

# Les outils de planification locale dans le contexte de la transition énergétique

Par Claude ARNAUD

Président d'Efficacity

Réussir la transition énergétique de nos villes, c'est-à-dire l'abandon du pétrole au profit de diverses sources d'énergies décarbonées, est schématiquement conditionnée par trois actions indispensables : un investissement massif dans les énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) ; une baisse globale de nos consommations par l'usage d'équipements plus efficaces et par des comportements permanents plus responsables ; et une planification coordonnée des travaux à mener pour optimiser tant l'efficacité technique que l'étalement judicieux des investissements et financements.

Dans cet article, nous nous intéressons justement aux outils de planification qu'ils soient existants ou en développement. L'institut Efficacity pour la transition énergétique de la ville a notamment développé une suite logicielle adaptée pour l'aménagement en rénovation ou à neuf de quartiers et territoires urbains. Ces outils testés sur de nombreux cas concrets donnent aux décideurs politiques les éléments techniques et financiers leur permettant d'opérer les meilleurs choix en matière de solutions énergétiques et pour leur gestion et, ainsi, de bâtir leur programme Climat Énergie au travers de plans opérationnels d'exécution pluriannuelle.

## Contexte général

Substituer des énergies non carbonées au pétrole et au gaz n'est pas chose aisée, car, malheureusement, il n'y a pas une solution toute faite. En effet, il n'existe pas d'énergie propre disponible, bon marché et facile d'utilisation permettant cette substitution. Ce sont donc plusieurs solutions qu'il faut expertiser, qui ne présentent pas toutes un même degré de maturité ou de disponibilité, ni bien sûr les mêmes coûts d'investissement ou d'exploitation. On est donc face à une complexité plus forte que la situation qui prévalait dans les années 1980, au moment des premiers chocs pétroliers.

Les énergies fossiles pétrole et gaz représentent, au niveau mondial, 80 % des consommations globales et, pour la France, un taux d'environ 50 %. Les volumes à substituer sont donc considérables, et l'urgence climatique oblige à le faire avec détermination dans les dix, vingt ou trente années à venir. Cela montre combien l'enjeu de la transition énergétique est majeur en termes technique, économique, financier, politique et sociétal.

L'abandon progressif mais intensif du pétrole se fera très majoritairement au profit de l'électricité produite sous des formes variées. De même, à terme, le gaz dit naturel sera progressivement abandonné au profit de nouveaux gaz neutres en carbone, tels que le biométhane, le méthane de synthèse ou l'hydrogène.

Ces énergies venant se substituer au pétrole, puis au gaz, seront, bien sûr, l'éolien terrestre et maritime, le solaire photovoltaïque, mais aussi la géothermie, les énergies dites de récupération, en particulier les biomasses issues des déchets par méthanisation ou pyrogazéification, ou encore la chaleur fatale émanant de sources urbaines et industrielles, et, bien entendu, le nucléaire, énergie décarbonée dont raisonnablement nous ne pourrions pas nous passer.

Les techniques de séquestration du carbone et les processus de transformation par méthanation du CO<sub>2</sub> et de l'hydrogène pour refabriquer du méthane de synthèse injectable dans le réseau gaz font aussi partie des solutions. Ces techniques encore onéreuses aujourd'hui, deviendront au fil du temps matures et pourront donc être mises en œuvre à l'avenir.

Ces transferts massifs nécessiteront la création d'un grand nombre d'unités de production et de renforcements des réseaux de transport et de distribution, qui exigeront l'adaptation des réseaux traditionnels de gaz et d'électricité, ainsi que de leur modèle de fonctionnement. De plus, une bonne partie des énergies renouvelables nécessaires à cette transformation seront produites ou récupérées localement, multipliant ainsi les points d'injection de l'énergie dans les réseaux de distribution.

Aux changements d'énergies proprement dits, se greffe tout un processus implacable de transformation de

notre modèle de gestion énergétique en vigueur depuis soixante-dix ans, lequel passera lui aussi progressivement d'un fonctionnement entièrement centralisé à un modèle mixte centralisé et décentralisé.

En d'autres termes, nous devons adopter une vision systémique de l'énergie combinant l'ensemble des typologies de réseaux, alors même que nous étions gouvernés par des dispositifs qui étaient jusque-là assez simples : schématiquement, d'un côté, un réseau électrique et un réseau de gaz naturel pilotés de façon centralisée, sous le contrôle de la CRE, et, de l'autre, des réseaux de chaleur et de froid, essentiellement locaux, placés sous l'autorité de collectivités déléguées.

Enfin, les progrès technologiques récents et l'entrée en force de la digitalisation, qui permet de bien mieux connaître et appréhender le besoin en énergie des consommateurs (individuels, collectifs, industriels...), viennent un peu plus bousculer l'ensemble de ce système énergétique en fonction depuis les années 1950. Si cela pouvait déjà nous inquiéter, les vives tensions géopolitiques que nous connaissons aujourd'hui (sur le gaz, notamment) exacerbent encore plus le déséquilibre non seulement de l'ensemble de notre système énergétique, mais aussi de notre système politique et économique.

Cette situation difficile est aussi une formidable opportunité pour notre pays qui dispose d'atouts considérables, notamment la présence sur son territoire de grands énergéticiens et équipementiers, parmi les meilleurs du monde. Elle est aussi une opportunité de réinventer un nouveau modèle énergétique, à la fois robuste, flexible, adaptable aux évolutions futures et le plus intégré possible.

Dans ce contexte particulièrement complexe, réussir cette transition passera par des investissements

bution d'énergie, comme nous avons su très bien le faire en réponse aux chocs pétroliers des années 1980.

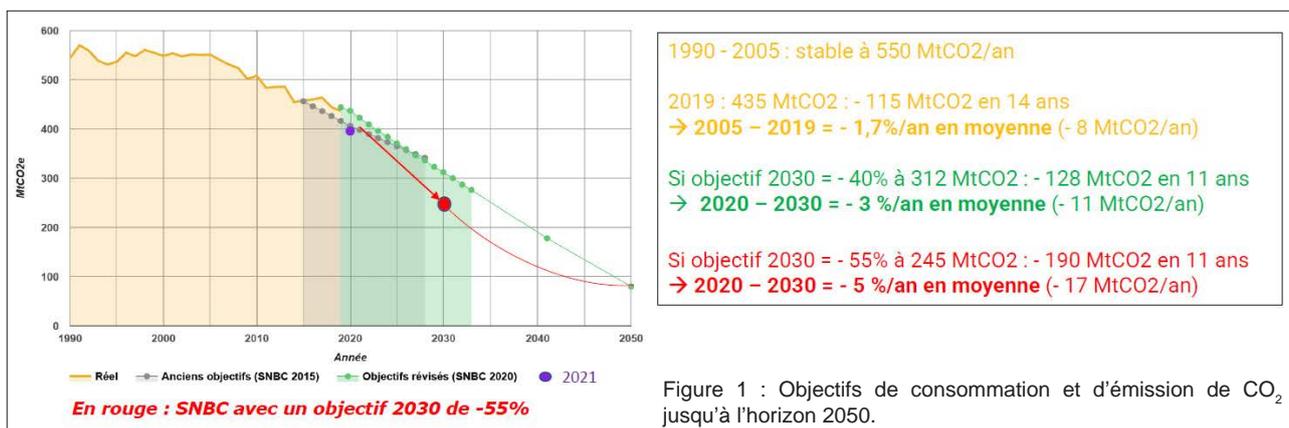
Dans cet article, nous proposons de passer en revue les différents outils de planification existants ou en développement et d'analyser les conditions de leur mise en œuvre pour contribuer à la transition énergétique.

## La situation énergétique des territoires et leur diversité

Globalement, les villes et territoires urbains métropolitains consomment 50 % de l'énergie et émettent autant de GES. Les villes sont les plus gros consommateurs et émetteurs, notamment sous l'effet des transports. Selon les villes, la part des émissions des transports n'est pas forcément majoritaire dans le total des émissions urbaines.

La Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) actuellement en vigueur fixent des objectifs de réduction de consommation, et surtout la répartition entre les énergies renouvelables et celles qui ne le sont pas. Les chiffres disponibles montrent combien nous sommes en retard par rapport à ces objectifs et donc l'ampleur de l'effort à fournir dans le futur immédiat.

En effet, pour être en conformité par rapport aux Accords de Paris (COP21) et, plus récemment, aux engagements européens (Fit to 55), la trajectoire idéale conduirait à réduire nos consommations et nos émissions de 5 % par an jusqu'en 2030, soit quasiment le triple des efforts actuels (voir la Figure 1 ci-dessous). L'enjeu est donc considérable.



massifs dans la construction de nouvelles unités centralisées et décentralisées de production d'énergie, dans le renforcement des réseaux de transport et de distribution, ainsi que par des baisses majeures des consommations énergétiques, la fameuse sobriété dont on parle tant aujourd'hui.

Une des clés de la réussite résidera dans le recours à une planification visant à optimiser les travaux et les investissements en matière de production et de distri-

Cet enjeu a d'ailleurs été rappelé dans les rapports du CESE<sup>1</sup> et du HCC<sup>2</sup>.

Chaque territoire est un cas particulier. La difficulté de l'exercice est bien d'avoir une politique nationale cohé-

<sup>1</sup> <https://www.lecese.fr/travaux-publies/accord-de-paris-et-neutralite-carbone-en-2050-comment-respecter-les-engagements-de-la-france>

<sup>2</sup> <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2022-depasser-les-constats-mettre-en-oeuvre-les-solutions/>

rente, laquelle est nécessaire pour être en ligne avec les objectifs de la SNBC, mais en tenant compte des diversités locales et régionales. Pour le dire de manière directe, on ne fera jamais la même chose à Brest qu'à Strasbourg, ou encore à la Ferté-Saint-Aubin qu'à Saint-Georges-de-Didonne !

Alors, comment arriver à concilier une vision politique globale avec les particularités locales ? En d'autres termes, comment aller du national vers le local, et réciproquement, de façon fluide en tenant compte des insuffisances en ingénierie de nombre de collectivités ? Il faut savoir inventer le passage du régalién, le pouvoir central qui fixe le cap énergétique, au local pour son exécution. Les outils de planification peuvent y aider grandement.

## Les outils de planification existants ou en développement

Depuis plusieurs années, l'État a imposé aux collectivités de concevoir des plans Air-Énergie-Climat (PCAET) et, aux régions, des schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADETT). Ces plans et schémas permettent, notamment, d'établir une sorte de photographie des territoires au regard des enjeux énergétiques et climatiques, d'évaluer les parts de chaque type de production d'énergie et de fixer des objectifs quantifiés en matière de réduction des consommations et des émissions de GES.

C'est un premier pas louable. Cependant, les documents précités se révèlent très disparates, et seulement un tiers des collectivités ont réellement élaboré leur plan ou schéma. Enfin, et surtout, ces documents ne sont en aucun cas des programmes opérationnels en termes d'exécution. De plus, la consolidation de tous ces plans et schémas est très difficile et ne permet absolument pas de savoir si l'on est sur la bonne trajectoire pour atteindre l'objectif instauré par les directives européennes (Fit to 55) d'une réduction de 55 % des émissions de GES en 2030 et la neutralité carbone promise en 2050.

Notre institut Efficacy conduit actuellement le projet MAP 2050, sous l'égide de l'Ademe, dont le but est de disposer d'une méthode de planification programmatique avant la mise en œuvre de la nouvelle loi Énergie Climat (la troisième du nom) prévue pour l'été 2023, une loi intégrant la nouvelle SNBC et la nouvelle PPE couvrant les années 2023-2030.

Ce projet MAP 2050 vise à définir une méthodologie opérationnelle pour l'élaboration et l'évaluation prospective de scénarios bas-carbone concernant des villes et des agglomérations aux horizons 2030, 2040 et 2050, et intégrant les domaines suivants : les systèmes énergétiques urbains, les bâtiments, les mobilités, l'urbanisme et l'usage du sol.

Le projet s'articule autour de trois grands objectifs :

- construire une vision partagée des besoins des collectivités, établir un état des lieux des outils et méthodes d'aide à la décision actuellement dispo-

nibles et des améliorations à leur apporter ;

- sur cette base, expérimenter, consolider et diffuser la méthodologie sous une forme directement appropriable par des collectivités et bureaux d'études, permettant ainsi de mieux mobiliser les outils existants ;
- spécifier les besoins en termes d'amélioration des outils existants, mais aussi de développement de nouveaux outils (qui soient capables d'identifier les technologies innovantes présentant le plus fort potentiel d'atténuation des émissions de GES), notamment pour pouvoir procéder à une simulation énergétique dynamique qui soit adaptée à une planification à l'échelle territoriale et à une simulation probabiliste des évolutions à moyen et long termes dans la répartition des populations et de leurs comportements (de type « Usage des sols »).

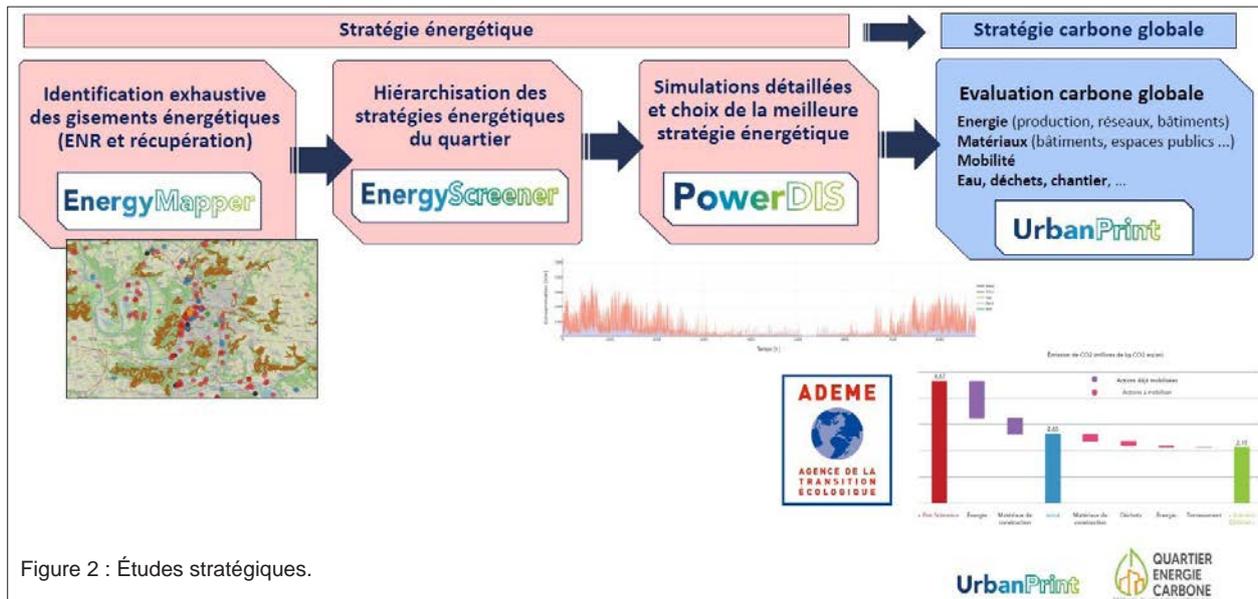
La méthodologie sera affinée et expérimentée avec des collectivités, à travers la mise au point de scénarios bas-carbone aux horizons 2030/2050 dans le cadre de la révision de leurs PCAET.

Pour les collectivités territoriales, parmi les principaux bénéfices attendus du projet MAP 2050, figure l'optimisation de leurs stratégies et des plans d'action en matière de transition bas-carbone territoriale, y compris à travers des analyses coût-efficacité comparées des différents scénarios possibles.

## Les solutions techniques disponibles et les recherches en cours

Il existe de nombreuses solutions techniques pour produire de l'énergie décarbonée. Ces solutions sont détenues par les énergéticiens producteurs et opérateurs, les équipementiers et diverses ETI, PME et *start-ups*. La question majeure est alors celle de savoir comment faire les bons choix en fonction d'un ensemble de critères ? Ce sont des critères liés tant à la géographie et aux ressources EnR&R (énergies renouvelables et de récupération) identifiées, qu'aux contraintes financières, d'investissement, politiques ou sociétales des territoires concernés. Mais aussi, comme déjà évoqué, l'incidence de la mise en service de ces nouvelles unités de production sur les réseaux et leur exploitation. Il faut donc analyser, modéliser et évaluer les diverses solutions possibles pour un territoire donné. Efficacy a développé une chaîne complète d'outils logiciels qui permet de réaliser cette analyse, cette modélisation et cette évaluation, représentant pour les responsables techniques et politiques une aide remarquable à la décision (voir la Figure 2 de la page suivante).

Cette chaîne d'outils est opérationnelle à l'échelle du quartier, voire territoriale (EnergyMapper). Des travaux sont en cours pour étendre l'utilisation des logiciels considérés (et de leurs algorithmes) à l'échelle d'une collectivité.



## Quelques exemples de projets à l'échelle des quartiers ou des villes

Les outils opérationnels, dont nous avons esquissé ci-avant un rapide état des lieux, ont été testés sur de nombreux cas, avec des applications variées. Ils sont soutenus par l'Ademe et les directions centrales du ministère de la Transition écologique (ce sont les logiciels PowerDIS et UrbanPrint codéveloppés avec le CSTB). Un *benchmark* international a montré que cette chaîne d'outils était assez originale et unique. Il existe naturellement de nombreux logiciels dans le monde, que ce soit dans les bureaux d'études ou chez les opérateurs énergéticiens, mais ils sont incomplets et ne permettent pas d'avoir la vision d'ensemble nécessaire à une analyse exhaustive.

La recherche est en la matière extrêmement active, car si le passage de l'échelle du bâtiment (bâtiment à énergie positive (BEPOS)) à celle du quartier (quartier bas-carbone (QBC)) est aujourd'hui effectif, le

passage à l'échelle de la ville est encore à consolider. On comprend bien que ces changements d'échelle accroissent la complexité des calculs et augmentent le nombre de solutions ouvrant la voie à la simulation. Les outils, dont nous disposons, nous permettront d'ici une année de modéliser les territoires en nous appuyant sur l'idée des jumeaux numériques.

Pour illustrer cela, nous prendrons l'exemple du quartier de la gare Matabiau à Toulouse. Cette gare est en cours de rénovation dans la perspective d'accueillir la future ligne TGV Bordeaux-Toulouse. Un projet d'aménagement urbain complète cette rénovation. Nous avons utilisé nos logiciels pour définir pour ce quartier les meilleurs choix énergétiques et tendre à une optimisation du couple investissement-performance qui soit la meilleure possible. 840 combinaisons ou scénarios ont ainsi été testés débouchant finalement sur deux ou trois solutions proposées au maître d'ouvrage de ce projet, la SEM d'aménagement Europolia (voir la Figure 3 ci-dessous), qu'il a validées.

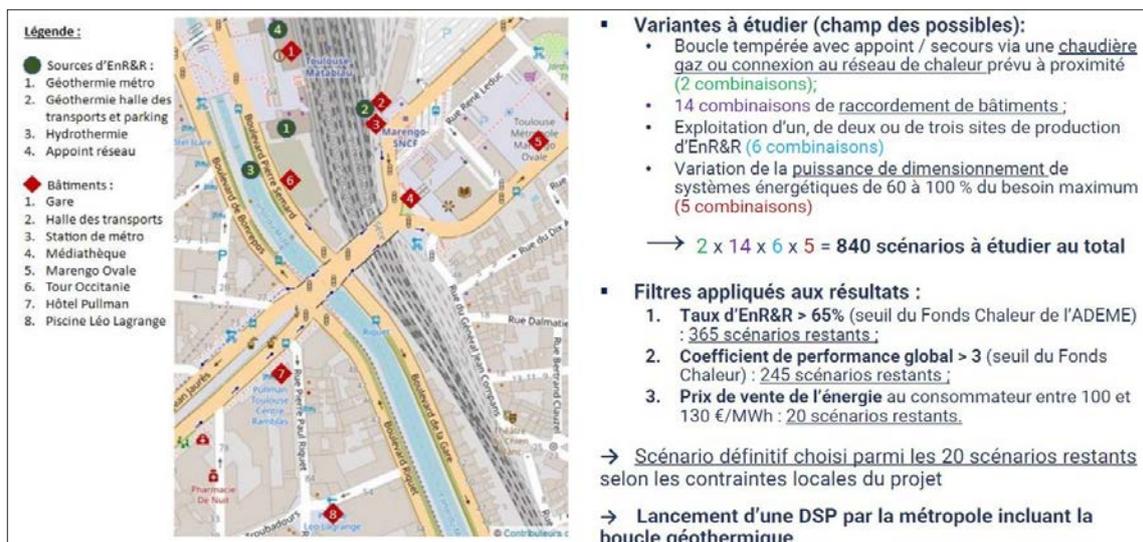


Figure 3 : Validation du projet de réalisation d'une boucle thermique (quartier de la gare Matabiau à Toulouse).

Au-delà de la production ou de la récupération d'énergie, la question délicate est bien celle du pilotage des réseaux. Si l'on veut réduire au maximum les investissements en matière de production, il faut outre le choix de la sobriété, optimiser la gestion des réseaux. Pour cela, le couplage des réseaux constitue une très bonne solution. Assurer le couplage entre les réseaux d'électricité, de gaz et de chaleur-froid ne semble pas évident au premier abord. Cependant, l'occurrence des demandes en énergie offre des possibilités de répartir la fourniture en « tirant » sur telle ou telle ressource au moment d'une pointe de demande. On peut faire ainsi basculer une partie de l'énergie d'un réseau sur un autre selon des critères de coût, de disponibilité ou de souplesse d'exploitation. Il convient de noter que, dans certains cas, pour un euro investi en production, il faut investir trois euros dans les réseaux, d'où l'intérêt d'optimiser les investissements pour plus de flexibilité entre les réseaux !

Les outils logiciels développés par Efficacity (en particulier, PowerDIS) permettent de réaliser une évaluation technico-économique des bénéfices pouvant être retirés d'un pilotage coordonné entre exploitants de différents réseaux. Efficacity étudie, en partenariat avec Veolia et Enedis, comment l'exploitant d'un réseau thermique pourrait proposer de la charge ou de l'effacement à Enedis selon les besoins opérationnels de ce dernier. Efficacity a également entamé des réflexions avec Engie et GRDF dans le but de quantifier les flexibilités relatives à un couplage gaz-électricité et thermique, par exemple dans le cadre d'une cogénération.

Mais si les solutions techniques existent ou sont en cours de développement, il reste à faire accepter aux divers opérateurs de réseaux de travailler plus et mieux ensemble.

L'enjeu de la transition énergétique est d'importance suffisante pour que cela vaille largement la peine que nos champions nationaux œuvrent ensemble pour passer cette période délicate de crise et arriver à se doter des compétences et des références techniques nécessaires pour réussir. Elles seront autant d'atouts pour la France dans la compétition internationale, qui pourra faire valoir toute l'excellence dont témoignent nombre d'exemples français.

## Conclusion

L'idée de planification semble à nouveau faire son chemin en France, la création récente, en parallèle de la constitution du gouvernement actuel, du Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) en atteste.

Nous disposons de l'essentiel des solutions techniques nécessaires pour augmenter sensiblement la production d'énergie décarbonée ; à ce niveau, l'électricité sera sans nul doute possible la grande gagnante de la transition énergétique en cours. Les efforts de recherche doivent bien sûr être amplifiés pour soutenir le développement de ces solutions à long terme.

Les outils d'analyse et de simulation aidant à opérer les meilleurs choix énergétiques dans chaque territoire

commencent à se diffuser, mais il faut encore fortement accélérer leur déploiement. Le couplage des réseaux avec des logiciels d'aide à la conception, de pilotage et de régulation de ces réseaux restent encore trop au niveau du prototype ; ils doivent faire l'objet d'une attention particulière pour intensifier leur développement et qu'ils deviennent le gage d'une optimisation des infrastructures de production et de distribution et participent ainsi à la limitation au maximum de l'intensité capitaliste, une nécessité pour réussir cette transition. Renforcer les capacités d'ingénierie, au sein des collectivités, notamment en apportant une aide ciblée sur les plus petites, est indispensable pour que les responsables politiques appréhendent mieux les enjeux liés à cette transition. Mais il ne faut pas pour autant oublier les nécessaires efforts d'une baisse continue des consommations (la sobriété énergétique) que ce soit aussi bien par le recours à des dispositifs technologiques que par l'adoption par chacun de nous de comportements plus économes.

Enfin, il faut œuvrer à la mise en place de la planification opérationnelle dans chaque collectivité et régions de France, laquelle doit être coordonnée avec la nouvelle stratégie bas-carbone initiée par l'État central, sous le regard attentif de la Commission de régulation de l'énergie. Cette planification est également indispensable pour un étalement dans le temps des investissements nécessaires, et ce pour d'évidentes raisons budgétaires.

À ces conditions, toutes essentielles, ajoutons l'ardente obligation de disposer d'une bonne dose de volonté politique et d'un engagement citoyen fort, notamment de la part des acteurs industriels.

Avec tous ces ingrédients-là, nous devrions pouvoir constituer un cocktail gagnant pour mener à bien la transition énergétique de nos territoires. Formons, ici, le vœu d'y parvenir.