RTEmed
ANCREele
UFE

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 le stock bâti par des programmes ambitieux de rénovation lourde (750 000 log/an, objectif 50 kWh/m²);**
- **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.**

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 / 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 permet 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.**

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 Energie-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 2l/100km 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**

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 trafic 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 à la moitié des besoins, le reste étant couvert par les biocarburants et les produits pétroliers**
- **Au sein d'une demande finale stable ou en légère diminution, la demande d'électricité double et représente la moitié de la demande finale en 2050. La production s'appuie sur un doublement du parc nucléaire (part constante), une croissance limitée des ENR variables et une stabilité des fossiles.**

Position défavorable à une réduction forte de la demande (facteur 2)

- Un objectif de forte réduction de la demande n'est pas nécessaire :
Plusieurs scénarios / trajectoires atteignent ou s'approchent du facteur 4 GES avec une réduction modérée de la demande et un recours accru à des vecteurs énergétiques faiblement ou non carbonés
- Cet objectif ne serait pas atteignable pour 3 raisons principales :
 1. Facteur très supérieur à 2 en prenant en compte PIB et démographie
 2. Limites économiques de l'efficacité énergétique
 3. Changements profonds de comportements et de société non acceptés par les citoyens
- Un tel objectif serait incompatible avec le redressement industriel, la croissance économique et l'emploi

Position favorable à une réduction forte de la demande (facteur 2)

- Seuls les scénarios réduisant fortement la demande (facteur 2) tiennent le facteur 4 tous GES en 2050, les autres font facteur 4 sur le seul CO2
- Les premières études montrent qu'ils sont en outre créateurs d'emploi et tiennent une croissance « normale »
- Plus facile de réduire les risques liés à la production, en particulier nucléaire, si la demande est réduite, renforce la robustesse
- Tenir les objectifs de la loi POPE de 2005
- Fixer des objectifs intermédiaires à 2030 et 2040 en phase avec le facteur 2

Critères pour l'évaluation des scénarios

- 1. Coûts et prix de l'énergie, économie et coûts des services énergétiques***
- 2. Investissements (par secteur filière, nature et profil temporel)***
- 3. Emploi, filières professionnelles, activités***
- 4. Sécurité d'approvisionnement, indépendance énergétique (y-compris risques sur approvisionnement intérieur)***
- 5. Gestion et économie des ressources, biodiversité et impact environ.***
- 6. Impacts santé, accident, risques, sureté***
- 7. Changement climatique***
- 8. Respects des engagements (internationaux/nationaux, env. global/local)***
- 9. Résilience, robustesse, adaptabilité, réversibilité, flexibilité***
- 10. Cohésion et justice sociale***
- 11. Autonomie territoriale et gouvernance des systèmes locaux***
- 12. Faisabilité technique et macro économique des scénarios***

Travail sur les critères (exemple)

Qualification par le Groupe des experts	Réponse des porteurs de scénario
<p>L'investissement dans le secteur énergétique dépend essentiellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - côté demande des décisions prises en matière d'évolution des parcs de logement, 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 électrique ou hybrides demandera également un investissement supplémentaire (surcoût du véhicule, batteries, piles à combustible) ; - côté offre des décisions pour le secteur électrique (moyen de production, réseaux de transport et de distribution) sera 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...). 	<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>Avis du GT2</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 macro économique dans un lieu approprié (N°27).</p>

Travail en cours d'analyse et de discussion par le GT2

Recommandations sur les orientations générales des trajectoires de transition énergétique

- 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.**

Recommandations sur les conditions de mise en œuvre de la transition énergétique

- 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.**
- 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. (réserve d'une partie des syndicats)**

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique

Concernant la demande

- 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 » pour la maîtrise de l'énergie (MDE).**
- 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.*

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique(1/3) *Concernant le nucléaire*

- 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.

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique (2/3) Concernant le nucléaire

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. A 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'Etat 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.*

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique (3/3) Concernant le nucléaire

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'Etat 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 terme d'emplois si les mêmes sommes étaient affectées dans l'efficacité énergétique et / ou les énergies renouvelables.*

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique

Concernant les énergies renouvelables

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.

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique

Concernant les gaz de schistes

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 étudier la possibilité d'une exploitation des gaz de schiste respectueuse de l'environnement

Recommandations sur l'évolution du « mix » énergétique

Concernant les objectifs intermédiaires

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. Certaines organisations représentant les employeurs souhaitent, plutôt qu'une combinaison d'objectifs, un seul objectif prioritaire sur les GES.

Recommandations sur la poursuite de l'analyse prospective et sur la gouvernance de la transition énergétique (1/2)

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, en conformité avec les standards internationaux.

26. Demander aux pouvoirs publics de reprendre la publication périodique de ses « 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 macro-économiques, sur les emplois, sur les secteurs et les territoires, et en utilisant des modèles de bouclage macro-économique existants et suffisamment diversifiés, dans le cadre d'une instance appropriée.

A plus court terme, les scénarios existants pourraient être jaugés en utilisant des modèles de bouclage macro-économique existants et suffisamment diversifiés.

Recommandations sur la poursuite de l'analyse prospective et sur la gouvernance de la transition énergétique (2/2)

- 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.

Merci de votre attention