

13

L'ANALYSE SOCIÉTALE

L'ANALYSE SOCIÉTALE : REPRÉSENTER LES DYNAMIQUES SOCIÉTALES DE LA TRANSITION ET LEURS IMPLICATIONS SUR LES MODES DE VIE

13.1 Les *Futurs énergétiques 2050* décrivent des choix énergétiques majeurs pour les décennies à venir, qui constituent autant de choix de société

13.1.1 Des implications sociétales associées aux différents scénarios qui touchent à toutes les composantes du système énergétique : modes de vie et de consommation d'énergie, acceptabilité des moyens de production

L'objectif de neutralité carbone et de sortie des énergies fossiles en 2050 implique des transformations structurantes et inédites pour la société française pour les trois prochaines décennies. Les *Futurs énergétiques 2050*, qui décrivent différentes options possibles pour y parvenir, reposent ainsi sur des modifications profondes des modes de consommation et de production d'énergie, comme en témoignent les éléments présentés dans les chapitres 3 et 4. Sur le plan de la production, ces transformations apparaissent d'une ampleur sans précédent depuis les années 1970 en réaction au premier choc pétrolier et qui avait conduit à un vaste mouvement de développement de la production électronucléaire, combiné à des actions d'efficacité énergétique et d'électrification de certains usages.

Au-delà des considérations techniques ou économiques, les décisions de politiques publiques qui sous-tendent les différents scénarios reposent sur des choix de société importants. RTE a donc proposé, dès la phase de cadrage de l'étude, de décrire et d'analyser des scénarios reposant sur des choix politiques et sociétaux contrastés, et non de chercher à calculer un mix électrique « optimal » comme le suggéraient certains acteurs.

Les scénarios étudiés se différencient ainsi selon :

- l'évolution des modes de vie et de consommation, en particulier en ce qui concerne la diffusion de la sobriété énergétique,
- les politiques publiques en matière de réindustrialisation,
- le choix de relancer ou non un programme nucléaire et, le cas échéant, l'ampleur d'un tel programme,
- ou encore le modèle de développement de la production électrique (système reposant sur des installations diffuses portées par des acteurs locaux vs système reposant sur des grandes installations renouvelables).

Le travail d'analyse entrepris dans le présent chapitre répond à une forte demande exprimée dans le cadre de la concertation, au cours de laquelle de nombreux participants ont souhaité que soient approfondies les dimensions sociétales autour de la sobriété ou de l'acceptabilité des moyens de production notamment.

Le volet « sociétal » des travaux a fait l'objet d'un espace de discussion en propre avec l'ensemble des parties prenantes intéressées (GT5 « Dynamiques sociétales »), et s'est matérialisé par l'étude de variantes dédiées – dont un scénario « sobriété » spécifique – ainsi que par l'explicitation des conditions sous-jacentes aux différents scénarios, restituées dans la suite de ce chapitre.

13.1.2 Des politiques publiques sur l'énergie historiquement tournées vers l'indépendance énergétique, désormais centrées sur la lutte contre le changement climatique et la transition écologique

Durant les années 1970-1980, les politiques publiques sur l'offre et la demande d'énergie en France avaient pour objectif principal de favoriser l'indépendance énergétique, notamment en réaction aux chocs pétroliers successifs. Ainsi le lancement du programme électronucléaire de seconde génération a-t-il été motivé par un souhait d'indépendance énergétique et de compétitivité de l'économie française. Cependant, les mesures déployées à cette époque ont également visé la demande d'énergie, avec en particulier l'apparition des premières réglementations thermiques des bâtiments.

L'ensemble de ces mesures a conduit à une transformation significative du paysage énergétique français au cours des années 1980 et du début des années 1990.

À partir de la fin du XX^e siècle, et face aux alertes concernant l'urgence climatique (conférence de Rio en 1992), les politiques énergétiques ont évolué et sont devenues – sur le plan des objectifs sinon des faits – déterminées de manière croissante par l'enjeu de la lutte contre le changement climatique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ce nouveau contexte comporte des ambitions communes avec celles poursuivies par le passé, dont l'objectif de réduction progressive de l'utilisation des énergies fossiles.

La finalité des objectifs de transition énergétique a ainsi changé de nature. Si la question de la protection du climat et de l'environnement a toujours été présente dans les débats portant sur l'énergie et dans certaines oppositions à des grands projets, elle constitue désormais le fondement des politiques énergétiques.

Ce changement de contexte modifie les termes du débat sur l'évolution du système énergétique. À titre d'exemple, les discussions intervenues au cours des deux ans de concertation menée par RTE autour de l'étude *Futurs énergétiques 2050* ont fait émerger un débat très intense sur l'efficacité et l'efficience des politiques sur l'offre et la demande d'énergie pour atteindre les objectifs de décarbonation. À l'inverse, la problématique de la diversification des sources de production d'énergie, très présente dans le débat au début des années 2010, a été beaucoup moins centrale que plusieurs années auparavant.

Ces nouveaux objectifs de lutte contre le changement climatique, qui découlent notamment de l'accord de Paris de 2015, impliquent de prendre des décisions structurantes concernant le mix énergétique dans les années à venir. Du fait des délais inhérents à la mise en œuvre de mesures sur la consommation et la production d'énergie ou à la construction de nouvelles infrastructures, le système énergétique des trente prochaines années se décide en grande partie dès maintenant.

Dans le même temps, au cours des dernières décennies, les débats sur l'évolution du système énergétique ont fait émerger un souhait des citoyens d'être plus largement impliqués dans les choix de transition¹, en soulignant la nécessité de prendre en compte les impacts sociétaux à toutes les échelles au-delà des arbitrages technico-économiques. La volonté de participation aux décisions en matière de transition énergétique s'accompagne également d'une forte demande de justice sociale. Ces éléments sont désormais intégrés dans la réflexion sur la construction des politiques publiques par des organismes internationaux comme l'OCDE².

1. Qui s'est exprimé par exemple en France à travers des tribunes comme celle portée par dix associations «Pour un débat démocratique sur nos choix énergétiques» (L'Obs, 30 novembre 2021), par une volonté de concertation plus large sur l'éolien, ou dans les pays voisins par des référendums d'initiative populaire concernant les choix énergétiques (Suisse, Italie). On peut également mentionner la recommandation récente de la CNDP en ce qui concerne le débat public sur le nucléaire.

2. Par exemple, voir «The inequalities-environment nexus. Towards a people-centred green transition». OECD green growth papers, mars 2021.

Concrètement, l'implication des parties prenantes et des citoyens se traduit par l'organisation de concertations publiques autour de chaque projet d'infrastructure au niveau local ou encore des consultations sur les objectifs de politique énergétique nationale. À ce titre, les travaux de la Convention citoyenne pour le climat, qui a réuni un panel de 150 citoyens au cours des années 2019 et 2020 pour articuler des propositions de mesure afin d'atteindre les objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre, ont été souvent mentionnés dans la concertation, notamment pour alimenter le débat sur les mesures possibles en matière d'efficacité et de sobriété énergétiques.

C'est dans ce cadre, et avec la volonté de porter une attention spécifique aux implications sociétales des différentes trajectoires énergétiques et aux propositions des différents acteurs du débat sur la décarbonation de l'énergie en France, qu'ont été élaborés les *Futurs énergétiques 2050* de RTE.

L'analyse sociétale des différents scénarios des *Futurs énergétiques 2050* met en exergue trois types de rupture qui peuvent relever des choix de société :

- ▶ les *modes de consommation d'énergie* : politiques de déploiement de l'efficacité énergétique, évolution des modes de vie et sobriété, choix de réindustrialisation, etc. ;
- ▶ les *modes de production d'énergie* : débat sur les sources d'énergie à privilégier, sur leurs impacts et les modalités de leur déploiement ou encore sur les conséquences en matière de politique industrielle ;
- ▶ les prérequis sur la *flexibilité du système* : acceptabilité d'une «flexibilisation» de certains usages électriques (véhicules électriques, chauffage...), niveau de sécurité d'approvisionnement visé, etc.

13.1.3 La consommation : tous les scénarios sont marqués par une forte maîtrise de la demande en énergie ainsi que par des transferts d'usages, qui reposent sur de nombreux choix individuels et collectifs (investissements, modes de vie...)

Les projections de consommation d'électricité sur lesquelles se fondent les *Futurs énergétiques 2050* mettent en évidence plusieurs ruptures en vue d'atteindre la neutralité carbone.

D'une part, il s'agit de baisser la consommation d'énergie totale de 40 % d'ici 2050 – soit l'objectif poursuivi par la SNBC. Cette trajectoire a suscité des débats lors de la concertation, et elle en suscite toujours aujourd'hui dans le débat public. Une baisse de cette ampleur ne peut être atteinte que via un net renforcement des actions d'efficacité énergétique dans tous les secteurs de l'économie, en s'appuyant sur les trois leviers mentionnés au chapitre 3 : performance énergétique des équipements ménagers et des procédés industriels, isolation des logements, et remplacement des moteurs ou chaudières fonctionnant avec des énergies fossiles par des équipements électriques à meilleur rendement (voiture électrique, pompe à chaleur).

La sobriété énergétique peut également permettre d'aller au-delà de l'objectif de -40 % de consommation d'énergie finale et/ou d'y parvenir plus rapidement, en s'appuyant sur une organisation repensée des liens entre société et consommation d'énergie.

D'autre part, il convient de remplacer l'utilisation d'énergies fossiles par des énergies bas-carbone, au travers de transferts d'usages. Les équipements fonctionnant à l'électricité sont amenés à prendre une place croissante dans l'économie française.

De telles évolutions de la consommation énergétique passent dans tous les cas par des décisions politiques majeures et par une implication des ménages et entreprises dans cette transition. Les actions d'efficacité énergétique et de transferts d'usages nécessitent ainsi un

déploiement d'équipements ou des travaux spécifiques chez les particuliers et dans les entreprises, tandis que la sobriété implique un engagement fort de l'ensemble des acteurs dans de nouveaux modes de vie et de consommation d'énergie.

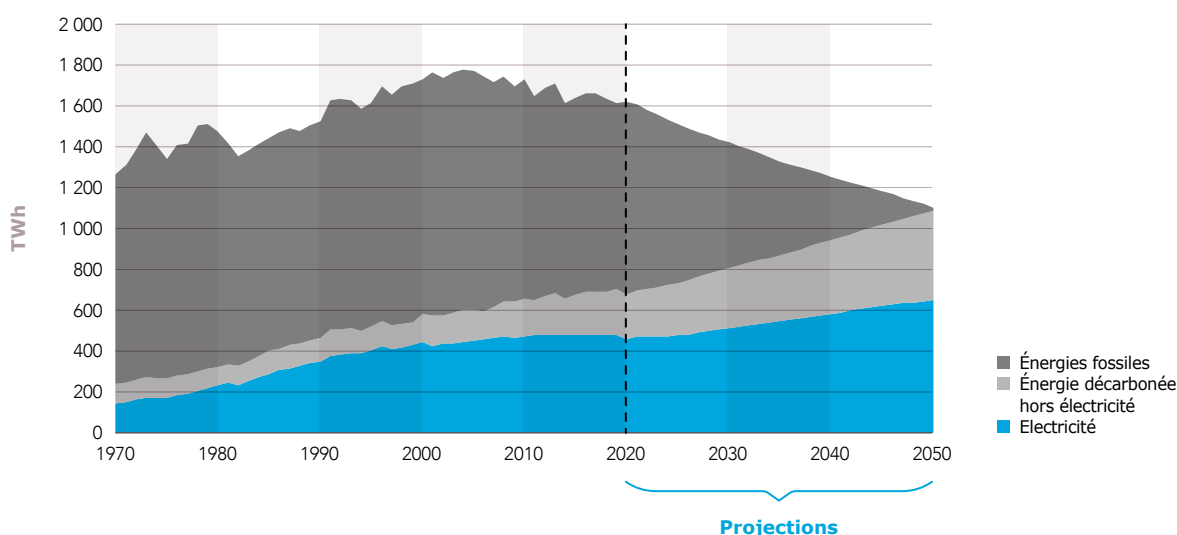
Différents leviers doivent être mobilisés pour y parvenir. Les politiques publiques en matière de maîtrise de la demande, historiquement centrées sur la réglementation des bâtiments (première réglementation thermique dès 1974) et l'efficacité dans l'industrie, se sont progressivement élargies avec par exemple une plus grande sensibilisation et information des consommateurs. La sensibilisation et les incitations économiques envoyées aux consommateurs ne peuvent toutefois suffire pour produire un impact significatif sur la demande d'énergie et sont en outre parfois vécues comme des injustices sociales, comme l'a montrée la crise des gilets jaunes en France. Les analyses mettent ainsi l'accent sur le triptyque sensibilisation/incitation/obligation³ :

- ▶ des actions accrues de sensibilisation et d'information des consommateurs, en lien avec les thèmes du changement climatique et de la protection de l'environnement ;
- ▶ des subventions et incitations économiques (par exemple : aides à la rénovation, primes à la conversion, aides à la formation à certains métiers dans l'efficacité énergétique...) ;
- ▶ ou encore des mesures législatives et réglementaires contraignantes (par exemple : réglementation environnementale des bâtiments, étiquettes énergétiques, taxes, etc.).

Les dynamiques et enjeux peuvent être de nature différente selon les transformations envisagées (efficacité énergétique, sobriété, transferts d'usages vers l'électricité).

3. Maresca Maresca, B., Picard, R., & Dujin, A. (2009). La consommation d'énergie dans l'habitat entre recherche de confort et impératif écologique. CREDOC, Cahier de recherche, 264. <https://www.credoc.fr/download/pdf/Rech/C264.pdf>

Figure 13.1 Évolution historique et projetée (2018-2050) de la consommation finale d'énergie et la consommation totale d'électricité en France



L'évolution de la consommation d'ici 2050 sous-tend plusieurs enjeux sociétaux :

1 Maîtrise de la consommation d'énergie (~40 % d'ici 2050) :

- **Efficacité énergétique** : comment engager les acteurs économiques dans des actions d'efficacité énergétique (rénovation des bâtiments, remplacement des dispositifs de chauffage, réduction de la consommation unitaire liée à l'éclairage, l'électroménager ou le numérique, etc.) ?
- **Sobriété** : quels leviers pour engager les acteurs économiques vers des modes de consommation plus responsables et plus sobres ? Quelle implication des citoyens ?

2 Transferts d'usages (environ +35 % d'électricité d'ici 2050, développement de l'hydrogène bas-carbone) :

- **Électrification** : quels leviers activables pour accélérer l'électrification des usages (dans le chauffage, la mobilité, les procédés industriels...) ? Quel rythme d'adoption de ces usages par la population ?
- **Développement de l'hydrogène bas-carbone** : quelle perception par les acteurs économiques du rôle de l'hydrogène (sécurité, performance énergétique, usages prioritaires, etc.) ? Quels leviers activables pour favoriser le développement de l'hydrogène bas-carbone dans l'industrie, et quels secteurs privilégier ?

13.1.3.1 L'efficacité énergétique apparaît comme indispensable pour l'atteinte des objectifs climatiques et suppose le déploiement de politiques publiques et d'actions ambitieuses de la part de l'ensemble des acteurs économiques

L'efficacité énergétique vise à une maîtrise de la consommation d'énergie par des améliorations et des innovations techniques : performance thermique des bâtiments, rendement des moteurs, efficacité des équipements industriels et ménagers. Les mesures associées peuvent ainsi être déployées avec un effet limité sur les modes de vie, et ont même généralement des impacts positifs sur la qualité de vie, sur le plan de la santé (voir par exemple la diminution des polluants atmosphériques évoquée

en partie 12.6), du confort ou de réduction de la précarité énergétique (isolation des logements).

Ces actions peuvent concerner l'ensemble des secteurs et des usages mais leur mode de déploiement peut varier fortement d'un usage à l'autre : normes ou étiquettes énergétiques pour favoriser les équipements peu énergivores dans l'éclairage ou l'électroménager par exemple, prime ou crédit d'impôt pour certaines actions de rénovation thermique des bâtiments.

Dans la trajectoire de référence des *Futurs énergétiques 2050*, le potentiel d'efficacité énergétique est fortement mobilisé, alors même que des décalages sont aujourd'hui constatés entre les ambitions d'efficacité énergétique et la réalité de son rythme de déploiement, notamment dans le secteur de la rénovation des bâtiments.

En effet, si l'efficacité énergétique des équipements électroménagers ou des véhicules particuliers peut être améliorée via le renouvellement tendanciel des équipements (durée de vie de quelques années à quelques dizaines d'années), elle est plus difficilement atteignable dans le secteur du bâtiment pour lequel le taux de renouvellement du parc est plus limité (de l'ordre de 1 à 2 % par an). L'amélioration de la performance thermique des bâtiments passe donc nécessairement par des actions de rénovation

du bâti. Les *Futurs énergétiques 2050* prévoient ainsi, dans la trajectoire de référence, un doublement du rythme annuel de rénovation, qui doit passer d'environ 400 000 rénovations aujourd'hui à 700 000 à 800 000 sur la période 2030-2050, ainsi qu'une hausse de la performance de ces rénovations.

Au-delà des mesures pouvant être mises en œuvre par les individus à leur échelle, ces derniers ont besoin de dispositifs collectifs en appui à leur action permettant de dépasser un certain nombre de blocages (aversion au changement, à la perte, au risque, etc.) vis-à-vis de mesures d'efficacité. Il s'avère ainsi nécessaire d'articuler des outils, des acteurs et des échelles d'action différentes pour encourager l'adhésion des individus à ces dispositifs⁴.

13.1.3.2 La sobriété énergétique est un levier qui doit être envisagé bien que sa perception dans le débat public soit très clivante

Contrairement à l'efficacité énergétique, fondée sur l'amélioration de la performance technique des équipements, **la sobriété énergétique touche à l'implication des individus dans leurs comportements et pratiques de consommation mais également à l'organisation collective de la société et aux modes de vie.**

Si la définition du concept de «sobriété énergétique» et les contours des actions qui en découlent soulèvent encore des débats, de nombreux scénarios de transition intègrent l'évolution des comportements et de modes de vie comme un levier en tant que tel, complémentaire de la transition vers des énergies bas carbone, pour atteindre les objectifs climatiques. Plusieurs secteurs et gisements de sobriété ont ainsi été évoqués dans la concertation sur les *Futurs énergétiques 2050* : diminution des déplacements et recours accru à des modes de transports doux, modération dans la consommation de certains biens et services, mutualisation des équipements, baisse de la température de chauffage, etc.

Toutefois, **la concertation a également fait émerger un débat fortement polarisé sur la nécessité et l'intérêt de la sobriété pour atteindre les objectifs de transition énergétique.**

D'un côté, certains indiquent que l'urgence climatique rend indispensable une évolution vers des modes de vie plus sobres, qui devrait se traduire dans les trajectoires énergétiques. Certaines contributions ont ainsi souligné que les gisements de sobriété induits par une transformation des modes de vie étaient sous-estimés, notamment au vu de la prise de conscience progressive par les citoyens des enjeux associés à la transition énergétique et au changement climatique.

De l'autre, certains acteurs ont souligné que la désirabilité ou l'acceptabilité des différentes mesures ou évolutions envisagées en matière de sobriété étaient particulièrement incertaines (par exemple, interrogations sur l'acceptabilité de la baisse de la température de chauffage de 1°C dans les logements), et proposé de ne pas en tenir compte.

4. Martin et Gaspard, «Changer les comportements, faire évoluer les pratiques sociales vers plus de durabilité».

Comme précisé au chapitre 3, RTE a traité cet enjeu en consacrant un volet spécifique des *Futurs énergétiques 2050* à la sobriété via un scénario dédié dans lequel sont précisément décrites les conditions de réalisation

du scénario. L'analyse des prérequis et des conséquences du scénario sobriété en matière de consommation et d'évolution des modes de vie est restituée dans la suite de ce chapitre (*partie 13.2*).

13.1.3.3 La décarbonation de la consommation énergétique suppose un transfert d'usages des énergies fossiles vers l'électricité et les autres énergies bas-carbone

La transformation du système énergétique repose également sur des transferts d'usages massifs vers les énergies bas-carbone (dont l'électricité), dans tous les secteurs de l'économie : bâtiments avec notamment le développement des pompes à chaleur électriques, transport via le véhicule électrique et le recours accru au train et aux transports en commun ou encore industrie.

Si l'électrification des procédés dans l'industrie relève essentiellement de considérations technico-économiques, certains transferts d'usages (par exemple dans le domaine des transports) peuvent induire des changements sociétaux importants tant au niveau des individus que de l'organisation des modes de vie.

Par exemple, le rapport au véhicule individuel et l'usage auquel il est destiné (déplacement de proximité versus longs trajets) pourraient se retrouver modifiés par une éventuelle perception de limitations de son autonomie. Le report modal vers le train ou les transports en commun peut influencer sur les rythmes de vie des individus. Enfin, même au niveau collectif, le développement des transports collectifs et la diffusion des bornes de recharges électriques peuvent conduire à repenser l'espace public et son organisation.

Au cours des dernières années, plusieurs acteurs ont émis des doutes sur la faculté à accélérer le déploiement du véhicule électrique, étant donné les contraintes, ou a minima la perception des contraintes, induites par la recharge des batteries :

autonomie limitée, peur de la panne, manque d'infrastructures de recharge. Ces incertitudes, même si elles persistent, sont moins relayées dans les réunions de concertation et ne sont plus vues comme bloquantes pour l'électrification des transports. En outre, la part de voitures électriques dans les ventes de véhicules neufs observée dans de nombreux pays européens a fortement augmenté en 2020 et 2021, y compris en France, et se rapproche de la trajectoire d'accélération de l'électrification présentée dans le chapitre 3⁵. Ces éléments conduisent à rassurer sur la capacité de la filière à enclencher le passage à l'électrique. L'ampleur et le rythme d'accélération du développement du véhicule électrique induit toutefois des réflexions sur l'évolution des emplois de la filière automobile ou encore sur la capacité de financement de la transition vers la mobilité électrique de la part des ménages les plus modestes.

Enfin, d'autres usages comme le chauffage sont également amenés à être électrifiés en vue de l'abandon des énergies fossiles. La réglementation thermique des bâtiments neufs joue bien sûr un rôle important pour y parvenir, mais la trajectoire impose surtout d'agir sur les bâtiments existants. Les enjeux de ce secteur ont été étudiés conjointement par RTE et l'ADEME dans leur rapport de décembre 2020 : la réduction des émissions dans le secteur du bâtiment à hauteur des exigences de la neutralité carbone ne sera rendue possible qu'avec des politiques publiques fortes en matière de rénovation, alliant incitations économiques et accompagnement des ménages et entreprises.

5. En 2021, les véhicules électriques et hybrides rechargeables ont représenté 15% des ventes de véhicules légers en France (véhicules particuliers et véhicules utilitaires légers) [source : AVERE, baromètre des immatriculations]. Dans la trajectoire « accélération 2030 » présentée dans le chapitre 3, la part dans les ventes s'élève à 16% cette année-là.

13.1.4 La production électrique : un débat encore fortement clivé autour des énergies renouvelables et du nucléaire, avec des enjeux d'acceptabilité qui concernent toutes les filières

La seconde rupture identifiée dans les *Futurs énergétiques 2050* porte sur l'évolution des modes de production d'énergie et en particulier du mix électrique, avec des questions autour de « l'acceptabilité » du développement des différentes technologies.

Historiquement, au sortir de la deuxième guerre mondiale, l'énergie a été considérée comme une des pierres angulaires de la politique de reconstruction menée par l'État. Le développement des infrastructures énergétiques, perçu comme facteur de progrès, de modernisation du pays et d'augmentation du niveau de vie de ses habitants, a dès lors constitué un axe fort de la planification économique organisée par l'État via le Commissariat général au plan, à un niveau largement centralisé.

Le système sociotechnique de l'énergie a par la suite fait l'objet de mutations importantes tout au long de la fin du XX^e siècle et du début du XXI^e siècle, qui se sont notamment caractérisées par l'introduction progressive de nouvelles sources d'énergie dans le système existant (nucléaire, gaz naturel puis énergies renouvelables).

En France, les débats relatifs à l'énergie se sont régulièrement orientés sur la question du mix électrique, alors même que l'électricité ne représente encore aujourd'hui qu'une part modérée de la consommation finale d'énergie (~25%, voir chapitre 1 pour plus de détails). Les discussions menées dans le cadre de la concertation ont confirmé ce point d'attention spécifique concernant le mix électrique, avec un clivage fort entre les différentes parties prenantes.

Cette particularité peut s'expliquer par le fait que la production d'électricité constitue aujourd'hui l'une des rares sources de production d'énergie primaire présente sur le territoire national⁶ (avec le bois et autres énergies renouvelables thermiques),

notamment depuis la fin de l'exploitation des mines de charbon et des gisements de gaz naturel. L'exploitation des hydrocarbures étant invisible sur le territoire, **le choix du mix électrique constitue aujourd'hui l'un des objets principaux du débat public dans la mesure où les politiques énergétiques ont un impact direct sur le développement des infrastructures associées.**

Au cours des dernières décennies, les termes du débat sur la planification du mix électrique ont néanmoins fortement évolué, en suivant les transformations de la structure des modes de production ainsi que l'évolution des problématiques sur l'approvisionnement énergétique et l'environnement.

Comme évoqué précédemment, l'évolution du système électrique a en particulier été marquée par le développement du parc électronucléaire (et l'accélération de son développement) à la suite des chocs pétroliers des années 1970, en visant en premier lieu à renforcer l'indépendance énergétique de la France par rapport au pétrole. Cette phase a conduit en parallèle à la décarbonation de la production d'électricité en France, avant même que la lutte contre le changement climatique ne soit au cœur des politiques publiques de l'énergie.

Avec le nucléaire et l'hydraulique, la France bénéficie ainsi de longue date d'un mix électrique largement bas-carbone. Toutefois, les risques et impacts sur l'environnement associés au parc nucléaire et à sa prédominance dans le mix électrique suscitent une opposition de la part d'une partie de la société civile, depuis plusieurs décennies. Les débats autour du nucléaire se sont ponctuellement renforcés, notamment au moment des accidents de Tchernobyl (1986) et de Fukushima (2011).

En France, ces divergences de vue sur l'énergie nucléaire ont donné lieu à un débat sur la réduction

6. EnR électriques et énergie nucléaire, selon la convention qui consiste à comptabiliser l'énergie nucléaire comme provenant de France (même si l'uranium est importé). Les coûts d'approvisionnement en uranium ne représentent qu'une très faible part des coûts de production d'électricité.

de sa part dans le mix électrique et sur la diversification des sources de production d'électricité, qui s'est accentué avec le développement des énergies renouvelables (éolien et photovoltaïque) dans le monde depuis le début du XXI^e siècle. C'est explicitement avec l'idée d'une «réappropriation citoyenne», et suite à un débat national sur la transition énergétique ouvert à tous, que la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte a été votée en 2015, conduisant à l'établissement d'un objectif de réduction de la part de nucléaire dans le mix électrique (initialement fixé pour 2025, puis reporté à 2035 par la loi énergie-climat). Cette politique visait à s'appuyer sur une forte maîtrise de la demande d'électricité combinée à un développement accru des énergies renouvelables et du gaz.

Dans le même temps, la nécessité d'accélérer la lutte contre le changement climatique a progressivement modifié les perspectives sur le système électrique. **L'accroissement de l'ambition de réduction des émissions de gaz à effet de serre (notamment, le passage de l'objectif «facteur 4» à celui de neutralité carbone d'ici 2050) conduit ainsi à une croissance du besoin en électricité à long terme et à la nécessité de limiter fortement les émissions du secteur énergétique.**

De manière caricaturale, plusieurs visions s'opposent sur la planification du mix pour atteindre ces objectifs, allant de la revendication d'un système «100 % renouvelable» à celle d'une trajectoire où il serait mis fin à tout nouvel investissement dans l'éolien ou le solaire. Dans le débat médiatique sur l'énergie, la promotion d'un mode de production d'énergie est souvent associée au dénigrement de l'autre. Ce clivage est apparu de manière marquée dans les réponses à la consultation publique et les échanges en réunions de concertation organisées entre 2019 et 2021 sur les *Futurs énergétiques 2050*, même si les propositions ont souvent été plus nuancées.

Au-delà des enjeux technico-économiques présentés dans les précédents chapitres, la

concertation a mis en évidence l'importance des problématiques sociétales dans le choix des scénarios d'évolution du mix électrique.

Une grande partie des contributions a ainsi porté sur l'ampleur du développement des différentes filières de production d'électricité mais également sur l'organisation du système productif, sur la gouvernance des projets ou encore sur la répartition territoriale des infrastructures de production.

En particulier, la question de «l'acceptabilité» du développement des différentes technologies a généré de nombreux commentaires et a été évoquée de manière récurrente dans les différentes réunions des groupes de travail. De nombreux participants à la concertation ont ainsi émis des interrogations sur la capacité à multiplier les constructions de nouveaux moyens de production avec l'assentiment de l'ensemble des Français ainsi que des populations locales.

Sans chercher à trancher le débat sur le degré d'acceptabilité des différents types d'infrastructures par les citoyens, l'approche proposée par RTE consiste à présenter plusieurs scénarios contrastés du point de vue des choix de société sur le mix électrique, en vue d'éclairer le débat sur le fonctionnement du système électrique dans ces différentes configurations.

En complément de la description des différents scénarios sur les plans techniques, économiques et environnementaux, l'analyse des dynamiques sociétales a conduit à approfondir la problématique de l'acceptabilité des infrastructures de production d'électricité, afin de mettre en évidence ses fondements et ses ressorts dans le cadre du débat sur la transition énergétique. Cette analyse s'est appuyée sur une revue de littérature large, en vue d'explicitier les conditions de réalisation de chacun des scénarios étudiés. Elle est détaillée dans la suite du chapitre, à la partie 13.3.

13.1.5 La flexibilité de la consommation : une composante déterminante dans l'analyse du fonctionnement du système électrique et dont la dynamique de développement dépendra fortement de l'acceptabilité des consommateurs

Une troisième rupture possible identifiée dans les *Futurs énergétiques 2050* porte sur le développement de la flexibilité de la demande. Comme détaillé au chapitre 7, l'équilibre offre-demande en électricité nécessitera à long terme le développement de nombreuses solutions de flexibilité, d'autant que les énergies renouvelables variables sont appelées à occuper une place croissante dans le mix électrique européen. Les solutions de flexibilité jouent ainsi un rôle déterminant dans le fonctionnement technique du système électrique à long terme ainsi que dans l'analyse économique du coût des scénarios.

Si pour plusieurs des solutions de flexibilité considérées les conditions de développement dépendront essentiellement de considérations économiques (batteries, centrales à gaz...), **l'essor de la flexibilité de la demande électrique sera fortement influencé par l'acceptabilité des consommateurs, en particulier dans le cas de la flexibilité de la demande chez les particuliers.** La flexibilité de la demande permet de réduire le coût du système pour la collectivité, présentant également un bénéfice économique pour les consommateurs, mais elle peut être perçue comme une forme de pénurie ou de privation par certains. Ainsi, l'acceptabilité de la flexibilité de la demande résidentielle à long terme présente de nombreuses incertitudes⁷.

D'une part, le développement de la flexibilité de la consommation électrique s'inscrit dans un contexte d'évolution des usages électriques, avec l'apparition de nouveaux usages présentant des opportunités de flexibilisation comme la recharge des véhicules électriques. Certains usages font l'objet d'un pilotage permettant de valoriser la flexibilité pour le système électrique, depuis déjà de nombreuses années : il s'agit en particulier de l'eau chaude sanitaire, pour laquelle l'essentiel des installations électriques fait l'objet d'un asservissement

tarifaire qui déclenche la recharge des ballons d'eau chaude en heures creuses. S'agissant de la recharge des véhicules électriques, la capacité de pilotage dépendra fortement des comportements des consommateurs et de leur rapport à ce nouveau type de véhicule : souhait de disposer d'une batterie complètement chargée dès que possible ou volonté d'optimiser la recharge sur le plan économique, ou encore appétence pour la flexibilité en vue de contribuer à l'insertion des énergies renouvelables, etc.

D'autre part, l'évolution des technologies ainsi que des dispositions réglementaires ou tarifaires jouera un rôle déterminant dans le développement de la flexibilité de la consommation électrique. En effet, les modalités de déploiement et d'activation de cette flexibilité peuvent être variées (flexibilité activée via des dispositifs automatiques gérés par des agrégateurs spécialisés ou restant à la main du consommateur, de manière quotidienne ou seulement dans les situations de forte tension comme moyens exceptionnels...), de même que les incitations et finalités pour les consommateurs (incitations économiques via un signal-prix, volonté de favoriser l'autoconsommation d'une production renouvelable locale, volonté de contribuer à l'équilibre du système électrique et à la transition énergétique...). Les nouvelles technologies de l'information et de la communication, avec en particulier le développement des compteurs communicants ou encore la domotique, constituent des moyens de faciliter l'accès à la flexibilité des usages électriques, avec toutefois des incertitudes sur l'appropriation effective de ces technologies par les usagers : celles-ci peuvent constituer un atout pour faciliter l'activation de la flexibilité en limitant les gestes à opérer par les utilisateurs mais peuvent aussi être difficilement acceptées par certains consommateurs (rejet de la technologie dans l'organisation de la vie des ménages).

7. Du point de vue de la théorie microéconomique, la flexibilité de la demande serait acceptée si le gain économique pour le consommateur était supérieur à la perte d'utilité dérivante de la modification du profil de consommation (plus un éventuel coût des équipements de pilotage).

13.1.6 L'approche méthodologique : une analyse sociétale approfondie sur trois problématiques ayant fait l'objet de débats vifs dans le cadre de la concertation

Les dynamiques sociétales associées à l'évolution des modes de consommation et de production couvrent finalement un champ très large de problématiques.

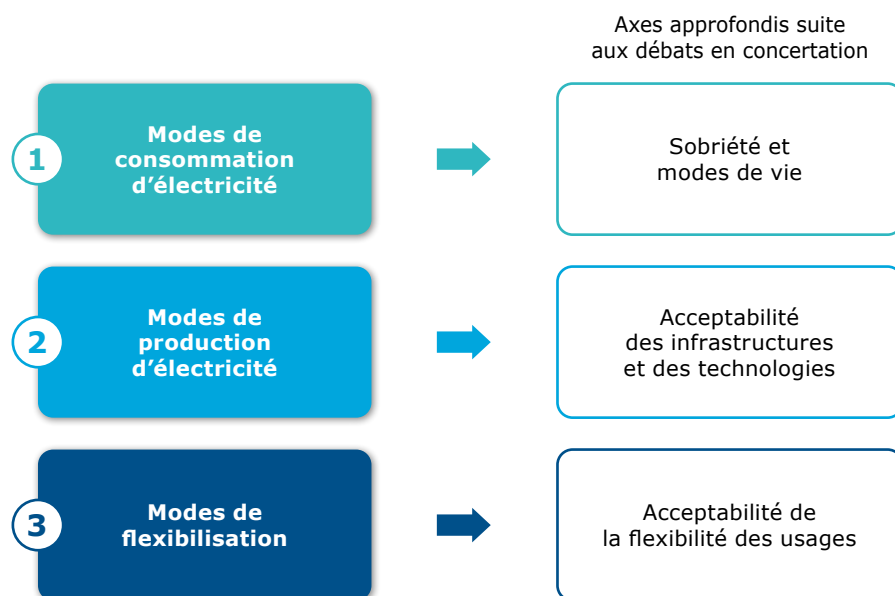
Sans prétendre à restituer de manière exhaustive les enjeux sociétaux associés aux différents scénarios de transition du système énergétique considérés, l'analyse menée dans le cadre des *Futurs énergétiques 2050* s'est resserrée autour de trois grandes problématiques d'étude. Ces problématiques sont celles qui ont généré le plus de remarques au cours de la concertation (réunions des groupes de travail et réponses à la consultation

publique) et qui ont montré des clivages assez forts entre les parties prenantes :

- 1) L'évolution des modes de vie au prisme de la sobriété ;
- 2) L'acceptabilité des infrastructures et des technologies de production d'électricité ;
- 3) La flexibilité des usages électriques.

Sur ces différents volets, les travaux menés ont consisté à analyser les ressorts des dynamiques sociétales sous-jacentes et à expliciter les conditions et enjeux relatifs à chacun des scénarios considérés. Les résultats de ces travaux sont restitués dans la suite du chapitre.

Figure 13.2 Problématiques sociétales approfondies dans le chapitre 13



13.2 La sobriété : une opportunité pour maîtriser la demande d'énergie et atteindre la neutralité carbone, qui implique une transformation majeure des comportements individuels, des modes de vie et des organisations collectives

13.2.1 La sobriété est désormais bien identifiée comme un levier en tant que tel, complémentaire aux solutions technologiques, pour atteindre les objectifs climatiques en réduisant la demande d'énergie

Le défi posé par la contrainte climatique nécessite une transformation complète des modes de production et de consommation d'énergie. Cette transformation est souvent présentée sous l'angle des *solutions techniques ou technologiques* à mobiliser pour y parvenir.

Dans le scénario de référence des *Futurs énergétiques 2050*, la neutralité carbone est atteinte en mobilisant ce type de solutions techniques et technologiques. C'est le cas pour réduire la demande (efficacité énergétique dans le bâti et les équipements) et pour modifier la structure de l'offre d'énergie en substituant aux énergies fossiles des technologies de production bas-carbone (énergies renouvelables, nucléaire mais aussi biométhane, biocarburants, etc.).

Or les dynamiques considérées en matière de déploiement de ces solutions sont très exigeantes, ce qui peut soulever des doutes quant à la capacité à les traduire en pratique. À titre d'exemple, l'accélération du rythme de rénovation par rapport aux tendances passées (présentée dans le chapitre 3), la forte accélération du développement des énergies renouvelables et le développement de nouveaux réacteurs nucléaires (discutés dans le chapitre 4), ou encore le développement massif des usages énergétiques de la biomasse prévu par la SNBC (bois pour le chauffage, biométhane en substitution au gaz fossile dans le bâtiment, biocarburants pour la mobilité lourde) apparaissent vu d'aujourd'hui comme des défis majeurs.

Indépendamment de toute considération morale, il existe un risque que ces rythmes ne puissent être atteints. Ceci conduit à

examiner d'autres leviers pour adapter la consommation aux limites physiques ou techniques à l'utilisation de sources d'énergie bas-carbone, via une évolution des modes de vie. Agir sur les besoins énergétiques dans le sens d'une plus forte sobriété des comportements y participe.

Le débat autour des conséquences des différents scénarios de neutralité carbone sur les modes de vie a émergé largement dans la concertation sur les *Futurs énergétiques 2050*, et s'est cristallisé autour de la notion de *sobriété* avec des clivages très nets.

Les réponses à la consultation publique du printemps 2021 ont tout particulièrement mis en évidence ce clivage, avec de nombreux commentaires reçus sur les trajectoires de consommation et leur lien avec les choix de société et de politique énergétique. Une partie des remarques collectées a porté sur la prise en compte des gisements de sobriété induits par une transformation des modes de vie dans les trajectoires de consommation, jugés à la fois sous-estimés par certains répondants et surestimés par d'autres. En particulier, un nombre significatif de contributeurs ont directement remis en question certaines hypothèses ou implications des trajectoires de la SNBC sur les modes de vie (par exemple, interrogations sur l'acceptabilité de la baisse de la température de chauffage de 1°C dans les logements) et leur caractère désirable.

Il s'agit de questions lourdes, les discussions faisant systématiquement ressortir des commentaires portant à la fois (i) sur les modes de vie souhaitables en tant que tels et (ii) sur

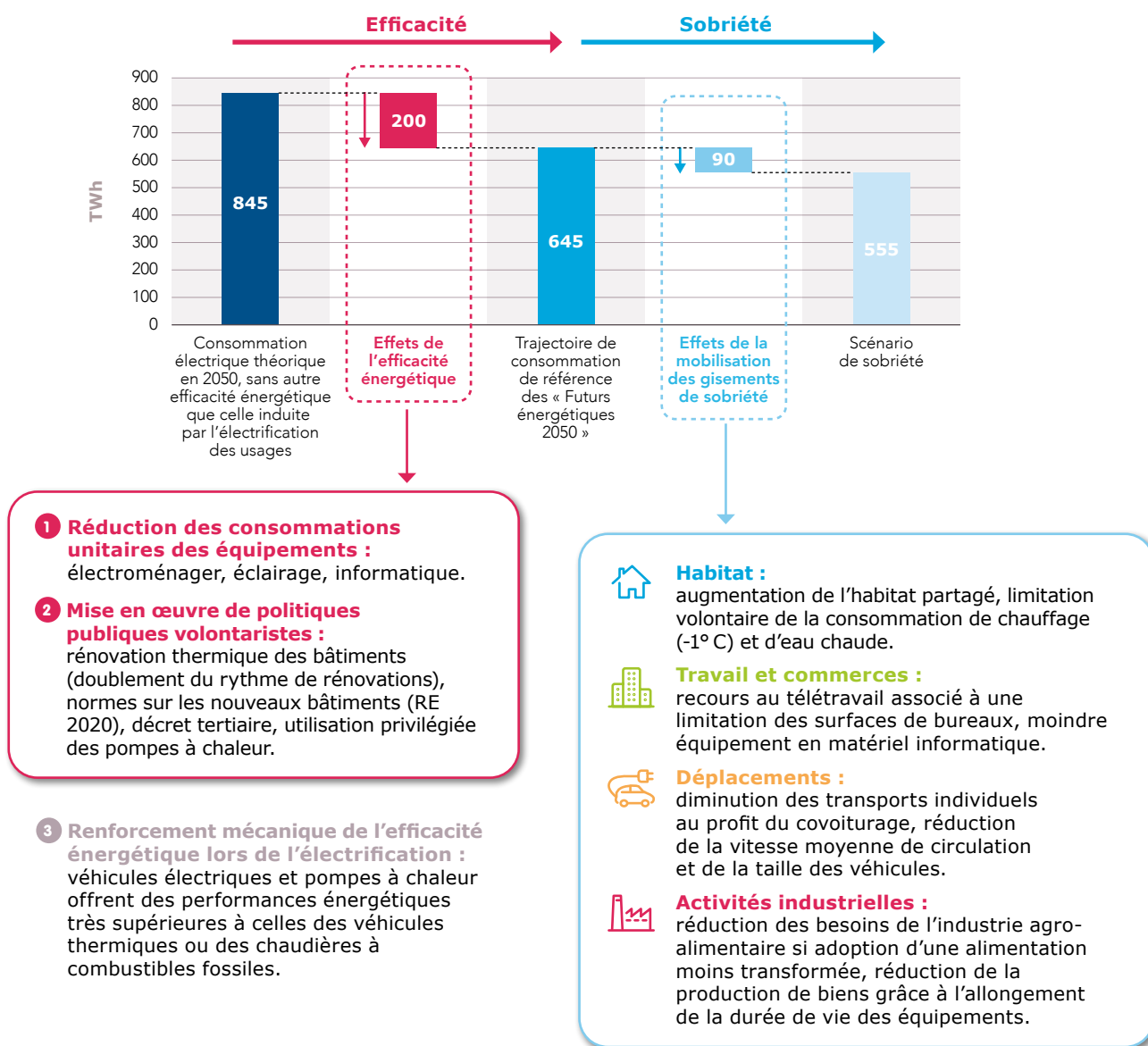
les modes de vie compatibles avec l'atteinte de la neutralité carbone, du fait des limites précitées.

Ceci permet de préciser la nature du travail restitué dans cette partie du rapport, et qui concerne uniquement le second point mentionné ci-dessus. Il s'agit donc, par la suite, de rendre compte de la

façon dont certaines évolutions sociétales – telles que celles regroupées sous le terme générique de « sobriété » – peuvent influencer sur l'atteinte de la neutralité carbone.

Sur le plan scientifique, il n'y a en effet pas de doute sur l'intérêt de faire infléchir les modes de consommation vers davantage de sobriété pour

Figure 13.3 Effets attendus de l'efficacité énergétique et de la sobriété sur le niveau de consommation d'électricité à l'horizon 2050



réduire la consommation des ressources (fossiles ou matérielles). Il reste à s'entendre sur la signification réelle de ce terme, le détail des mesures qu'il peut recouvrir, et les modalités pratiques de mise en œuvre associées. Cette analyse, fortement demandée par les participants à la concertation, vise à être transparent sur les transformations structurantes de la société sur lesquelles repose la sobriété, afin que celles-ci puissent être anticipées et assumées.

L'analyse a été conduite dans le cadre d'un scénario «sobriété» dédié en complément du scénario de référence. Ce scénario a été croisé avec tous les scénarios de mix et non uniquement avec certains d'entre eux au nom d'une association a priori (par exemple entre choix des énergies renouvelables et sobriété, lien que la concertation n'a pas permis d'établir et qui est contesté par certains participants).

13.2.2 La « sobriété énergétique » correspond à une modération du recours aux ressources via des changements des modes de vie, avec un contenu normatif plus ou moins précis selon ses utilisations dans le débat public

La sobriété est un thème clivant, et le terme même ne bénéficie pas d'une compréhension commune. Il s'ensuit que débattre de la sobriété expose fréquemment à des réactions extrêmes. Parmi celles-ci figure la mobilisation du registre de la décroissance, du retour à la bougie ou au Moyen Âge par ceux qui refusent le principe de ce type d'approche. À l'opposé, des visions très positives voire iréniques de la « société sobre » ont parfois été exposées, avec une grande difficulté à aborder les conditions concrètes associées. Ces postures rendent le débat difficile, et ne favorisent pas une discussion sereine au niveau collectif concernant les orientations à prendre pour réaliser la transition énergétique.

Premièrement, **ce manque de consensus autour d'une définition partagée de la sobriété conduit à une confusion courante avec la notion d'efficacité énergétique, laquelle correspond à la diminution de consommations énergétiques permise par un dispositif technique pour un service rendu équivalent.**

Dans le débat public, les deux notions sont souvent regroupées derrière l'objectif apparemment consensuel de réduction des consommations d'énergie. Ainsi, de nombreux discours appelant à la sobriété dans le secteur du bâtiment proposent généralement d'y parvenir en isolant mieux les logements, ce qui relève du domaine de l'efficacité énergétique (un logement mieux isolé permet de consommer moins à niveau de confort équivalent) et non de celui de la sobriété (qui impliquerait de se chauffer moins, ou de disposer de moins d'appareils électroménagers individuels).

Deuxièmement, une fois les deux notions d'efficacité et de sobriété bien séparées, cette dernière demeure parfois difficile à caractériser.

Sur le plan de l'histoire des idées, la notion de sobriété peut se rattacher à des traditions philosophiques, morales et religieuses différentes et donner lieu à une large gamme de lectures. Cette diversité d'origines et d'intérêts permet de

comprendre pourquoi la sobriété des uns peut différer de celles des autres. Les diverses compréhensions de la notion sobriété convergent vers l'idée d'une modération organisée des recours aux ressources pour éviter la « surconsommation » mais divergent en revanche sur ce qu'il convient de qualifier de sobre ou non, dans un monde où les besoins, les envies, les contraintes des individus sont différentes.

La notion de sobriété est présente dans la stratégie française pour l'énergie et le climat (SFEC). Dans la SNBC, la sobriété est définie de façon succincte : *« [Elle] consiste à consommer avec modération les biens et services à forts impacts environnementaux (typiquement réduire sa température de chauffage) »* et se décline de plusieurs manières : via des écogestes, de la sensibilisation des usagers ainsi que de l'éducation des citoyens.

Dans le débat français actuel, certaines institutions issues de la société civile (telles que Virage Énergie, négaWatt, Le Labo de l'économie sociale et solidaire) ont joué un rôle majeur dans la promotion du concept de sobriété en cherchant à lui donner un statut directeur dans la discussion sur l'énergie et le climat. Les scénarios de l'association négaWatt sont ainsi construits autour de la notion de sobriété et ont fait beaucoup pour populariser cette notion.

L'ADEME a publié en 2019 un « Panorama de la sobriété » et construit largement ses récents scénarios autour de la notion. Elle définit la sobriété comme relevant de « démarches multiples, dont le dénominateur commun est une recherche de « moins », de modération des biens et des services produits et consommés, tout en recherchant un « mieux », notamment une augmentation de la qualité de vie et du bien-être – où le « mieux » et le « moins » sont des notions relatives ». **Cette définition expose bien toute la difficulté qui entoure le concept de sobriété : en ne « fixant » pas de manière précise ce qui est entendu par « moins » et « mieux », elle laisse ces notions à l'interprétation de chacun.**

Pour certains économistes, cette recherche du « mieux » par la sobriété peut être vue comme utopique, dans la mesure où en cherchant une rupture avec l'équilibre économique tendanciel, elle ne peut qu'aboutir à une diminution de l'utilité collective. Selon ce point de vue, les bénéfices de la sobriété pour la collectivité doivent être mis en regard de la perte d'utilité qui dériverait des changements de modes de vie. D'autres à l'inverse voient dans la sobriété une manière de favoriser le réaligement de l'intérêt individuel et collectif en générant des externalités positives qui ne seraient sinon pas valorisées par le système économique actuel.

La notion de sobriété est souvent associée, dans les discours, à d'autres revendications. Ainsi en est-il des questions de justice et d'équité, considérées aujourd'hui comme centrales dans la réflexion sur les politiques publiques. Sur le plan théorique, l'ambiguïté autour du « moins » ne doit pas conduire à l'écueil consistant à vouloir limiter uniquement la consommation « des autres », ni de celles des citoyens déjà fortement contraints et aujourd'hui en situation de précarité énergétique. Sur le plan pratique, il est néanmoins difficile d'imaginer la façon de « répartir la sobriété » entre les citoyens (*voir paragraphe 13.2.4 ci-dessous*).

Cet exemple souligne, enfin, la dimension morale du concept de sobriété. Ces liens peuvent renvoyer à des traditions de philosophies anciennes – la sobriété peut ainsi être associée à la notion de vertu développée dans la philosophie antique, au souci de tempérance dans la recherche d'excellence. Mais cette définition la positionne comme une démarche individuelle, alors que la mise en débat récente de la notion tend au contraire à en faire un projet collectif résultant d'un choix de société, bien que la question de la morale individuelle et/ou collective fasse l'objet de controverses structurelles en philosophie, anthropologie et sociologie.

Cette dimension morale est peu mise en avant dans les discours publics ou politiques sur la sobriété, qui se réfèrent la plupart du temps à l'action de l'État (souvent pour lui reprocher de ne pas mener de politique de sobriété). Pourtant, même si la puissance publique a un rôle important à jouer pour coordonner les actions et rendre possible des « choix sobres », viser une société sobre implique un travail de nature philosophique permettant d'assumer une inversion par rapport à la tendance passée à l'accumulation de biens matériels.

13.2.3 Il n'existe pas de consensus sur les modalités concrètes à adopter pour déployer un scénario de sobriété

Clarifier le contenu opérationnel de la notion de sobriété et envisager ses modalités concrètes de déploiement apparaît une façon de sortir de certaines des ambiguïtés présentées dans la section précédente.

De manière schématique, deux catégories de sobriété peuvent être distinguées :

- **D'un côté, une sobriété qui reposerait essentiellement sur des changements volontaires initiés par les citoyens à l'échelle individuelle ou collective** (par exemple autour de communautés partageant la volonté de s'engager dans un nouveau mode de vie sobre). Cette évolution est alors par définition « choisie » et se met en place via de nouvelles normes sociales et la volonté de petits groupes. L'effet de ces actions sur la consommation d'énergie globale peut être important si ces nouveaux modes de vie sont adoptés à l'échelle de l'ensemble de la société, mais limité si une partie voire une majorité de la population y demeure hostile.
- **De l'autre, une sobriété où les modes de vie évolueraient par la contrainte, par exemple via des réglementations s'appliquant aux individus et aux organisations.** La sobriété est alors le résultat d'obligations délibérées, dans le cadre collectif. Un système de prix intégrant des incitations fortes peut également s'apparenter à une contrainte, en particulier pour une partie de la population qui pourrait se retrouver dans une condition de « sobriété subie ». Les questions de justice sociale ne s'appréhendent pas de la même façon selon le cadre choisi : dans le cas où l'incitation à la sobriété résulte d'un mécanisme de marché exposant les acteurs économiques au prix de l'énergie associé à une tarification du carbone reflétant son coût social, les individus demeurent libres d'arbitrer sur la façon de réduire leur budget carbone mais potentiellement au prix du creusement des inégalités (les

ménages les plus modestes étant ceux dont les dépenses énergétiques contraintes sont les plus élevées en proportion de leurs revenus).

Entre ces deux archétypes, par essence schématique, plusieurs leviers d'action apparaissent possibles pour favoriser la réduction de la consommation d'énergie : information et pédagogie auprès des consommateurs, développement d'infrastructures favorisant des modes de consommation plus sobres, etc.

Dans le cadre de la concertation, de nombreux participants ont plaidé pour ne pas restreindre la sobriété à un changement des comportements individuels mais plutôt à penser l'évolution des modes de vie à plusieurs échelles. En effet, les comportements et pratiques énergétiques individuelles sont plus ou moins contraints ou encouragés par un contexte socio-économique, culturel ou matériel donné. Par exemple, l'adoption du vélo suppose un changement de comportement individuel, qui a une incidence sur les modes de vie à une grande échelle (moyen et temps de transport...) mais présuppose aussi la mise en œuvre de politiques publiques en faveur du vélo (aide à l'achat, vélos en libre services, aménagements cyclables, indemnité kilométrique...).

Malgré cela, envisager la façon dont la société pourrait passer de son état actuel à une situation de plus forte sobriété soulève des questions lourdes.

D'une part, il apparaît que la question économique est traitée de manière paradoxale dans le débat sur la sobriété. La théorie économique prévoit en effet que le niveau optimal de bien-être est déterminé par chacun face au système de prix. Si ces derniers intègrent correctement les externalités – ce qui est possible en ce qui concerne les émissions par une tarification carbone adaptée⁸ –, le niveau effectif de sobriété varie selon les personnes concernées et résulte de l'optimisation économique propre à chacun. Dans cette vision, le curseur est déplacé vers

8. La sobriété est susceptible d'apporter des bénéfices vis-à-vis d'autres externalités que celles climatiques (pollution, biodiversité...) qui mériteraient également d'être reflétées dans les prix pour guider les choix des consommateurs.

la sobriété si (i) le prix des externalités est élevé, (ii) le coût de l'énergie est élevé, (iii) les consommateurs sont suffisamment bien informés quant à leurs postes de consommations d'énergie et aux manières de les réduire. Le mode de déploiement à privilégier pour «débloquer le potentiel de sobriété» consiste en conséquence à supprimer les différentes subventions à la consommation d'énergie, à instaurer une fiscalité reflétant le coût collectif du réchauffement climatique (voire d'autres externalités) et à promouvoir l'information des consommateurs sur le sujet.

De telles mesures font parties du corps de doctrine des institutions internationales comme l'OCDE, l'Agence internationale de l'énergie ou la Commission européenne. Elles ont été complétées, ces dernières années, par une réflexion sur la nécessité d'une fiscalité redistributive permettant d'amortir les conséquences de la fiscalité carbone pour les personnes pour lesquelles l'achat d'énergie constitue une dépense contrainte très importante.

La gestion de l'ajustement entre la demande et l'offre d'énergie décarbonée par les prix se heurte, en pratique, à la compréhension commune de l'énergie – et notamment de l'électricité – comme un bien de première nécessité, devant à ce titre être largement accessible à des prix abordables. En France, des «bonnets rouges» aux «gilets jaunes», plusieurs mouvements sociaux se sont, ces dernières années, construits autour de la remise en cause de la taxation des carburants. Cela souligne les grandes difficultés associées à la mise en œuvre pratique de cet instrument.

L'alternative au système de prix consiste à recourir à la prescription. La norme est déjà un outil très utilisé, avec un très grand nombre de mesures sectorielles édictées à l'échelle européenne ou nationale et portant sur une grande variété de sujets. Ces normes semblent bien acceptées quand elles sont de nature technique et touchent par exemple à la performance énergétique des matériels – mais l'on se situe alors dans le domaine de l'efficacité énergétique et non de la sobriété – et plus contestées lorsqu'elles entrent dans le champ de la sobriété. Les mesures proposées par la convention citoyenne pour le climat, et notamment certaines des plus médiatiques comme la limitation de la vitesse maximale sur autoroute, en constituent des exemples récents.

Le débat, politique ou philosophique, entre partisans d'un régime où l'État prescrit davantage les modes de vie pour les rendre compatibles avec le respect des biens communs comme l'environnement et les adversaires d'un régime qu'ils décrivent comme attentatoire aux libertés individuelles et donc non démocratique, dépasse le champ de ce rapport. Pour autant, le système de prix et le système de prescription apparaissent bien comme les solutions permettant d'envisager le déploiement à grande échelle de la sobriété dès lors que celle-ci ne se matérialise pas «spontanément», comme produit d'une posture morale, ou pas assez rapidement pour que la France atteigne l'objectif de la neutralité carbone en 2050.

13.2.4 Le scénario «sobriété» est un scénario en partie contre-tendanciel, qui nécessiterait une inflexion très marquée des modes de vie

Le scénario «sobriété» des *Futurs Énergétiques 2050* constitue un scénario contre-tendanciel sur plusieurs aspects. Les évolutions de la société au cours des dernières dizaines d'années ne tendent pas en effet vers l'idéal d'une société sobre.

Ainsi, la richesse d'ensemble des sociétés occidentales a progressé continûment au cours des dernières décennies en s'appuyant sur la consommation de volumes d'énergie de plus en plus importants, et notamment d'énergie fossiles. Quand bien même la consommation d'énergie française est en légère décroissance depuis une vingtaine d'années, l'évolution des modes de vie semble parfois s'inscrire en contradiction avec les grands déterminants d'un scénario de sobriété :

- L'étalement urbain se poursuit : entre 2007 et 2017, la population a augmenté de 9 % dans les communes rurales périurbaines contre 4 % dans l'urbain ;
- Le nombre de véhicules a crû de manière continue (39 millions de véhicules en 2020, contre 33 en 2000, 21 en 1980, et 6 en 1960), soit un passage de 0,13 à 0,58 véhicule par habitant en 60 ans – même si l'augmentation du nombre de véhicules par habitant a été moins rapide sur la dernière période ;

- Les véhicules sont plus gros et plus lourds (1 233 kg pour le poids moyen d'un véhicule particulier neuf en 2020, contre 1 142 kg en 2000⁹), ce qui contrebalance en partie l'amélioration de leur performance énergétique¹⁰ ;
- Le transport aérien s'est considérablement démocratisé au cours des 20 dernières années, alors qu'il s'agit d'une des actions les plus émettrices de CO₂ ;
- La consommation numérique des Français a elle aussi considérablement augmenté, avec des conséquences environnementales réelles.

Ceci suffit à montrer que **la construction d'un avenir énergétique fondé sur la sobriété des usages ne s'inscrit pas dans la prolongation d'un certain nombre de tendances actuelles**. Il n'est donc pas possible de tenir la sobriété pour acquise.

Un enjeu du débat consiste à passer d'une situation où la sobriété est intégrée aux alternatives présentées au débat public à un état où elle est articulée à une évaluation concrète des actions possibles et de leur incidence sur la consommation d'énergie (toutes les actions de sobriété ne se valent pas sur le plan énergétique) associée à des leviers d'action.

9. Source : Car Labelling ADEME

10. La consommation moyenne des véhicules neufs continue de baisser mais les réductions auraient pu être plus importantes si le poids moyen n'avait pas augmenté.

13.2.5 Le scénario « sobriété » de RTE : une trajectoire construite sur une vision systémique, mobilisant des gisements de sobriété dans l'ensemble des secteurs de l'économie, et dont les conditions sous-jacentes sont détaillées

Dans le cadre des groupes de travail sur les *Futurs énergétiques 2050*, les modalités de déploiement associées à la sobriété n'ont été que rarement détaillées dans les contributions des acteurs. Toutefois, les trajectoires proposées suggèrent une mobilisation combinée de multiples leviers de différentes natures.

L'acceptation de la notion de sobriété reprise dans les travaux prospectifs de RTE s'entend donc comme un ensemble d'actions visant un recours limité aux ressources et s'appuyant sur des changements de comportements, de modes de vie et d'organisations collectives et non pas exclusivement par l'usage de technologies. Ces changements s'opèrent à différentes échelles¹¹ :

- ▶ À l'échelle individuelle, le principe de sobriété s'inscrit dans les niveaux de besoin en énergie, inscrits dans différentes "sphères de vie" (domicile, travail, lieux publics, transport), et dans les pratiques associées à ces besoins. Si le niveau individuel est le plus représenté dans la documentation existante sur la sobriété et dans sa mise en discours médiatique, il n'en demeure pas moins le plus flou, au-delà de l'établissement d'un ensemble d'écogestes, thème déjà largement popularisé, mais tend à porter l'entière responsabilité de la sobriété entre les mains des individus¹² ;
- ▶ À l'échelle collective, la sobriété énergétique s'inscrit dans les modalités de gestion d'un collectif organisé (écoquartier, projets, bâtiment, etc.), mais aussi plus globalement sur les intentions des organisations (territoires, entreprises, associations, etc.) pour intégrer la sobriété à leur échelle. Elle peut prendre la forme par exemple d'un aménagement du territoire favorable aux modes doux, de lieux d'échange favorisant la réutilisation, le partage entre voisins ou la réparation d'objets... ;

- ▶ À l'échelle institutionnelle et politique, la sobriété énergétique s'inscrit dans les objectifs des feuilles de route stratégiques, dans les politiques publiques et dans les dispositifs de gouvernance : stratégies nationales ou régionales, SRADDET, PPE, mais aussi au travers des outils mis en débat dans la *partie 13.2.3*.

Les travaux réalisés par RTE conduisent à expliciter les implications associées à la trajectoire de sobriété et notamment à préciser les évolutions des modes de vie sur lesquelles elle repose.

Représenter les modes de vie dans les exercices de prospective énergie-climat pose un défi méthodologique¹³. Au niveau international, le GIEC affirme dans son cinquième rapport, avec un haut niveau de confiance, qu'une réduction importante des émissions nécessite un ensemble de politiques, institutions et technologies ainsi qu'un changement dans les comportements humains et les modes de consommation¹⁴. Le sujet est également évoqué dans la construction des *Shared Socio-economic Pathways*, mais le terme de sobriété est absent dans la plupart des exercices de scénarisation prospective, et notamment dans les scénarios utilisés par la Commission européenne.

Dans l'ensemble, ces exercices font systématiquement face à une difficulté méthodologique pour traduire les dynamiques en faveur de la sobriété dans des projections chiffrées sur l'évolution de la consommation énergétique. L'élaboration et l'analyse quantitative d'un scénario de sobriété sont d'autant plus difficiles qu'aucune évolution des modes de vie considérée ne fait consensus auprès des parties prenantes et que ces évolutions sont par nature en rupture avec les tendances passées. Le choix et l'ampleur des changements de modes

11. Guérineau, M., & Mayer, J. (2020). Projet de recherche – La sobriété énergétique : Quelle(s) trajectoire(s) ? Rapport intermédiaire – Phase 1 « Conceptualiser la sobriété énergétique à partir de sa mise en discours et pratiques ».

12. Voir notamment Martin, S., & Dubuisson-Quellier, S. (2019, mai 21) cité précédemment

13. Voir Saujot, M., & Waisman, H. (2020) précédemment cité

14. Victor, D. G., D. Zhou, E. H. M. Ahmed, P. K. Dadhich, J. G. J. Olivier, H.-H. Rogner, K. Sheikho et M. Yamaguchi. 2014, *Climate Change 2014 : Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, chap. Introductory Chapter, Cambridge University Press.

de vie à intégrer dans la trajectoire de sobriété font donc nécessairement débat.

Afin d'apporter un scénario «sobriété» qui soit utile au débat sur le dimensionnement du système électrique et qui reflète des transformations de la société apparaissant aujourd'hui comme les plus accessibles ou comme les plus fortement soutenues par les acteurs et citoyens, RTE s'est appuyé, pour l'élaboration d'un tel scénario, sur de nombreuses données et études issues de la littérature ainsi que sur l'ensemble des contributions reçues dans le cadre de la concertation. Ce travail vise à rendre compte d'un scénario jugé possible voire souhaitable par une partie des participants à la concertation. **L'analyse menée par RTE n'a pas vocation à conclure sur le caractère désirable ou non du scénario mais plutôt à proposer une description détaillée des conditions et des conséquences associées à ce type de trajectoire.**

Dans le détail, l'analyse des dynamiques sociétales mises en œuvre pour la construction du scénario «sobriété» s'appuie sur une étude transversale des modes de vie, selon une vision systémique. Ce scénario ne doit ainsi pas être lu comme une simple accumulation de petits gestes individuels mais comme une transformation de la société cohérente dans son ensemble et reposant sur

six axes principaux tels que proposés par l'association *Virage énergie* : relocalisation, suffisance matérielle, décélération, services partagés, activités gratuites et adéquation culture-nature. L'enjeu a ensuite été de quantifier l'impact de ces transformations sur la demande d'électricité. L'approche transversale proposée par Virage énergie a donc été interfacée dans un second temps avec l'approche sectorielle et quantitative de RTE.

Compte tenu des objectifs de l'étude, l'élaboration et l'analyse du scénario de sobriété se sont par ailleurs concentrées sur les actions présentant un effet significatif sur la consommation d'électricité, bien que la notion de sobriété puisse s'appliquer de manière plus large à la consommation d'énergie et de ressources.

Au-delà de l'évaluation de l'effet sur la trajectoire de consommation d'électricité, déjà présentée au chapitre 3, l'analyse réalisée a permis d'explicitier les évolutions de mode de vie associées à ce scénario. Celles-ci sont très structurantes et doivent être assumées sur le plan politique pour avoir une chance de se matérialiser. **En ce sens, le scénario de sobriété repose sur ce qui constitue aujourd'hui un pari fort sur l'évolution de la société, au même titre que certains scénarios considérés dans l'étude reposent parfois sur des paris technologiques ou industriels.**

13.2.5.1 La sobriété dans le secteur résidentiel : une évolution de l'habitat, une mutualisation d'espaces et d'équipements et une maîtrise de certaines consommations énergétiques

Dans le secteur résidentiel, deux principaux gisements de sobriété sont considérés. Il s'agit, d'une part, de la mutualisation et du partage des espaces et équipements dans l'habitat et, d'autre part, de la réduction, consciente et volontaire, de la consommation d'énergie liée au chauffage et à l'eau chaude sanitaire.

Sur le plan de l'habitat, un gisement potentiel de sobriété consiste à freiner le phénomène de décohabitation observé ces dernières décennies. Le nombre d'habitants par ménage tend en effet à décroître depuis de nombreuses années, sous l'effet de l'évolution des modes de

vie (augmentation du nombre de familles monoparentales, baisse du nombre d'enfants par foyer, décohabitation intergénérationnelle, vieillissement de la population...). Ce nombre est ainsi passé de 2,4 individus par ménage en 1999 à environ 2,2 en 2020 et continue de diminuer. Ceci tend à accélérer la croissance de la demande de surface habitable car le partage d'espaces au sein des foyers se réduit mécaniquement.

Le scénario «sobriété» présenté dans le rapport fait l'hypothèse d'une stabilisation puis d'une légère augmentation du nombre d'individus par foyer sur les trente prochaines années. Cela suppose

notamment que les individus consentent à partager une plus grande part d'espaces habitables, par exemple au sein de colocations générationnelles ou intergénérationnelles, ou encore dans le cadre de communautés élargies. Cette évolution s'inscrit au rebours des tendances passées et en particulier de l'aspiration croissante des personnes pour des maisons individuelles et des grands espaces.

Au-delà du nombre d'individus par ménage, la sobriété peut se concrétiser par un plus fort partage des équipements, par exemple au sein de buanderies collectives comme cela existe déjà fréquemment dans certains pays (Suisse, États-Unis...). Une étude d'ObsoCo, datant de 2019, permet de soutenir cette hypothèse : 32 % des Français interrogés se disaient favorables à « vivre dans un lieu avec d'autres familles ayant décidé de mutualiser leurs ressources, réaliser et financer leur logement au sein d'un ensemble géré collectivement et disposant d'équipements partagés », et 8 % « tout à fait » favorables¹⁵. Malgré ces chiffres, le recours à l'habitat partagé reste encore marginal aujourd'hui, même s'il tend à se développer depuis quelques années.

Un autre gisement de sobriété dans le secteur résidentiel porte sur la modération consciente et volontaire de la consommation de certains équipements, principalement

pour le chauffage ou encore pour l'eau chaude sanitaire. L'hypothèse retenue pour le scénario de sobriété consiste ainsi en une baisse de la température de consigne moyenne dans les espaces chauffés à 19 °C (valeur recommandée depuis plusieurs années par des organismes comme l'ADEME) contre environ 20 °C aujourd'hui, ainsi qu'en une réduction de 30 % de la consommation d'eau chaude sanitaire.

D'après une étude du CREDOC¹⁶, 69 % des Français se déclarent d'accord pour « réduire les consommations d'énergie en France, en renonçant à une partie de leur confort, par exemple en se chauffant moins », et 19 % se disent prêts à le faire. Cette posture peut couvrir divers gestes : diminuer le chauffage, éteindre certains appareils électriques au lieu de les laisser en veille, éteindre les lumières en sortant d'une pièce, etc. Toutefois, là encore, ces volontés peinent à se concrétiser aujourd'hui : une augmentation de la température souhaitée dans le logement a même été observée sur l'historique, passant de 18 °C à 21 °C entre les années 1980 et 2003, avant de se stabiliser à une valeur autour de 20 °C. Ceci montre une certaine inertie dans les comportements de consommation et les représentations sociales autour de la notion de confort¹⁷. La norme de 20 °C est désormais ancrée dans l'imaginaire collectif, des températures basses étant associées à la maladie.

15. Moati, P. (2019). L'observatoire des perspectives utopiques. Vague #1 Octobre 2019. ObsoCo, avec le soutien de l'ADEME, BPI France, ESCP Europe et E.Leclerc.

16. « Habitants, habitats et modes de vie ». (2013). CREDOC.

17. BrisePierre Gaëtan. (2013). Analyse sociologique de la consommation d'énergie dans les bâtiments résidentiels et tertiaires Bilan et perspectives. ADEME.

Figure 13.4 Hypothèses structurantes des scénarios de référence et de sobriété vis-à-vis des tendances actuelles – secteur résidentiel

Secteur résidentiel



Indicateurs	2019* + tendance récente**	2050 Référence	2050 Sobriété	Tendances favorables et défavorables
Nombre de personnes par foyer	2,17 personnes par foyer (↘)	1,98 personne par foyer (↘ par rapport à 2019)	2,33 personnes par foyer (↗ par rapport à 2019)	⊕ Un gisement important de ménages favorables à la mutualisation d'espaces et équipements (~40% des Français sondés en 2020)¹⁸ ⊖ Une tendance à la diminution du nombre de personnes par ménage depuis 1970 (<i>mariages plus tardifs, divorce, décohabitation intergénérationnelle...</i>)
Part des logements mutualisés	< 0,001 %	< 1 % (↗ par rapport à 2019)	10 % (↗ par rapport à 2019)	⊕ Foisonnement de projets d'habitat participatif (2020 : ~7000 logements en projet, soit 5 fois la taille du parc actuel) ⊖ Une aspiration des Français pour la maison individuelle qui n'a cessé d'augmenter depuis les années 1950¹⁹
Évolution de la température de consigne de chauffage	20 °C (→)	20 °C (→)	19 °C (-1 °C par rapport à 2019)	⊕ 2 Français sur 3 favorables à une réduction des consommations d'énergie en France (~70% en 2020)²⁰ ⊖ Une minorité de ménages effectivement prêts à abaisser leur température de chauffage (< 20 % en 2020)²¹
Volume d'ECS L/pers./jr	37 L (↘)	37 L (→ par rapport à 2019)	25L (-32% par rapport à 2019)	⊕ Une tendance à la baisse de la consommation d'eau à usage domestique depuis plus de dix ans

(*) 2019 ou année disponible la plus proche

(**) Tendance récente, observée au cours des dernières années : à la hausse (↗), à la baisse (↘), stable (→)

18. Moati, P. (2019). L'observatoire des perspectives utopiques. Vague #1 Octobre 2019. ObsoCo, avec le soutien de l'ADEME, BPI France, ESCP Europe et E.Leclerc.

19. Bonvalet, C. (2020, mars 14). Les aspirations des Français en matière de logement en 1945 : Un regard sur l'histoire du modèle pavillonnaire | Politique du logement.com. <https://politiquedulogement.com/2020/03/les-aspirations-des-francais-en-matiere-de-logement-en-1945-un-regard-sur-lhistoire-du-modele-pavillonnaire/>

20. Les comportements et opinion en matière de consommation d'énergie, étude réalisée pour RTE. (2018). CREDOC.

21. Ibid

13.2.5.2 La sobriété dans le secteur tertiaire : une généralisation du télétravail permettant une réduction des surfaces des bureaux et une limitation de certaines consommations d'énergie

Pour le secteur tertiaire, le scénario sobriété implique de parvenir à une diminution des surfaces des bâtiments tertiaires grâce à un développement du télétravail, sur l'autolimitation des besoins énergétiques au bureau, sur la diminution des surfaces de commerce ou encore sur la limitation des écrans publicitaires dans l'espace public.

Le télétravail constitue ainsi le premier facteur de sobriété dans le secteur tertiaire dans la mesure où il peut contribuer à réduire la demande en surfaces de bureaux et donc les consommations énergétiques associées. Le scénario de sobriété prend ainsi l'hypothèse de 2,5 jours télétravaillés par semaine en moyenne pour les emplois télétravaillables (soit environ un tiers des emplois totaux) contre un jour dans la trajectoire de référence. Cette hypothèse peut conduire à une réduction de la surface des bâtiments tertiaires d'environ 10%, sous réserve que la surface de bureau s'adapte réellement à ces nouveaux modes de travail.

Le recours au télétravail ne constitue un facteur de sobriété qu'à plusieurs conditions. La première est qu'il se traduise effectivement par une diminution de la surface de bureau. Cela implique qu'il soit organisé de sorte à ce que tous les salariés ne puissent être présents de manière simultanée sur le lieu de travail. En ce sens, il y a des conséquences sociales à la généralisation d'une «sobriété dans les bâtiments par le télétravail» qui méritent d'être explicitées.

Deuxièmement, le développement du télétravail pourrait également avoir les effets inverses, en favorisant un éloignement progressif entre le lieu de travail et le lieu d'habitation. Il s'ensuivrait donc un «effet rebond» venant contrebalancer les gains énergétiques sur les transports, voire entraînant

une augmentation de ces derniers.

Les tendances observées ces dernières années traduisaient déjà un développement progressif du télétravail, qui a été très fortement accéléré à l'occasion de la crise sanitaire. Ce contexte pourrait favoriser une généralisation du recours au télétravail dans une optique de réduction des temps de transport et de sobriété énergétique. Une enquête du CREDOC menée fin 2020 montre que parmi les actifs faisant du télétravail, 86 % souhaitent poursuivre après la crise sanitaire. Selon une enquête plus récente de la DARES, 27 % des salariés pratiquaient le télétravail en janvier 2021, contre 4 % en 2019, et 8 télétravailleurs sur 10 souhaitent le poursuivre²². D'autres enquêtes montrent que les télétravailleurs souhaitent réaliser un à trois jours de télétravail par semaine à l'avenir^{23,24}.

Toutefois, cette généralisation du télétravail reste incertaine. Les effets à long terme du télétravail en matière de productivité, de motivation des salariés, d'équité des salariés concernés restent en effet mal connus.

Un second gisement de sobriété porte sur la maîtrise consciente et volontaire des besoins énergétiques au bureau, de manière analogue aux éco-gestes identifiés dans le secteur résidentiel. Le scénario «sobriété» fait ainsi l'hypothèse d'une diminution de 10 % de la consommation énergétique pour une surface équivalente (chauffage, eau chaude, éclairage, usages numériques...). En particulier, les pratiques de sobriété numérique (durabilité des équipements, suppression des mails, moindre utilisation des moteurs de recherche...) sont aujourd'hui encouragées par un nombre croissant de campagnes de communication sur le sujet. Toutefois, ces pratiques restent encore minoritaires : d'après

22. DARES (2022). «Télétravail durant la crise sanitaire. Quelles pratiques en janvier 2021 ? Quels impacts sur le travail et la santé ?» <https://dares.travail-emploi.gouv.fr/publication/teletravail-durant-la-crise-queelles-pratiques-quels-impacts-sur-le-travail-et-sur-la-sante>

23. Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail (2021). «Télétravail de crise : Les résultats de notre consultation 2021» <https://www.anact.fr/teletravail-de-crise-les-resultats-de-notre-consultation-2021>

24. CSA – Baromètre télétravail annuel 2021. (2021). <https://csa.eu/news/barometre-teletravail-annuel-2021/>

une enquête menée en avril 2021, 62 % des personnes interrogées admettent ne pas faire attention à l'impact de leurs usages numériques sur l'environnement²⁵.

Un autre gisement de sobriété spécifique au secteur tertiaire concerne la diminution de la surface globale des commerces, du fait de changements de modes de consommation. Dans le scénario «sobriété» présenté dans l'étude, ces changements s'appuient notamment sur trois dynamiques importantes :

- ▶ un développement rapide des points de vente en circuit court (marchés de producteurs, AMAP, ruches, magasins de producteurs...) ;
- ▶ une baisse globale de la consommation de biens, grâce aux appels à « moins consommer » et à la lutte contre l'obsolescence programmée (indices de réparabilité...) qui contribuent à réduire la demande de certains biens et services. De manière générale, d'après une étude Greenflex de 2019, 27 % des Français pensent que consommer moins est nécessaire.

- ▶ une interdiction de création de nouvelles surfaces commerciales entraînant une artificialisation des sols, comme le prévoit par exemple la loi climat et résilience.

Enfin, le dernier gisement repose sur l'hypothèse d'une disparition progressive des écrans publicitaires. Au-delà des économies d'énergie associées aux écrans eux-mêmes, qui sont faibles, cette mesure pourrait s'inscrire dans une approche globale de régulation de la publicité (discutée à l'occasion de la Convention citoyenne pour le climat) visant à limiter les incitations à consommer. Elle aurait également une forte valeur symbolique pour favoriser la sobriété : les ménages et entreprises seront vraisemblablement plus enclins à limiter leur consommation d'énergie dans le cas où leur environnement n'est pas saturé d'écrans publicitaires. Une telle évolution nécessiterait toutefois une inflexion forte par rapport à la tendance actuelle, le nombre d'écrans publicitaires étant actuellement en forte croissance d'année en année.

25. Des Français encore peu sensibles à leur empreinte numérique mais prêts à faire des efforts ! – Odoxa : Odoxa. (s. d.). Consulté 22 juin 2021, à l'adresse <http://www.odoxa.fr/sondage/francais-sensibles-a-empreinte-numerique-prets-a-faire-efforts/>

Figure 13.5 Hypothèses structurantes des scénarios de référence et de sobriété vis-à-vis des tendances actuelles – secteur tertiaire

Secteur tertiaire

Indicateurs	2019* + tendance récente**	2050 Référence	2050 Sobriété	Tendances favorables et défavorables
Nombre de jours de télétravail	< 1 jour/semaine (↗) ²⁶	1 jour/semaine (légère hausse par rapport à 2019)	2,5 jours/semaine (au moins x2,5 par rapport à 2019)	⊕ Massification du télétravail avec la crise sanitaire ⊕ 9 Français sur 10 favorables à la poursuite du télétravail après la crise sanitaire²⁷ ⊖ Réticence managériale à généraliser le télétravail, effets à long terme ⊖ Effet rebond sur la distance domicile-travail
Évolution des m² tertiaires par branche	999 millions de m ² (↗)	1 064 millions de m ² (+7% par rapport à 2019)	937 millions de m ² (-6% par rapport à 2019)	⊕ Réduction du nombre de m² des bureaux rendue possible par le développement du <i>flex office</i> et du télétravail
Consommation électrique unitaire par m² des usages spécifiques	59 kWh/m ² (↘)	42 kWh/m ² (→)	36 kWh/m ² (-10% toute branche par rapport à la référence)	⊕ Tendance au développement de la sobriété numérique en entreprise, sous l'effet de campagnes de sensibilisation ⊖ 6 salariés sur 10 admettent ne pas faire attention à l'impact de leurs usages numériques sur l'environnement²⁸
Surface de la branche commerce	216 millions de m ² (↗)	216 millions de m ² (stable par rapport à 2019)	200 millions de m ² (-7% par rapport à 2019)	⊕ Développement rapide des points de vente en circuit court²⁹ ⊖ Augmentation du nombre de grandes surfaces commerciales observée ces dernières années ⊕ Interdiction de création de nouvelles surfaces commerciales entraînant une artificialisation des sols
Pénétration des écrans publicitaires	~9 000 écrans publicitaires en 2019 (↗) ³⁰	Pénétration progressive des écrans publicitaires numériques (~remplacement de 50% du parc existant d'écran publicitaire)	Pénétration progressive des écrans publicitaires, puis stabilisation en milieu de période et disparition progressive d'ici 2050	⊕ Plusieurs dispositions prévues par la loi climat et résilience et par la loi anti-gaspillage (respect du stop pub, fin de la publicité sur les parebrises, encadrement de la publicité sur les énergies fossiles). ⊕ Proposition par la convention citoyenne pour le climat d'une régulation des affichages publicitaires ⊖ Augmentation forte du nombre d'écran publicitaire ces dernières années (environ +20%/an)³¹

(*) 2019 ou année disponible la plus proche

(**) Tendance récente, observée au cours des dernières années : à la hausse (↗), à la baisse (↘), stable (→)

26. Télétravail : regards croisés salariés et dirigeants – Le comptoir de la nouvelle entreprise, 19 Février 2019
<https://zevillage.net/wp-content/uploads/2019/02/Etude-Teletravail-Malakoff-Mederic-comptoir-Nelle-entreprise-2019.pdf>

27. CREDOC. (2020). Fiche prospective—La décélération.

28. Des Français encore peu sensibles à leur empreinte numérique mais prêts à faire des efforts ! – Odoxa : Odoxa. (s. d.). Consulté 22 juin 2021, à l'adresse <http://www.odoxa.fr/sondage/francais-sensibles-a-empreinte-numerique-prets-a-faire-efforts/>

29. ADEME, juin 2017, « Alimentation. Les circuits courts de proximité ». Les avis de l'ADEME.

30. ADEME, septembre 2020, « Modélisation et évaluation environnementale de panneaux publicitaires numériques »
<https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/3871-modelisation-et-evaluation-environnementale-de-panneaux-publicitaires-numeriques.html>

13.2.5.3 L'impact de la sobriété sur la consommation énergétique des transports : une généralisation du télétravail et une densification des villes qui contribuent à réduire les déplacements et un recours accru aux modes doux et aux véhicules plus légers

Concernant les transports, quatre gisements principaux de sobriété ont été identifiés dans la revue de littérature et la concertation : réduction des déplacements, report modal, diminution de la vitesse de déplacement et de la taille des véhicules et diminution du nombre de kilomètres du fret.

En premier lieu, la réduction du nombre de kilomètres parcourus en voiture constitue une source d'économie d'énergie importante. Celle-ci repose sur plusieurs évolutions. D'une part, la généralisation du télétravail telle que présentée dans la partie précédente doit contribuer à la réduction des déplacements domicile-travail (dans la mesure où elle ne conduit pas à modifier la localisation de la résidence principale des ménages et à augmenter la distance entre celle-ci et le lieu de travail). D'autre part, **la reconcentration des fonctions de vie au sein des villes (ex : modèle de la « ville du quart d'heure » dans laquelle les différentes fonctions sont accessibles à pied en moins d'un quart d'heure) a également vocation à réduire les besoins de déplacements en véhicules motorisés.** Celle-ci nécessite une transformation des formes urbaines, avec une mixité fonctionnelle plutôt qu'une spécialisation des espaces : densification des villes, augmentation de la part des logements collectifs et augmentation de la fréquence des commerces de proximité. Si certaines villes comme Paris, Nantes ou encore Mulhouse affichent aujourd'hui la volonté de développer ce type de modèle, les tendances récentes associées à l'étalement urbain, à l'aspiration croissante des Français pour la maison individuelle avec jardin³² ou encore le développement des grandes zones commerciales au détriment des commerces de centre-ville vont aujourd'hui à l'encontre de cette transformation.

Au-delà du télétravail et de l'aménagement urbain, le développement des formes de mobilité partagée, qui se traduit par une augmentation du nombre moyen de passagers par véhicule, présente un intérêt réel pour la maîtrise des consommations énergétiques. Là encore, plusieurs dynamiques soutiennent cette hypothèse : le développement du covoiturage (3 % des trajets domicile-travail et 1,6 % des trajets longue distance en 2020)³³, de la location de voiture entre particuliers, ou encore des associations et clubs d'autopartage (dont le nombre de membres en Europe a doublé entre 2014 et 2016, passant de 2,2 millions à 4,4 millions) en sont autant d'exemples.

Par ailleurs, **la redéfinition des modes de déplacement et le report modal constituent également des leviers possibles de réduction de la consommation énergétique des véhicules particuliers.** Si le scénario de référence en matière de consommation intègre déjà une réduction de la part de la voiture particulière (dont l'utilisation est moins systématique chez les jeunes générations³⁴ et devient limitée dans certains centres-villes), cette réduction est poussée encore beaucoup plus loin dans le scénario de sobriété dans lequel les déplacements en voitures ne représentent qu'un peu plus de la moitié des distances parcourues en 2050. Elle doit être encouragée par des politiques publiques contraignant les déplacements en voiture et incitant à l'inverse le report vers les trajets en train (notamment pour les longues distances), vers les transports en commun ou encore vers la marche ou le vélo pour les courts trajets. L'essor du vélo, observé depuis quelques années et qui s'est accéléré depuis la crise sanitaire, ainsi que de nombreuses mesures récentes, sont de nature à permettre ce report modal : plan vélo visant à faire passer la part du vélo dans les trajets du quotidien

31. Idib

32. Bonvalet, C. (2020, mars 14). Les aspirations des Français en matière de logement en 1945 : Un regard sur l'histoire du modèle pavillonnaire | Politique du logement.com. <https://politiquedulogement.com/2020/03/les-aspirations-des-francais-en-matiere-de-logement-en-1945-un-regard-sur-lhistoire-du-modele-pavillonnaire/>

33. Covoiturage : Informations à connaître | Ministère de la Transition écologique. (2020, juillet 9). <https://www.ecologie.gouv.fr/covoiturage-en-france-avantages-et-reglementation-en-vigueur>

de 3 à 9 % en 2024, aménagements cyclables et piétons, forfait mobilité durable, développement de réseaux de transports en commun en zone périurbaine, développement de pôles d'échanges multimodaux, etc. Pour parvenir aux parts modales envisagées dans le scénario «sobriété», des politiques publiques allant bien au-delà des mesures envisagées actuellement seraient nécessaires.

La diminution de la vitesse de circulation et du poids des véhicules a également un effet significatif sur la consommation énergétique unitaire des véhicules. Sur la vitesse, certaines tendances récentes vont dans ce sens. La vitesse moyenne de circulation en voiture baisse ainsi depuis le début des années 2000, suite à la mise en place de plusieurs politiques publiques : radars automatiques, limitation de la vitesse à 80 km/h sur routes départementales, développement des zones de rencontres et zones limitées à 30 km/h en ville. Toutefois, la mise en place de nouvelles limitations de vitesse génère aussi de nombreuses oppositions. À titre d'exemple, la réduction de la vitesse maximale à 80 km/h sur les routes départementales mise en place en 2018 a fait l'objet de nombreuses contestations (reprises en particulier par le mouvement des «gilets jaunes») et a depuis été aménagée sur certains axes. De même, la baisse de la vitesse limite sur autoroutes à 110 km/h constitue l'une des propositions de la Convention citoyenne pour le climat qui n'a explicitement pas fait l'objet d'une traduction législative au sein de la loi climat et résilience adoptée en 2021. **Sur la taille et le poids des véhicules, les tendances récentes**

marquent une nette augmentation, tirée notamment par la croissance de la part de marché des SUV. La masse moyenne des véhicules particuliers neufs vendus en France est ainsi passée de 953 kg en 1990 à 1 233 kg en 2020³⁵. Si la loi de finances inclut désormais un malus sur le poids des véhicules les plus lourds, celui-ci ne concerne pour le moment qu'une fraction réduite des ventes de véhicules neufs.

S'agissant du transport de marchandises, différentes actions de sobriété pourraient permettre une réduction du nombre de kilomètres parcourus par le fret, notamment par le transport routier. Le développement des circuits courts, qui ont aujourd'hui la faveur de nombreux consommateurs (63 % des Français privilégient par exemple la consommation de produits régionaux³⁶), ou encore la réduction globale de la consommation de biens, en sont des exemples importants. Par ailleurs, le scénario «sobriété» inclut un report modal plus important du transport de marchandises, avec en particulier un doublement du fret fluvial et une croissance plus forte du fret ferroviaire au détriment du transport routier, contribuant ainsi à limiter les consommations d'énergie globales. Ces perspectives sont toutefois contrebalancées par la hausse tendancielle de la consommation de biens et l'explosion du commerce en ligne (entre 2017 et 2020, le chiffre d'affaires du e-commerce a augmenté de 37 %)³⁷ : d'après un rapport de 2019, la croissance de ce secteur pourrait entraîner une augmentation de 36 % des véhicules de livraison dans les centres-villes d'ici 2030³⁸.

34. Les comportements et opinion en matière de consommation d'énergie, étude réalisée pour RTE. (2018). CREDOC.

35. ADEME, <https://carlabelling.ademe.fr/chiffrescles/r/evolutionMasseMoyenne>

36. Golla, M. (2016, avril). Les Français consomment désormais «made in région». <https://www.lefigaro.fr/conso/2016/04/27/05007-20160427ARTFIG00008-les-francais-consomment-desormais-made-in-region.php>

37. Chiffres-clés E-Commerce—2020. (2020). FEVAD (Fédération E-Commerce et Vente à Distance). <https://www.fevad.com/wp-content/uploads/2020/07/FEVAD-RA-2020-CHIFFRES-CLE%CC%81S-V7-min.pdf>

38. Fontaine, J. (2020, janvier 19). Le futur de la livraison du dernier kilomètre. Julien Fontaine, consultant freelance, E-Commerce B2C/DTC/Marketplaces depuis 1998. <https://julienfontaine.com/2020/01/19/livraison-dernier-kilometre-lmd/>

Figure 13.6 Hypothèses structurantes des scénarios de référence et de sobriété vis-à-vis des tendances actuelles – secteur des transports

Secteur des transports



Indicateurs	2019* + tendance récente**	2050 Référence	2050 Sobriété	Tendances favorables et défavorables
Évolution du km annuel moyen en voiture	12 200 km ³⁹ (↘)	11 800 km (-3 % par rapport à 2019)	11 600 km (-5 % par rapport à 2019)	⊕ Tendance à la réduction des trajets domicile-bureau avec le développement du télétravail ⊕ Engagement affiché par les grandes villes et les collectivités territoriales autour de la « ville du quart d'heure »⁴⁰ ⊖ Aspiration des Français pour la maison individuelle qui n'a cessé d'augmenter depuis les années 1950⁴¹ ⊖ Recrudescence de l'attrait pour les espaces verts – moins desservis par les transports en commun – depuis la crise sanitaire
Nombre moyen de personnes par véhicule	1,62 personne (↘)	1,7 personne (+5 % par rapport à 2019)	2,2 personnes (+35 % par rapport à 2019)	⊕ Développement du covoiturage et du transport à la demande ⊖ Tendance stable voire baissière du nombre de personnes par véhicule observé ces dernières années
Part modale				
% Voiture	78,7 % (↘)	70,2 %	52,7 %	⊕ Baisse de la motorisation et développement de l'usage des transports collectifs chez les moins de 25 ans
% Deux-roues motorisés	1,5 % (→)	1,2 %	2,4 %	⊕ Effets escomptés du Plan vélo
% Vélo	0,6 % (↗)	3 %	3,9 %	⊕ Phénomène de « Flygskam » (honte de prendre l'avion) constaté chez les populations sensibilisées à la protection de l'environnement, depuis 2018
% Avion	1,7 % (↗)	1,4 %	0,5 %	
% Transport collectif	17,6 % (→) ⁴²	24,2 %	40,5 %	⊖ Augmentation de la part de l'avion pour les déplacements de voyage (de 5,4 % en 2008 à 9,7 % en 2019) ⁴³
Évolution des tonnes.km de marchandises	369 Gtonnes.km (2018) (↗)	475 Gtonnes.km (+29 % par rapport à 2018)	413 Gtonnes.km (+12 % par rapport à 2018)	⊕ Développement de la consommation en circuits courts et de l'appétence pour les produits locaux chez les populations sensibilisées à la protection de l'environnement ⊖ Développement du e-commerce (+37 % de chiffre d'affaires pour le secteur entre 2017 et 2020)⁴⁴
Part modale du fret				
% Train	9,7 % (↘)	12,4 %	20 %	⊕ Effets escomptés du plan d'aide pour le développement du fret fluvial et ferroviaire
% Route	88,3 % (↗)	85,2 %	75 %	
% Fluvial	2 % (↘)	2,4 %	5 %	

(*) 2019 ou année disponible la plus proche

(**) Tendance récente, observée au cours des dernières années : à la hausse (↗), à la baisse (↘), stable (→)

39. Bilan annuel des transports en 2019 : bilan de la circulation (https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-12/2019_comptes_transports_g_bilan_circulation.xls)

40. Mairie de Paris, « Paris ville du quart d'heure, ou le pari de la proximité », 22 janvier 2021. <https://www.paris.fr/dossiers/paris-ville-du-quart-d-heure-ou-le-pari-de-la-proximite-37>

41. Bonvalet, C. (2020, mars 14). Les aspirations des Français en matière de logement en 1945 : Un regard sur l'histoire du modèle pavillonnaire | Politique du logement. com. <https://politiquedulogement.com/2020/03/les-aspirations-des-francais-en-matiere-de-logement-en-1945-un-regard-sur-l-histoire-du-modele-pavillonnaire/>

42. SDES, 2019

43. Comment les Français voyagent-ils en 2019 ? Résultats de l'enquête mobilité des personnes – Ministère de la transition écologique, septembre 2021 <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/comment-les-francais-voyagent-ils-en-2019-resultats-de-lenquete-mobilite-des-personnes?rubrique=60&dossier=1345>

44. Source Fevad (Fédération du e-commerce et de la vente à distance)

13.2.5.4 L'impact de la sobriété dans l'industrie : une évolution des modes de consommation de biens, de l'alimentation et de la construction qui réduit les besoins énergétiques de l'industrie

Les effets de la sobriété peuvent également se traduire dans le secteur industriel via une diminution de la demande de biens et d'équipement.

Dans le scénario «sobriété», le moindre besoin de surfaces résidentielles et tertiaires identifié dans les parties précédentes (en lien avec le ralentissement de la décohabitation et le fort développement du télétravail) entraîne par exemple un effet baissier sur l'activité du secteur de la construction. Cet effet est également accru par le recours plus important à des matériaux biosourcés, dont la production est moins consommatrice d'énergie et moins émettrice de gaz à effet de serre. Les tonnages de béton et d'acier diminuent de 50 % par rapport à aujourd'hui dans le scénario «sobriété» contre seulement 35 % dans le scénario de référence.

Un allongement de la durée de vie des équipements réduit également la consommation de biens des ménages et donc la production industrielle associée, avec un bilan sur cycle de vie positif. Cette logique s'appuie sur plusieurs dynamiques : l'émergence de l'écoconception, encadrée par la directive 2009/125/CE, l'amélioration de la réparabilité des équipements (mise en place de l'indice de réparabilité, développement des *repair cafés* ou bricothèques), ou encore le développement massif de la seconde main, permis notamment par les sites et applications de vente de produits d'occasion. Sur ce dernier point, l'enquête «Conditions de vie et aspiration» menée par le CREDOC montre que la part de l'occasion dans les achats a doublé en l'espace de dix ans (17 % en 2005 à 35 % en 2015).

Plus généralement, le scénario «sobriété» implique une stabilisation voire une baisse de la demande en équipements. De manière spécifique, l'activité de la filière automobile diminuerait sous l'effet de la baisse du besoin de voitures individuelles (diminution de 40 % des ventes de véhicules particuliers en 2050 par rapport à 2019) permise par l'évolution des modes de mobilité. Dans ce scénario, la demande se porte aussi plus largement vers les

véhicules de petite taille (augmentation de 10 % de part de marché des citadines), réduisant la demande en matériaux associée.

Cette évolution de la consommation de biens nécessiterait toutefois une rupture dans les comportements des Français et/ou les incitations économiques par rapport aux tendances passées.

S'agissant de l'industrie agroalimentaire, plusieurs évolutions des modes de vie conduisent à stabiliser le besoin par personne d'ici 2050 (alors que la tendance est aujourd'hui plutôt orientée à la hausse). Ces évolutions correspondent notamment au développement des circuits courts, à la volonté de privilégier une alimentation saine, de saison et locale ou encore à la diminution de la consommation de viande. Cette dernière a déjà diminué de 10 % par rapport à 1998, mais des débats émergent régulièrement sur la nécessité de faire décroître encore ce niveau de consommation. Entre 1998 et 2018, la part des Français qui se déclarent végétariens a progressé tandis que le flexitarisme et les différentes formes de végétarisme sont très présentes parmi les moins de 35 ans (23 %)⁴⁵.

Un autre levier concerne une diminution de la consommation d'emballages très forte dans ce scénario (-70 % pour les plastiques, -15 % pour les emballages en papier-carton), au-delà des tendances déjà intégrées dans la trajectoire de référence. Cette hypothèse peut s'appuyer sur le développement du vrac (47 % des foyers déclarent avoir acheté en vrac au cours de l'année), des circuits courts, des initiatives zéro-déchets ou encore la réduction de la consommation globale de biens. Elle constitue également une forme d'une rupture : en particulier, les tendances récentes sur l'essor du e-commerce ou de la livraison de repas tendent actuellement à augmenter la demande d'emballages.

Enfin, le développement de l'économie circulaire conduit, dans le scénario «sobriété», à une meilleure incorporation de matières premières à recycler.

45. Combien de végétariens en Europe ? Synthèse des résultats à partir de l'étude «Panorama de la consommation végétarienne en Europe», réalisée par le CREDOC pour FranceAgriMer et l'OCHA en 2018. (2019). [Les études]. France AgriMer. https://www.franceagri.fr/fam/content/download/62309/document/11_Synth%C3%A8se%20Panorama%20v%C3%A9g%C3%A9tarisme%20en%20Europe.pdf?version=1

Figure 13.7 Hypothèses structurantes des scénarios de référence et de sobriété vis-à-vis des tendances actuelles – secteur industriel

Secteur industriel



Indicateurs	2019* + tendance récente**	2050 Référence	2050 Sobriété	Tendances favorables et défavorables
Dépense annuelle moyenne par personne en produits de l'industrie agro-alimentaire	2 500 €/an/pers (↗)	3 100 €/an/pers (+24% par rapport à 2018)	2 500 €/an/pers (stable)	⊕ Développement des circuits courts, volonté d'une alimentation saine, de saison et locale ⊕ Diminution de la consommation de viande (-10% entre 1998 et 2018)
Consommation annuelle d'intrants azotés dans l'agriculture	2,1 Mt ⁴⁶ (→)	1,4 Mt (-35% par rapport à 2019)	0,8 Mt (-60% par rapport à 2019)	⊕ Développement de la filière bio, TVA réduite sur les engrais bio ⊕ Directive « Nitrates » de l'Union européenne, volet agricole de la Feuille de route nationale pour l'économie circulaire ⊖ Pas de baisse constatée au cours des dernières années
Consommation de plastique d'emballage	2,4 Mt/an ⁴⁷ (↗)	1,2 Mt/an (-50% par rapport à 2019)	0,7 Mt (-70% par rapport à aujourd'hui)	⊕ Développement de la consommation de produits alimentaires en vrac (47% des foyers déclarent avoir acheté en vrac au cours de l'année)⁴⁸ ⊕ Interdiction des plastiques à usage unique en 2040 (loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire) ⊖ Multiplication des emballages à usage unique avec la crise sanitaire
Nombre de véhicules particuliers vendus par an	2,2 millions ⁴⁹ (→)	2 millions (-6% par rapport à 2019)	1,3 million (-42% par rapport à 2019)	⊕ Baisse de la motorisation chez les moins de 25 ans ⊖ Aspiration des Français pour la maison individuelle qui n'a cessé d'augmenter depuis les années 1950⁵⁰
Durée de vie moyenne des équipements électroménagers	Dépend des équipements : Lave-linge : ~11 ans Aspirateur : ~8 ans	Lave-linge : ~11 ans Aspirateur : ~8 ans (stable par rapport à 2019)	Lave-linge : ~17 ans (x1,5 par rapport à 2019) Aspirateur : ~9 ans (+15% par rapport à 2019)	⊕ Développement de l'éco-conception, encadrée par la directive 2009/125/CE, prise en compte des enjeux de réparabilité dans les politiques publiques, lutte contre l'obsolescence programmée ⊖ Pas d'augmentation de la durée de vie des équipements observée au cours des dernières années ⊕ Développement d'achats d'équipements de seconde main (x2 entre 2005 et 2015)
Évolution des tonnages de l'acier utilisé pour la construction	~4 Mt/an ⁵¹	~2,5 Mt/an (-38% par rapport à 2019)	~1,4 Mt/an (-65% par rapport à 2019)	⊕ Diminution de la construction de logements neufs ⊕ Développement de l'auto-réhabilitation (40% des travaux réalisés)⁵²
Taux d'incorporation de matières premières à recycler	Acier : 49% Aluminium : 53% Verre : 56% ⁵³ Plastique : 6%	Acier : 80% Aluminium : 70% Verre : 80% Plastique : 35%	Acier : 82% Aluminium : 72% Verre : 85% Plastique : 40%	⊕ Développement de l'économie circulaire (loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire de 2020)
Consommation de papier à usage graphique	2,9 Mt (↘) ⁵⁴	2,2 Mt (-20% par rapport à 2019)	1,4 Mt (-50% par rapport à 2019)	⊕ Recul de l'impression de papier presse (-3,6% du nombre d'exemplaires de la presse grand public en 2019) ⊕ Diminution d'impressions liées à la publicité, à la facturation, etc.
Consommation de papier-carton d'emballages	4,7 Mt (↗)	5,1 Mt (+10% par rapport à 2019)	3,9 Mt (-15% par rapport à 2019)	⊕ Développement des initiatives zéro déchet dans les entreprises ⊖ Développement du e-commerce et de la livraison à domicile (+37% de chiffre d'affaires pour le e-commerce entre 2017 et 2020)⁵⁵

(*) 2019 ou année disponible la plus proche

(**) Tendance récente, observée au cours des dernières années : à la hausse (↗), à la baisse (↘), stable (→)

46. Base de données « IFASTAT – Consommation », International Fertilizer Association (IFA) <https://www.ifastat.org/databases/plant-nutrition>

47. Base de données « Env_waspac – Déchets produits/ Emballages en matières plastiques/Tonnes/France », Eurostat, https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_waspac&lang=fr

48. « La tendance du consommer moins pour consommer mieux s'installe », Kantar, 2019 <https://monde-epicerie-fine.fr/etude-kantar-2/>

49. Données sur les immatriculations de véhicules, Ministère de la transition écologique, 2021. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-les-immatriculations-des-vehicules>

50. Bonvalet, C. (2020, mars 14). Les aspirations des Français en matière de logement en 1945 : Un regard sur l'histoire du modèle pavillonnaire | Politique du logement. com. <https://politiquedulogement.com/2020/03/les-aspirations-des-francais-en-matiere-de-logement-en-1945-un-regard-sur-l-histoire-du-modele-pavillonnaire/>

51. Données industrielles à propos des aciers – L'Elementarium <https://lelementarium.fr/product/aciers/>

52. Gaëtan Briseperrière pour Coenove, Décembre 2018 <https://www.coenove.fr/lentretien-coenove-gaetan-briseperriere-sociologue>

53. Indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire, Ministère de la transition écologique, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/economie-circulaire/pdf/pages/partie2/12-incorporation-des-matieres-premieres-de-recyclage-dans-les-processus-de-production.pdf>

54. COPACEL <https://www.copacel.fr/wp-content/uploads/2021/04/copacel-statistiques-annuelles-2019.pdf>

55. Source Fevad (Fédération du e-commerce et de la vente à distance)

13.3 L'acceptabilité des infrastructures et des technologies : un sujet de débat majeur dans un contexte de vaste transformation du système de production d'électricité et du réseau électrique

Tout comme le sujet de l'évolution de la consommation d'électricité en fonction des modes de vie projetés, celui du mix de production d'électricité a fait l'objet de nombreux commentaires dans le cadre de la concertation. Outre leurs conditions technico-économiques de validité, les scénarios impliquent aussi un critère de « réception sociale » des différentes technologies qu'ils mobilisent, condition *sine qua non* à leur déploiement sans heurts sur le territoire.

Pour autant, l'étude n'a pas pour objectif de hiérarchiser les technologies selon leur degré plus

ou moins fort d'acceptabilité. L'acceptabilité est un facteur complexe, contextualisé et dynamique dans le temps. Il n'est donc pas possible, à un horizon de trente ans, de tracer avec certitude les différents chemins que prendront les rapports sociaux aux différentes technologies.

Le travail d'analyse sur l'acceptabilité des infrastructures restitué par la suite décrit de manière problématisée les différents arguments discutés dans la concertation.

13.3.1 Un débat de sémantique persistant sur l'emploi du terme d'acceptabilité, qui reste cependant largement mobilisé dans les débats et dans le cadre du déploiement des projets

Le concept d'acceptabilité sociale est un terme très souvent mobilisé par les acteurs du domaine de l'énergie dès qu'il s'agit d'aborder les questions sociétales soulevées par le développement d'infrastructures de production ou de réseau. Plusieurs définitions de l'acceptabilité cohabitent dans le monde académique, mais le terme est communément utilisé pour qualifier de manière englobante tout ce qui relève des réactions, des mobilisations et des relations liant les différentes parties prenantes des projets⁵⁶.

Il existe pourtant un débat sémantique vif et récurrent au sein du monde académique, mais également auprès d'un nombre croissant d'acteurs, autour de l'emploi de ce terme et de sa pertinence pour nommer les dynamiques sociétales en lien avec le déploiement des infrastructures énergétiques et des technologies. Cette réticence s'explique du fait notamment de sa charge normative, les chercheurs hésitants entre critique de la notion ou élaboration de notions alternatives. Ainsi, lors des différentes phases de concertation et en particulier en réponse à la consultation publique sur les *Futurs énergétiques 2050*, certains acteurs ont

questionné l'emploi du terme d'acceptabilité et proposé d'utiliser celui « d'appropriation (sociale) ». Selon eux, ce terme refléterait une vision moins descendante et technicienne que la notion d'acceptabilité, et permettrait de restituer de manière plus ouverte les possibilités d'engagement des citoyens et du corps social dans la transition énergétique. À l'inverse, de nombreuses parties prenantes ont mobilisé la notion d'acceptabilité dans leurs réponses, notamment pour évoquer les limites posées, selon eux, par certains scénarios de mix électrique sur le plan sociétal.

Cet enjeu sémantique a déjà fait l'objet de nombreuses discussions dans le cadre des groupes de travail dédiés, sans parvenir à établir un consensus. Sans nier les limites du concept d'acceptabilité (caractère descendant et technicien, passivité...), il apparaît que celui-ci reste en pratique celui autour duquel s'engagent les discussions sur les infrastructures et les technologies dans le débat public sur l'évolution du mix électrique⁵⁷. Il a donc été conservé dans la problématisation et la restitution autour des *Futurs énergétiques 2050*.

56. Voir par exemple Upham, P., Oltra, C., & Boso, A. (2015). Towards a cross-paradigmatic framework of the social acceptance of energy systems. *Energy Research & Social Science*, 8, 100-112.

57. Barbier, R., & Nadai, A. (2015). Acceptabilité sociale : Partager l'embarras. *VertigO*, Volume 15 Numéro 3. Les auteurs expliquant notamment que « l'acceptabilité sociale est devenue progressivement un registre de qualification incontournable pour tout dispositif sociotechnique, qu'il soit à l'état de projet ou en fonctionnement » Ils continuent leur proposition en conférant à la notion d'acceptabilité une dimension de « mot de passe » qui permet de circuler et de travailler avec « les multiples mondes sociaux qui la mobilisent ».

13.3.2 Les recherches en sciences humaines et sociales invitent à dépasser le concept de NIMBY, l'acceptabilité étant multifactorielle et dynamique dans le temps

Lorsque le terme d'acceptabilité émerge dans le débat, celui-ci est souvent accolé à la notion de NIMBY (*not in my backyard*) pour tenter d'expliquer les phénomènes d'opposition émergeant lors la mise en projet des infrastructures. La théorie du NIMBY est fréquemment mise en avant comme une explication spatiale de l'opposition⁵⁸, impliquant que la proximité d'une maison avec un projet est une source directe d'opposition à celui-ci.

Réduire l'opposition aux projets au seul faits de riverains qui défendent leurs propres intérêts n'est cependant pas suffisant et des recherches en sciences sociales⁵⁹ ont montré que la faible acceptabilité de certains projets ne pouvait être expliquée par le seul égoïsme des individus. De nombreux auteurs, au travers de travaux qui définissent aujourd'hui le champ de la recherche sur l'acceptabilité sociale des projets énergétiques, appellent ainsi à dépasser ce concept de NIMBY. Ils proposent notamment une analyse de la relation entre opposition aux projets et différents facteurs sociétaux.

Par exemple, dans le cas d'un projet éolien terrestre, les facteurs d'acceptabilité qui traduisent

les «préoccupations» de la communauté dans laquelle s'implante le projet sont nombreux⁶⁰. L'acceptabilité sociale est complexe et lie de manière très forte une diversité de contextes, de motivations et de profils de communautés locales.

D'autres recherches ont mis l'accent sur l'analyse dynamique de l'acceptabilité de certains projets⁶¹.

Enfin, les recherches⁶² les plus récentes visent à ne plus considérer l'opposition comme déviante et donc comme devant être surmontée. Au contraire, elles appellent à aller plus loin que le travail portant sur des facteurs d'acceptabilité en s'intéressant à la mise en politique des projets et à la manière dont les technologies et leurs processus de déploiement recomposent leur environnement. Ces recherches appellent par exemple à considérer la dimension politique des phénomènes d'opposition locale, à envisager une inclusion plus forte des populations locales dans le portage d'infrastructures de production décentralisée ou encore à prendre en compte l'importance du temps et de l'histoire dans le déploiement des énergies renouvelables⁶³.

58. Devine-Wright, P. (2009). Rethinking NIMBYism : The role of place attachment and place identity in explaining place-protective action. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 19(6), 426-441.

59. Ellis, G., & Gianluca, F. (2016). The social acceptance of wind energy. Where we stand and the path ahead. (p. 77). European Commission.

60. Ibid.

61. Voir Shindler et al. (2002) dans Batellier, P. (2016). Acceptabilité sociale des grands projets à fort impact socio-environnemental au Québec : Définitions et postulats. *Vertigo*, Volume 16 Numéro 1. <https://doi.org/10.4000/vertigo.16920>

62. Voir les travaux de Pierre Batellier (2016) ou de Marteen Wolsink (2011)

63. Batel, S. (2020). Research on the social acceptance of renewable energy technologies : Past, present and future. *Energy Research & Social Sciences*, pp7-8.

13.3.3 Des dynamiques et des enjeux d'acceptabilité nombreux pour toutes les technologies énergétiques

Si la problématique de l'acceptabilité des infrastructures à long terme se pose pour toutes les technologies, il est difficile de la traiter de manière uniforme tant les problématiques associées à chacune des technologies diffèrent.

En particulier, toutes les technologies se situent aujourd'hui dans des dynamiques différentes et n'ont pas la même place dans le système électrique actuel ou dans les différents scénarios considérés dans les *Futurs énergétiques 2050*, ce qui peut positionner de manière différente la perception actuelle de leur acceptabilité par la population. À titre d'exemple, les grands parcs photovoltaïques au sol sont rarement évoqués dans le débat politique sur l'acceptabilité des infrastructures énergétiques, contrairement à l'éolien terrestre par exemple, mais ils sont aussi plus faiblement développés aujourd'hui, ce qui peut biaiser l'analyse sur l'acceptabilité de ce type de projets à long terme.

Les travaux réalisés par RTE ne visent pas à définir lequel des scénarios apparaît comme le plus acceptable (vu du contexte actuel). En revanche, ils conduisent à expliciter les facteurs

d'acceptabilité associés à leur mise en œuvre, tout en ayant conscience que ces facteurs évolueront de manière dynamique dans le temps, avec de nombreuses incertitudes sur l'évolution de la perception des différentes filières par les Français à long terme. Ces travaux s'appuient pour cela sur une large revue de littérature et une analyse des comptes rendus des débats publics organisés sur les projets liés au système électrique.

En particulier, l'analyse a largement porté sur le nucléaire et les énergies renouvelables variables (éolien et photovoltaïque), qui constituent deux objets de débat évidents et importants autour de l'évolution du mix électrique, avec des spécificités pour chacune des filières. Les autres technologies constituant le mix énergétique (biogaz, infrastructures hydrogène, batteries...) ne sont pas exemptes de difficultés en matière d'acceptabilité de leur déploiement sur le territoire, notamment du fait de leur emprise, mais celles-ci sont plus difficiles à caractériser d'autant plus que ces infrastructures restent encore émergentes voire prospectives à ce jour.

13.3.3.1 Les énergies renouvelables : des enjeux d'acceptabilité communs aux différentes filières et d'autres plus spécifiques à l'éolien (à terre ou en mer) et au photovoltaïque

Le développement des énergies renouvelables, nécessaire dans tous les scénarios visant la neutralité carbone en 2050, intervient dans un contexte marqué par un débat public fortement polarisé et par de nombreuses contestations sur la déclinaison territoriale de leur déploiement.

Ainsi, si les filières éoliennes et solaires ont connu ces dernières années un essor significatif, l'ampleur et les modalités des développements futurs et les interactions avec la société suscitent de vives discussions entre les différentes parties prenantes, à toutes les échelles. D'un côté, certains mettent en avant les bénéfices des installations d'énergies renouvelables pour l'économie locale ou encore pour la réappropriation des enjeux énergétiques

par les territoires et les citoyens concernés. De l'autre, la problématique de l'acceptabilité des parcs d'énergies renouvelables apparaît de manière prégnante dans le débat sur l'évolution du mix électrique. Les enjeux peuvent se poser différemment selon les filières et selon les types d'installations : des questions d'insertion paysagère et environnementale pour l'éolien terrestre, d'occupation des sols pour les fermes photovoltaïques au sol et de conciliation avec les usages agricoles, de conflits d'usages pour l'éolien en mer, etc.

En matière d'acceptabilité, les débats publics se structurent essentiellement autour des impacts négatifs, avérés ou non, des technologies sur le territoire (par exemple, impacts sur le tourisme,

sur le bruit, sur la santé humaine, sur la biodiversité locale, sur le paysage ou encore la valeur immobilière) bien que les travaux de recherche sur ce sujet n'atteignent pas toujours le consensus ou appellent à poursuivre les travaux afin de mieux les qualifier. L'ensemble de ces impacts considérés négatifs doivent être replacés dans des espaces socio-politiques complexes et des conflictualités plus larges.

S'agissant des énergies renouvelables, de nombreux facteurs conditionnent leur déploiement, mais plusieurs points communs principaux peuvent être mis en évidence.

- 1) Le déficit de planification ressenti dans les territoires conduit à une vision considérée comme «anarchique» du développement de certaines technologies. Les difficultés à planifier à long terme le déploiement des énergies renouvelables au sein des territoires constituent ainsi un facteur de tension avec les populations locales. Si des documents de planification sont pourtant prévus par le cadre législatif et réglementaire (PPE/SNBC, SRADDET, SCoT, PCAET, PLU...), la complexité et la superposition des plans sans hiérarchies, conduisent souvent à une incompréhension par rapport aux logiques de déploiement territorial et participent d'un climat de défiance. Certaines mesures encouragées ces derniers mois par les pouvoirs publics, comme la réalisation de cartographies de zones propices au développement de l'éolien, ont ainsi vocation à anticiper les enjeux de planification à long terme du déploiement des énergies renouvelables.
- 2) Le rapport de conflictualité entre le «territoire» et ce qui lui est «extérieur» fait naître un sentiment d'injustice. Cette conflictualité se caractérise par des tendances sociales qui ne s'appliquent pas uniquement aux infrastructures énergétiques et peuvent porter sur de nombreux autres projets ou décisions publiques :

clivage urbain/rural, riches/pauvres, eux/nous. Les opposants déplorent ainsi le «sacrifice» de certains territoires plus pauvres, hyper ruraux ou encore peu dynamiques démographiquement quand des territoires plus riches et touristiques semblent épargnés, remettant en question une certaine vision de l'égalité des territoires. Par ailleurs, les populations locales ont parfois le sentiment de supporter des externalités négatives multiples pour lesquelles les compensations existantes ne semblent pas rééquilibrer la balance coûts/bénéfices ce qui constitue à leur sens un déficit de justice distributive⁶⁴ notamment dans le cas des projets portés par des promoteurs privés⁶⁵. Elles témoignent aussi d'un déficit démocratique dans le déploiement des projets énergétiques, malgré l'existence de nombreux dispositifs de démocratie délibérative (enquête publique, concertation). Celui-ci se caractérise par un sentiment de ne pas être suffisamment incluses dans les décisions face à des opérateurs visant uniquement à «décider/annoncer/défendre⁶⁶» leur projet. Sans chercher à multiplier le nombre de dispositifs de concertation, l'enjeu consiste à trouver des moyens d'intégrer plus largement les riverains dans la prise de décision, la définition précise des projets ou encore leur financement.

- 3) Le rapport social à l'environnement (i.e. la manière dont les populations locales vont s'approprier et se positionner autour des enjeux environnementaux) se traduit par un sentiment d'incompréhension et parfois de rejet vis-à-vis des projets. Par exemple, l'implantation de certaines installations d'énergies renouvelables sur des zones naturelles ou protégées suscite parfois des interrogations quant à l'intérêt de ces installations par rapport aux impacts sur l'environnement et la biodiversité qu'elles génèrent. Ce type de projets est ainsi amené comme contribuant à la transition globale bien qu'il puisse potentiellement mettre en péril un milieu

64. Pour plus de détail sur la justice énergétique (dont la justice distributive et procédurale) voir les travaux de Sari, R. et al. (2017). *Energy justice – A social sciences and humanities cross-cutting theme report* [Cross-cutting theme report].

65. Assemblée Nationale. (2019). Compte rendu n°43, Commission d'enquête sur l'impact économique, industriel et environnemental des énergies renouvelables, sur la transparence des financements et sur l'acceptabilité sociale des politiques de transition énergétique. <http://www.assemblee-nationale.fr/15/cr-cetransene/18-19/c1819043.asp>

66. Nadaï, A., & Labussière, O. (2010). Politiques éoliennes et paysages (p. 86), p21.

naturel local. Ce paradoxe est à la source du concept de «*green on green*»⁶⁷ : une tension entre le local (protection de la biodiversité) et le global (lutte contre le changement climatique). Si la réglementation prévoit des dispositions pour limiter les impacts environnementaux des projets, le manque de connaissances scientifiques par rapport aux impacts de certaines technologies nouvelles contribue à renforcer un sentiment d'incertitude défavorable aux projets.

- 4) La question du paysage est une de celles les plus abordées dans la littérature concernant le déploiement des projets énergétiques. Elle concerne tout particulièrement l'éolien terrestre, dont l'insertion paysagère est largement débattue à l'échelle nationale, mais peut également se retrouver dans les concertations autour de certains projets éoliens en mer et photovoltaïques. La France se caractérise ainsi par une approche très patrimoniale de ses paysages, fondée sur l'idée que ce qu'il y a à protéger dans le paysage porte essentiellement sur le patrimoine⁶⁸. Cependant, la question du paysage apparaît bien plus complexe et possède un caractère subjectif et contextualisé. Cette part de subjectivité permet aux acteurs d'exprimer leurs rapports au territoire en signifiant ce qui est important pour eux. Ce rapport se construit à la fois avec des «dimensions matérielles du territoire», des «aspects symboliques» mais aussi autour des rapports sociaux établis entre les acteurs individuels ou collectifs. Les oppositions des habitants à des projets rappellent la réalité du paysage vécu, habité, qui va à l'encontre d'une hiérarchisation sur la base de critères dits objectifs des «paysages extraordinaires» sur les «paysages ordinaires» ou du quotidien. La question du paysage est ainsi intrinsèquement liée à celle des identités des habitants vis-à-vis de leur territoire.

Dans la mesure où tous les scénarios de mix considérés dans les *Futurs énergétiques 2050* intègrent une accélération du développement des énergies renouvelables, leur mise en œuvre nécessite une

attention particulière à ces différentes dynamiques, et ce d'autant plus dans les scénarios prévoyant une sortie du nucléaire à terme.

En sus de ces différentes problématiques, certains enjeux et dynamiques apparaissent plus spécifiques à chaque type d'énergie renouvelable.

L'éolien terrestre

L'éolien terrestre constitue l'une des principales filières de production renouvelable développées ces dernières années en France, avec des coûts désormais très compétitifs par rapport à d'autres sources d'énergies bas-carbone (*voir chapitre 11*). Bien que soutenu à l'échelle nationale d'après plusieurs enquêtes d'opinion, son essor sur le territoire national suscite néanmoins des inquiétudes de la part d'une partie de la population et fait l'objet d'un débat politique virulent depuis quelques années, qui s'est renforcé au cours des derniers mois de 2021.

Le premier enjeu d'acceptabilité autour du déploiement de l'éolien terrestre porte sur l'impact paysager, régulièrement évoqué dans les débats locaux mais également dans le cadre de la concertation autour des *Futurs énergétiques 2050*. Les éoliennes, par leur verticalité, entraînent nécessairement une covisibilité avec d'autres éléments du territoire, dont parfois des bâtiments classés, dans un rayon de plusieurs kilomètres. Ceci induit des contraintes en matière de localisation et de taille des sites, dans un contexte où la France possède un patrimoine extrêmement riche et accorde une attention toute particulière à sa préservation. Ainsi, certains projets de parc éolien peuvent se voir refuser un permis de construire du fait de la covisibilité ou être contraints dans la taille des éoliennes pouvant être installées. Le droit concernant la covisibilité reste toutefois encore assez flou et laisse ouvertes des questions quant à son application.

Cette problématique fait ressortir l'importance de la localisation des parcs éoliens et appelle un traitement de ce sujet par des professionnels du paysage

67. Warren *et al.* (2005) dans Oiry, A. (2019). Entre la rumeur et l'alerte environnementales : La parole des opposants face aux impacts environnementaux des énergies marines renouvelables sur la façade atlantique française. *Géocarrefour*, 93(93).

68. Nadaï, A., & Labussière, O. (2010). Politiques éoliennes et paysages (p. 86).

afin d'étudier la mise en relation des éoliennes avec les autres éléments du paysage : la topographie, l'hydrographie, l'occupation des sols, les formes et l'organisation de l'habitat et de la végétation. En outre, l'implication des populations dans le choix des zones d'implantation est primordiale. En effet, la notion de paysage est multiple et subjective et ne peut se réduire à une vision trop mathématique⁶⁹.

L'acceptabilité de l'éolien terrestre dépasse toutefois largement la seule question paysagère.

Les impacts environnementaux, notamment sur la biodiversité locale et l'avifaune, ou encore les effets sur la santé humaine (bruit...), génèrent aussi des préoccupations chez les riverains et parties prenantes locales. L'application stricte des principes ERC (éviter, réduire, compenser), la mise en place de dispositifs visant à réduire les impacts en matière de bruit ou de sources lumineuses ou encore la réalisation d'études d'impacts approfondies seront ainsi nécessaires pour favoriser le déploiement de l'éolien terrestre, d'autant plus dans les scénarios reposant sur un développement important de cette technologie (scénarios M0 et M23 et dans une moindre mesure scénarios M1 et N1).

La question de la planification du déploiement de l'éolien terrestre à long terme fait aussi l'objet de débats complexes au niveau local, comme déjà évoqué ci-dessus. Malgré plusieurs tentatives de planification (via les zones de développement de l'éolien ou ZDE, finalement supprimées en 2013, puis les schémas régionaux éoliens ou encore via les différents plans mis en place ces dernières années comme les SRADDET ou les PCAET), le développement de parcs éoliens au niveau local s'est heurté aux nombreuses contraintes spatiales qui ont *de facto* limité l'implantation des parcs aux zones de moindre contrainte. Certaines zones propices à l'implantation de ces parcs ont attiré de nombreux développeurs de projets et sont aujourd'hui marquées par une forte densité de petits parcs éoliens. Dans ces territoires, les riverains font parfois état d'un sentiment de saturation

ou d'encerclement. Plusieurs mesures et plans d'action mis en œuvre par les pouvoirs publics ces dernières années visent à éviter ce type de difficultés à l'avenir et ainsi parvenir à un développement plus « harmonieux » de l'éolien terrestre. En particulier, la mise en place des schémas de cohérence territoriale (SCoT) comme document de planification opérationnel pour l'éolien⁷⁰ déclinant les visions stratégiques des SRADDET et des PCAET, à une échelle pertinente (bassins de vie ou aires urbaines) pour développer une stratégie paysagère, doit contribuer à améliorer l'effort de planification. En outre, pour qu'un fort développement de l'éolien soit compatible avec la préservation du cadre de vie, un allègement des contraintes à son développement sur des parties de territoire doit être envisagé.

La perception des coûts et bénéfices au niveau local associés au développement des parcs éoliens constitue en outre un facteur majeur d'acceptabilité de ces installations. Certains riverains témoignent parfois d'un sentiment de déséquilibre entre les bénéfices (activité économique, revenus de fiscalité, mesures compensatoires...) et les externalités subies du fait de l'installation de parcs éoliens (par exemple, dans le cas des populations impactées et qui ne vivent pas dans la commune d'implantation des parcs) et appellent à une meilleure justice redistributive. Pour répondre à cette problématique, des dispositifs visant à intégrer les populations locales à la gouvernance des projets ou à leur financement (projets « citoyens », financement participatif...) sont désormais encouragés en France. Cette perspective est également vue par certains acteurs comme une opportunité de favoriser la réappropriation des enjeux énergétiques par les citoyens, en s'appuyant sur le caractère diffus des énergies renouvelables comme l'éolien. D'autres dispositions prévoyant par exemple un renforcement des mesures d'accompagnement, ou encore une relocalisation d'activités industrielles relatives à la construction des parcs en vue d'assurer des retombées locales en matière d'emploi, seront également de nature à favoriser l'acceptabilité.

69. Labussière, O. (2007). Le défi esthétique en aménagement : Vers une prospective du milieu : Le cas des lignes très haute tension (Lot) et des parcs éoliens (Aveyron et Aude) [PhD Thesis]. <http://www.theses.fr/2007PAUU1005>

70. Ministère de la transition écologique et solidaire (2019). « Éolien et urbanisme. Guide à destination des élus. »

Une prise en compte des questions d'acceptabilité dans l'analyse territoriale du déploiement des énergies renouvelables

Dans le cadre de l'élaboration des scénarios, un travail spécifique a été mené par RTE pour intégrer les contraintes réglementaires et les aspirations territoriales dans l'analyse du déploiement des installations d'énergies renouvelables sur le territoire national. Celui-ci permet, entre autres, de vérifier que les volumes de capacités installées prévus dans les différents scénarios restent compatibles avec la disponibilité des surfaces pour l'accueil d'énergies renouvelables ou à défaut d'identifier les mesures nécessaires pour accroître l'espace accessible à ces installations.

Ce travail s'appuie sur une analyse cartographique détaillée des surfaces accessibles aux énergies renouvelables, intégrant l'effet des contraintes réglementaires ainsi que de potentielles difficultés d'accès dans certaines zones particulières.

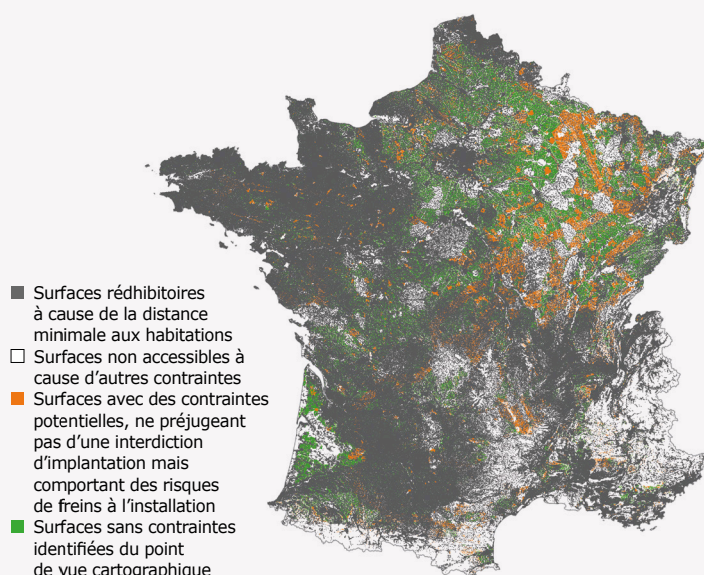
Dans le cas de l'éolien terrestre, la principale contrainte à l'installation de parcs correspond au respect de la distance minimale de 500 mètres à toute habitation (article L. 515-44 du Code de l'environnement). À celle-ci s'ajoute d'autres limites, notamment de nature topographique ou encore des contraintes aéronautiques qui restreignent l'accès des parcs éoliens à de nombreuses zones réservées à l'entraînement en vol ou situées à proximité des radars militaires. Enfin, d'autres zones ne sont pas interdites sur le plan réglementaire mais peuvent présenter des enjeux de différentes natures (proximité à des sites classés, forêts ou aires protégées...) susceptibles de constituer des freins à l'implantation de parcs éoliens.

L'analyse cartographique met en évidence l'importance de la contrainte de distance minimale de 500 mètres aux habitations qui rend inaccessible une large part du territoire métropolitain. **Pour autant, tous les scénarios des Futurs énergétiques**

2050 restent techniquement compatibles avec cette distance minimale de 500 mètres : aucun scénario ne nécessite ainsi de diminuer la distance minimale aux habitations par rapport à la réglementation actuelle. En effet, les évaluations présentées au chapitre 12.4 montrent que les parcs éoliens terrestres nécessaires dans les scénarios les plus hauts (M0 et M23) représenteraient de l'ordre de **2% de la superficie de la France métropolitaine continentale au maximum**. En revanche, ces scénarios les plus hauts impliquent une très forte acceptabilité de l'éolien sur les surfaces disponibles (qui représentent 14% du territoire). Par ailleurs, le rehaussement de la distance minimale aux habitations (par exemple à 1000 mètres) conduirait à limiter très fortement la

Figure 13.8

Classification des surfaces susceptibles d'accueillir des parcs éoliens terrestres



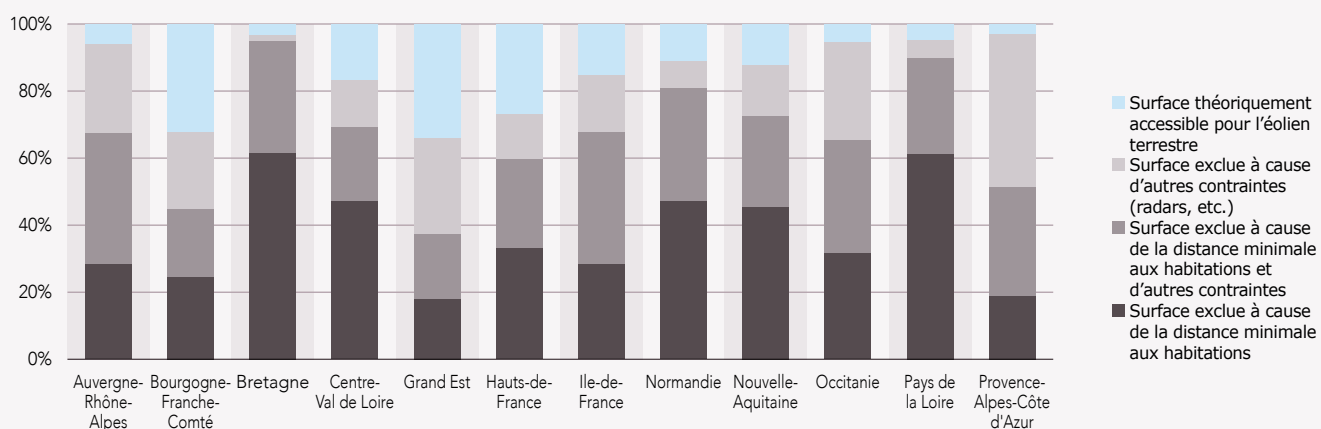
disponibilité des surfaces pour l'accueil de l'éolien terrestre et rendrait très difficile la réalisation des différents scénarios considérés dans l'étude.

Par ailleurs, l'analyse souligne les disparités géographiques en matière de disponibilité des surfaces pour l'accueil de l'éolien terrestre. À titre d'exemple, les régions Bretagne ou Pays de la Loire sont caractérisées par un habitat très dispersé qui rend difficile l'implantation de parcs éoliens sur une large part de ces régions. À l'inverse, les régions

Bourgogne-Franche-Comté, Grand Est et Hauts-de-France sont celles qui présentent les parts de surfaces accessibles les plus importantes. Ces deux dernières régions sont aussi celles dans lesquelles l'éolien est dès aujourd'hui le plus fortement développé. Dans les *Futurs énergétiques 2050*, la répartition géographique des installations à long terme intègre les ambitions des différentes régions, conduisant à rééquilibrer en partie le développement de l'éolien sur l'ensemble de la France.

Figure 13.9

Proportion des surfaces régionales non accessibles pour l'éolien terrestre et détail de la contribution de la contrainte de distance minimale aux habitations à la restriction du gisement. 100% représente la totalité de la surface de la région.



Enfin, le développement de l'éolien terrestre est également contraint par d'autres déterminants, qui relèvent moins de facteurs d'acceptabilité locale que de choix politiques. Il s'agit par exemple des limitations aéronautiques fixées par le ministère de la Défense : si certaines zones d'entraînement au vol ont été déclassées au cours des dernières années et rendues accessibles à l'éolien, d'autres zones sont désormais plus contraintes, notamment celles situées à proximité des radars militaires.

L'ensemble de ces dynamiques et facteurs d'acceptabilité joue de manière importante sur les capacités d'éolien terrestre qui pourront être installées à terme, ainsi que sur leur répartition territoriale et leurs caractéristiques technologiques. L'élaboration des trajectoires de développement de l'éolien terrestre (présentées au chapitre 4), ainsi que de sa répartition territoriale (présentée au chapitre 5), ont tenu compte de ces facteurs et des éléments remontés par les parties prenantes dans le cadre de la consultation. En particulier, ceci s'est traduit :

- ▶ par des trajectoires ne dépassant pas les 75 GW d'éolien terrestre en 2050 dans les configurations de référence des scénarios (M0-référence), alors même que le territoire français pourrait techniquement et théoriquement accueillir des capacités supérieures (la densité d'éoliennes dans le scénario le plus haut reste ainsi inférieure à celle observée aujourd'hui en Allemagne) ;
- ▶ ou encore par des hypothèses prudentes sur la puissance unitaire des mâts et sur le facteur de charge des installations dans un contexte d'incertitudes sur les contraintes de hauteur qui s'appliqueront aux futures éoliennes déployées en France (voir partie 4.3.8).

À l'horizon 2050, l'évolution du contexte politique et sociétal autour de l'éolien terrestre constitue ainsi une incertitude de premier ordre pour les scénarios énergétiques, d'autant plus dans un contexte où cette filière fait l'objet d'un important clivage et d'une forte politisation, avec des prises de positions marquées de la part de certaines

personnalités politiques et publiques. À cette incertitude s'ajoute celle du déploiement du *repowering*, qui peut avoir des effets importants sur la capacité éolienne qui pourra être renouvelée à terme, selon les exigences en matière de renouvellement de l'autorisation environnementale des projets.

Le photovoltaïque

La technologie photovoltaïque se décline en des installations de natures assez différentes, avec d'une part des installations sur toitures et d'autre part des grandes installations au sol. Ces deux types d'installations sont caractérisés par des facteurs d'acceptabilité contrastés, notamment en raison de leurs impacts différenciés en matière d'occupation de l'espace.

Pour le photovoltaïque sur toiture, l'enjeu principal est la maîtrise des coûts : ces installations généralement plus petites, notamment dans le cas des panneaux équipant les toitures résidentielles, ne permettent pas de bénéficier des mêmes économies d'échelle que les grands parcs solaires au sol. En revanche, elles font l'objet d'une bonne acceptabilité par l'ensemble de la population et peuvent même favoriser la réappropriation de l'approvisionnement énergétique par les citoyens eux-mêmes, notamment via les modèles d'auto-consommation. L'attrait pour ce type de modèles représente en effet une dynamique positive en faveur du déploiement des énergies renouvelables comme les panneaux photovoltaïques sur toitures. Il se combine à un effet de *spatial spillover* (traduit par « phénomène de contagion » ou « effet de pairs ») induit par une plus grande familiarité avec la technologie et constaté par plusieurs études^{71,72}.

De manière générale, le caractère diffus du photovoltaïque peut constituer un avantage pour favoriser la participation des citoyens et des acteurs locaux des territoires dans les projets, quel que soit le type d'installation (toitures ou petits parcs au sol). Le développement des installations photovoltaïques peut être organisé à l'échelle de communautés énergétiques locales, ce qui favorise son

71. Notamment Irwin, N. B. (2021). Sunny days : Spatial spillovers in photovoltaic system adoptions. *Energy Policy*, 151, 112192.

72. Baranzini, A., Carattini, S., & Peclat, M. (2017). What drives social contagion in the adoption of solar photovoltaic technology. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, GRI Working Papers 270.

ancrage territorial. Il peut également être tiré par des stratégies d'approvisionnement «en direct», notamment au travers des contrats longs termes d'achat d'électricité (PPA ou *power purchase agreement*) souscrits entre producteurs et entreprises consommatrices d'électricité.

Toutefois, le rythme de déploiement du photovoltaïque est longtemps resté limité en France (un peu moins d'1 GW par an au total entre 2014 et 2020) malgré des objectifs fixés par la PPE et des appels d'offres nombreux. On observe une inflexion en 2021 avec 2,7 GW installés, ce qui reste néanmoins en deçà du rythme nécessaire pour atteindre les objectifs PPE pour 2023.

L'acceptabilité à long terme pourra évoluer au fil du déploiement sur le territoire et présente à date encore plusieurs incertitudes. En particulier, l'accélération du rythme de développement du photovoltaïque passe par la mise en service de grands parcs photovoltaïques au sol, qui bénéficient d'économies d'échelle importantes et sont donc privilégiés par les pouvoirs publics au travers de la PPE et des appels d'offres lancés par l'État (avec actuellement une limite à 30 MW_c de puissance installée). Or, le développement de ce type d'installations suscite des inquiétudes quant à son emprise au sol, susceptible d'augmenter l'artificialisation des sols, d'affecter la biodiversité locale ou encore d'engendrer une concurrence d'usages avec d'autres activités notamment agricoles.

Dans ce contexte, les analyses présentées au chapitre 12.4 sur l'occupation des sols sont importantes car elles mettent en évidence la possibilité d'accélérer le développement du photovoltaïque sans exercer de pression excessive sur l'artificialisation (dès lors que les panneaux sont plantés dans le sol via des pieux et génèrent un flux d'artificialisation limité). La concurrence d'usages avec les cultures agricoles reste en revanche un point de vigilance important sur le plan social. Selon un sondage IFOP⁷³ réalisé auprès des Français, les

terrains agricoles ne sont ainsi pas des lieux à privilégier pour le développement du photovoltaïque (sauf lorsqu'il s'agit de friches agricoles non exploitées), les répondants indiquant qu'il faudrait préférer un développement sur friches industrielles ou militaires ou d'anciennes carrières. Ce point de vigilance se traduit également dans la réglementation : la loi n'interdit pas formellement l'installation de panneaux photovoltaïques sur des espaces agricoles mais la circulaire du 18 décembre 2009 précise que la priorité de l'intégration du photovoltaïque doit se faire sur bâtiments et terrains artificialisés, et que les panneaux «*n'ont pas vocation à être installés en zones agricoles, notamment cultivées ou utilisées pour des troupeaux d'élevage*». **Tant pour le législateur que pour l'opinion publique⁷⁴, c'est la destination agricole de ces surfaces qui doit primer sur la production énergétique** (articles L.121-10 et L.151-11 du Code de l'urbanisme). Cela induit une contrainte forte sur le foncier disponible pour l'installation de centrales photovoltaïques et conduit à envisager des modèles de co-usages avec les activités agricoles (agrivoltaïsme⁷⁵).

L'analyse cartographique menée pour le photovoltaïque, sur les principes présentés dans l'encadré précédent, montre que les capacités installées prévues dans les *Futurs énergétiques 2050* seront très difficilement atteignables en restreignant l'implantation des parcs photovoltaïques aux seules zones déjà artificialisées (zones industrielles délaissées, anciennes décharges ou carrières...). **Les zones, aujourd'hui considérées comme devant être privilégiées pour l'installation de parcs photovoltaïques, sont en nombre limité et parfois marquées par des contraintes très fortes en matière de dépollution ou de situation géographique**, qui limitent les perspectives de réutilisation pour des parcs photovoltaïques.

En conséquence, tous les scénarios considérés dans les *Futurs énergétiques 2050* nécessitent d'envisager l'installation des panneaux photovoltaïques

73. Les français et le photovoltaïque, IFOP, mars 2020 <https://www.ifop.com/publication/les-francais-et-le-photovoltaïque/>

74. ADEME, I Care & Consult, Blézat consulting, CERFrance, & Céréopa. (2018). Agriculture et énergies renouvelables : Contributions et opportunités pour les exploitations agricoles.

75. Adeh, E. H., Good, S. P., Calaf, M., & Higgins, C. W. (2019). Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands

dans des espaces naturels ou agricoles, en priorité sur des zones pour lesquelles il existe peu de concurrence d'usages. Les scénarios considérés impliquent aussi d'envisager plus largement des modèles agrivoltaïques pour concilier l'effort de développement du photovoltaïque. Selon les scénarios, l'emprise au sol des parcs solaires représente entre 50 000 et 200 000 hectares.

Outre les enjeux en matière d'occupation des sols et de concurrence d'usages, le photovoltaïque suscite parfois aussi des interrogations quant à la consommation de matières qu'il engendre (notamment silicium) ainsi que la dépendance par rapport à des fournisseurs étrangers pour les modules et panneaux.

Enfin, si la question de la covisibilité se pose de manière moins prononcée que pour l'éolien terrestre, celle-ci est également présente dans les débats autour du déploiement du photovoltaïque, en particulier dans les zones à proximité de monuments historiques et de sites classés. Une installation photovoltaïque est ainsi concernée par le régime de protection des monuments historiques (article L.621-1 et suivants du Code du patrimoine) si elle se déploie dans le périmètre d'un bâtiment classé. Selon les cas, l'installation peut nécessiter l'accord ou l'avis des architectes des bâtiments de France⁷⁶, qui peuvent formuler des recommandations pour le dossier d'autorisation des travaux et ainsi apporter des contraintes supplémentaires pour l'implantation de panneaux photovoltaïques. Au-delà des bâtiments classés, la visibilité des panneaux photovoltaïques au sein de certains paysages et espaces naturels suscite parfois aussi l'inquiétude des populations locales.

Dans les *Futurs énergétiques 2050*, l'ensemble de ces facteurs d'acceptabilité autour du photovoltaïque a été pris en compte dans l'élaboration des hypothèses des scénarios, notamment :

- dans la répartition entre installations sur toitures et parcs au sol : **les hypothèses retenues prévoient dans tous les scénarios une part significative d'installation sur toitures**

y compris sur toitures résidentielles, bien que celles-ci soient en moyenne plus coûteuses. Dans les différents scénarios, les installations sur toiture représentent ainsi entre un tiers et la moitié (scénario M1) des capacités photovoltaïques totales. Ceci permet d'une part de maîtriser l'impact de l'essor du photovoltaïque sur l'occupation des sols et les risques de concurrence d'usages et d'autre part de refléter l'appétence des consommateurs pour l'installation de systèmes énergétiques locaux et pour l'autoconsommation ;

- dans la répartition territoriale : **la déclinaison géographique des scénarios sur le solaire se caractérise par une répartition des installations (sur toitures et au sol) sur l'ensemble des régions françaises.** Si les installations restent naturellement plus nombreuses dans le sud de la France, plus ensoleillé, dans tous les scénarios, le développement de parcs solaires est supposé toucher l'ensemble des régions françaises, tiré en partie par l'appétence des acteurs locaux. Ceci permet ainsi d'éviter une trop forte densification des parcs photovoltaïques dans seulement quelques régions françaises.

Dans un contexte d'inflexion du développement du photovoltaïque, les prochaines années seront clés pour évaluer l'acceptabilité de cette technologie et des infrastructures à long terme.

L'éolien en mer

L'éolien en mer se caractérise par une situation particulière par rapport à l'éolien terrestre et au photovoltaïque, dans la mesure où aucun parc commercial n'est aujourd'hui en service en France (le premier prévu à Saint-Nazaire entrera en service au cours de l'année 2022).

Le développement de cette technologie, avec plus d'une dizaine de parcs en projets ou envisagés à moyen terme au large des côtes françaises, a cependant déjà fait l'objet de nombreux débats et concertations organisées dans les régions concernées. Ceux-ci mettent en évidence des facteurs

⁷⁶. Panneaux photovoltaïques et monuments historiques <https://www.senat.fr/questions/base/2019/qSEQ190611148.html>

d'acceptabilité spécifiques à cette nouvelle technologie, qui diffèrent des dynamiques décrites pour l'éolien terrestre et le photovoltaïque.

Le principal enjeu identifié aujourd'hui en matière d'acceptabilité de l'éolien en mer concerne le risque de conflit d'usage avec les activités de pêche. En effet, les débats autour des premiers projets de parcs éoliens en mer en France montrent de fortes inquiétudes de la part des pêcheurs quant aux impacts sur la ressource halieutique et leurs activités. Ces inquiétudes portent à la fois sur l'impossibilité d'aller pêcher dans les zones où sont installés les parcs éoliens en mer (même si certaines activités de pêche peuvent y être autorisées, de premiers retours d'expérience du Royaume-Uni sembleraient attester qu'en pratique, les pêcheurs ne s'y rendent plus du fait de risques d'accidents plus élevés et d'assurances coûteuses⁷⁷), mais aussi sur l'impact des travaux de construction ou de maintenance sur la ressource halieutique⁷⁸. Ces problématiques sont en outre accentuées dans les zones caractérisées par des activités de pêche à forte valeur ajoutée (par exemple, pêche de la coquille Saint Jacques) et celles concernées par les incertitudes liées au Brexit.

Selon une étude⁷⁹ réalisée pour la commission PECH (Commission de la pêche du Parlement européen), l'extension géographique de l'éolien en mer laisse «*présager une forte augmentation du risque de conflits spatiaux (...) en mer du Nord, mer Baltique et Méditerranée à moyen terme*». Si la pêche compte pour une faible part du PIB français, elle revêt toutefois un caractère fortement symbolique, notamment pour les activités relevant de la pêche artisanale. La consolidation du retour d'expérience sur les impacts et des externalités liés à l'éolien en mer (dont certaines peuvent être positives avec par exemple la possibilité d'avoir

un «effet récif» favorisant le développement de la biodiversité marine au sein même des parcs d'énergies marines) sera donc clé pour assurer le développement de la filière à long terme.

Dans ce contexte, les choix de localisation des futurs parcs éoliens en mer seront également cruciaux pour limiter les conflits d'usages de la mer à long terme, en privilégiant certaines zones d'implantation plutôt que d'autres, par exemple des zones plus éloignées des côtes, dans lesquelles les petits navires artisanaux se rendent moins fréquemment. **Les scénarios élaborés dans le cadre des *Futurs énergétiques 2050* tiennent compte de ces facteurs mais des travaux complémentaires menés avec les acteurs de la mer seront nécessaires dans les prochains mois et années pour consolider les zones de déploiement à favoriser.**

Par ailleurs, la conciliation du déploiement de l'éolien en mer avec les autres usages de la mer et en particulier la pêche peut être favorisée par des mesures compensatoires et des mécanismes redistributifs, comme la taxe éolienne en mer, qui contribue dès aujourd'hui à accompagner les comités des pêches et les collectivités locales. Cette taxe qui est considérée comme une modalité essentielle de l'acceptabilité des maires et des résidents⁸⁰ pourrait toutefois être complétée par exemple avec des dispositifs non financiers et/ou collectifs⁸¹. Négociées très en amont du projet, les compensations financières sont centrales et améliorent la gestion des conflits⁸².

Au-delà des enjeux pour la pêche, l'éolien en mer suscite un point d'attention particulier sur les impacts sur l'environnement et la biodiversité marine, notamment dans certaines zones protégées. D'après un sondage IFOP de 2014, plus de

77. Van Dalen, P. (2020). Working document on the impact on the fishing sector of offshore windfarms and other renewable energy systems. Committee on Fisheries ; European Parliament

78. Chatelin, Sylvie, Danielle Faysse, Gérard Bavouzet, Jean-Louis Marechal, et Jean-Luc Pirot. « Enquête publique unique : « Projet de construction d'un parc éolien en mer en baie de Saint Brieuc » ». Ordonnance du Tribunal Administratif de Rennes du 28 juin 2016, s. d.

79. Stelzenmüller, V. et al., (2020), Research for PECH Committee – Impact of the use of offshore wind and other marine renewables on European fisheries. European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, Brussel

80. Oiry, A. (2015). Conflits et stratégies d'acceptabilité sociale autour des énergies marines renouvelables sur le littoral français. VertigO, 15(3).

81. CNPME – Comité national des pêches maritimes et des élevages marins. (2015). Position des comités des pêches maritimes et des élevages marins à l'égard du développement des énergies marines renouvelables.

82. Kermagoret, C., Levrel, H., Carlier, A., & Dachary-Bernard, J. (2014). Acceptation et préférences des acteurs de territoire pour la compensation socioenvironnementale dans un contexte de développement économique : Application au projet de parc éolien en mer de la baie de Saint-Brieuc. 20.

60 % des Français considèrent que la protection de la mer ne serait pas suffisamment prise en compte dans les politiques publiques, tandis que plus de 70 % se sont prononcés en faveur du développement d'activités humaines *«plus respectueuses de l'environnement marin afin de protéger la mer»*.

Ce sujet conduit à date à une situation paradoxale marquée par des divergences fortes de point de vue. D'un côté, les participants aux débats organisés à l'échelle locale autour des projets éoliens en mer témoignent souvent d'un manque de connaissances scientifiques et d'un déficit de retour d'expérience à propos des effets de l'éolien en mer sur la biodiversité marine à long terme⁸³. De l'autre, certaines études mettent en évidence un socle de connaissances important et une littérature internationale abondante sur ce sujet⁸⁴, qui serait de nature à rassurer sur les impacts environnementaux de l'éolien en mer.

Des mesures permettant de limiter le bruit occasionné par les travaux ou encore l'emprise sur les fonds marins seront de nature à favoriser une meilleure insertion des projets dans l'environnement. La compensation environnementale, à travers l'approche ERC (éviter, réduire, compenser), est également propre à améliorer l'acceptabilité des projets.

Enfin, si la question paysagère est moins prégnante que pour l'éolien terrestre, elle peut localement susciter des oppositions, en particulier dans les zones touristiques, au large des stations balnéaires ou encore dans les zones à forte composante patrimoniale. À l'échelle mondiale, l'analyse de l'impact de l'éolien en mer sur le tourisme présente des résultats divergents selon les régions (effet négatif en Catalogne⁸⁵, effet positif aux États-Unis⁸⁶). Dans tous les cas, cette problématique reste un point d'attention important pour l'acceptabilité des futurs parcs. Le fait de privilégier des parcs plus

éloignés des côtes sera là encore un facteur de meilleure acceptabilité à long terme.

L'éolien en mer est aussi caractérisé par des dynamiques sociétales positives en vue de l'accélération de son développement. Au-delà de son caractère bas-carbone et de sa nécessité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'éolien en mer constitue une technologie dont les coûts ont fortement décru ces dernières années, avec l'industrialisation de la filière. L'éolien en mer posé, qui se développe partout en Europe, est désormais l'une des filières les plus compétitives pour la production d'électricité.

En outre, la filière éolienne en mer génère de fortes retombées économiques locales et de nombreux emplois industriels. Les appels d'offres lancés à partir de 2011 en France ont contribué à assurer la constitution d'un tissu industriel français, via des critères de sélection incluant un contenu d'emploi local. La France compte ainsi dès aujourd'hui plusieurs usines majeures pour la filière éolienne en mer au Havre, à Cherbourg ou encore à Montoir-de-Bretagne. Ces perspectives induisent ainsi un large soutien des collectivités territoriales au développement de l'éolien en mer.

Tous les scénarios considérés dans les *Futurs énergétiques 2050* impliquent une accélération du développement de l'éolien en mer pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050. Cette perspective invite à organiser une planification de l'arrivée des futurs parcs éoliens en mer, d'une part en vue d'apporter de la visibilité à long terme pour l'ensemble des parties prenantes locales et d'autre part pour anticiper le développement d'infrastructures nécessaires à leur accueil (intégration au réseau, adaptation des ports et voies d'accès...).

Dans le schéma de réseau publié en 2019, RTE avait mis en évidence l'intérêt d'approfondir la

83. Beaucire, F., (2020) «En mer, en Normandie, de nouvelles éoliennes ? Compte rendu du débat public». Normandie: CNDP. .

84. ADEME, Deloitte, Devauze Chloé, Mariane Planchon, Florian Lecorps, Maxime Calais, et Mathilde Borie. «État de l'art des impacts des énergies renouvelables sur la biodiversité, les sols et les paysages, et des moyens d'évaluation de ces impacts – Rapport final». ADEME, 2019.

85. Voltaire, Louinord, et Obafemi Philippe Koutchade. «Public Acceptance of and Heterogeneity in Behavioral Beach Trip Responses to Offshore Wind Farm Development in Catalonia (Spain)». *Resource and Energy Economics* 60 (mai 2020): 101152. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928765519300302?via%3Dihub>

86. Carr-Harris, Andrew, et Corey Lang. «Sustainability and Tourism: The Effect of the United States' First Offshore Wind Farm on the Vacation Rental Market». *Resource and Energy Economics* 57 (août 2019): 51-67. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0928765518302902?via%3Dihub>

planification de l'arrivée des parcs éoliens en mer, dans l'espace et dans le temps, afin de mutualiser et de dimensionner à la cible les infrastructures de réseau, à terre et en mer, nécessaires à l'intégration des futurs parcs. Les documents de perspectives de développement du réseau en mer à l'échelle des différentes façades publiés par RTE depuis 2020 contribuent à proposer une vision de long terme du dimensionnement du réseau sur chaque façade, en proposant des solutions optimisées pour le raccordement de plusieurs parcs d'énergies marines, dans un contexte de fort développement de la filière. Ce besoin de planification à long terme pour l'éolien en mer a également été souligné par plusieurs acteurs de la filière.

Au-delà des enjeux en matière de dimensionnement du réseau, une planification plus poussée du développement de l'éolien en mer contribuerait aussi à améliorer la qualité de la concertation et à favoriser la participation du public dans l'exercice de planification. La planification actuelle qui repose sur la PPE, les documents stratégiques de façade (sans volume cible ni répartition spatiale détaillée) et des débats publics menés projet par projet, ne suffit pas à apporter une visibilité suffisante. Elle

conduit paradoxalement à un effet de saturation lié à la multiplication de débats publics et le sentiment d'une politique à tâtons.

Finalement, les travaux de construction des scénarios des *Futurs énergétiques 2050* intègrent le contexte territorial spécifique associé à l'éolien en mer :

- **en supposant un développement de l'éolien en mer réparti sur l'ensemble des régions et des façades françaises et qui n'est donc pas uniquement concentré sur certaines zones du littoral.** Ceci conduit notamment à devoir construire des parcs éoliens flottants dans tous les scénarios ;
- en prenant des hypothèses de localisation des parcs éoliens en mer qui tiennent compte des différents facteurs d'acceptabilité évoqués ci-dessus, **en évitant les zones proches des côtes et en privilégiant les zones présentant le moins de risques de conflits d'usages ou d'impacts environnementaux.** Les scénarios les plus hauts en matière d'éolien en mer nécessitent toutefois d'envisager le développement de parcs dans des zones de pêche et/ou zones protégées sur le plan environnemental.

13.3.3.2 Le nucléaire : des facteurs d'acceptabilité qui portent sur la technologie en tant que telle, dépassant les impacts des infrastructures au seul niveau local

S'agissant du nucléaire, la concentration de la production sur quelques sites identifiés ne conduit pas aux mêmes contestations sociétales que dans le cas des énergies renouvelables. **La production d'électricité d'origine nucléaire fait de son côté davantage l'objet d'un débat de principe, « a-territorial »** (même si certaines infrastructures peuvent conduire localement à des mouvements d'opposition).

Sur le plan historique, les mouvements d'opposition au nucléaire existent de longue date en France et à travers le monde, et se sont souvent structurés au sein des mouvements écologistes, avec des critiques portant sur différentes caractéristiques de

la technologie : notamment les risques d'accident et les conséquences éventuelles sur l'environnement ou encore la dimension éthique associée au stockage de déchets radioactifs sur le très long terme. Les années récentes marquent une possible évolution dans la perception du nucléaire du fait de son caractère décarboné et pilotable, certains mettant en avant sa pertinence ou sa nécessité pour décarboner le système énergétique dans un contexte d'accélération de la lutte contre le changement climatique.

Le recours au nucléaire dans le mix électrique reste cependant un sujet de débat controversé. Dans un contexte bien différent des années 1970, la place

87. Voir page 12 du baromètre <http://barometre.irs.fr/barometre2021/#p=13>

du nucléaire dans le mix électrique apparaît ainsi comme un élément moteur du débat démocratique autour de la transition énergétique, caractérisé par plusieurs facteurs d'acceptabilité spécifiques.

En premier lieu, le risque d'accident reste une préoccupation majeure par rapport au développement de la filière nucléaire. Bien que les Français reconnaissent l'importance du nucléaire dans l'approvisionnement énergétique de la France, certains le perçoivent dans le même temps comme un risque et une menace. Selon le baromètre 2021 de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire⁸⁷, les centrales nucléaires apparaissent toujours comme les premières causes potentielles d'accidents pour les Français et les catastrophes nucléaires restent des événements perçus comme les plus « effrayants ». Les accidents de Tchernobyl et Fukushima ont ainsi conduit à une remise en question de la place du nucléaire dans certains pays. Ce rapport au risque, qui évolue en fonction des populations et du niveau de connaissance sur la technologie, reste un enjeu structurant pour la technologie nucléaire. Le risque nucléaire apparaît d'autant plus complexe à appréhender par les citoyens dans la mesure où il est caractérisé par une probabilité d'accident très faible mais aux conséquences potentiellement dramatiques.

En deuxième lieu, les débats sur l'acceptabilité du nucléaire se concentrent régulièrement sur la question des déchets radioactifs et de leur gestion à long terme. En effet, le fait que cette technologie conduise à générer des déchets radioactifs qui resteront dangereux pendant plusieurs dizaines de milliers d'années constitue un point de contestation important pour une partie de la société civile. Cette problématique pose une question éthique vis-à-vis du poids légué aux générations futures⁸⁸. Elle nécessite en outre des infrastructures spécifiques pour le traitement et de stockage des déchets (projet Cigéo) évoquées au chapitre 12.5, qui génèrent elles-mêmes des difficultés d'acceptabilité au niveau local⁸⁹.

En troisième lieu, les critiques envers la filière nucléaire portent également sur son caractère réputé peu démocratique et son manque de transparence. Cette caractéristique a par exemple été largement discutée à la suite de l'accident de Tchernobyl en 1986, puisque les conséquences en matière de radioactivité en France ont pu être diversement appréciées et communiquées auprès du grand public. Cet événement constitue encore aujourd'hui un élément déterminant dans la perception des Français sur la transparence du secteur nucléaire.

En outre, avant les années 2000, les décisions sur le nucléaire ont fait l'objet de très peu de débat public au niveau national ou local. Les sondages d'opinion et les débats de la CNDP organisés plus récemment montrent ainsi une défiance d'une partie du public vis-à-vis de la filière non seulement au niveau des risques associés mais également sur la gouvernance des projets nucléaires (construction, sûreté d'exploitation, démantèlement, gestion des déchets) traduisant le sentiment d'une faible place laissée à la population pour s'exprimer⁹⁰. La CNDP note également une méfiance importante des citoyens sur les données fournies par les membres de la filière⁹⁰. Afin d'approfondir l'effort de transparence et de concertation, plusieurs mesures ont été mises en place depuis une vingtaine d'années. Chaque centrale met à disposition tous les mois un rapport complet sur les risques via la Commission locale d'information tandis que l'Autorité de sûreté nucléaire et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire publient de nombreux rapports sur l'état des centrales et les rapports d'incident. Malgré ces dispositifs, de nombreuses parties prenantes affichent encore leurs doutes sur la qualité des informations et des données transmises dans ces différents rapports.

En matière de concertation et de gouvernance, les années 2000 ont aussi marqué le début de l'évolution de la gouvernance des projets avec le développement des débats publics sur les projets nucléaires que ce soit sur la question de la gestion

⁸⁸. CNDP, 2019, compte rendu du débat public sur le plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs, 200 pages

⁸⁹. Thôrel, J. (2016), A Bure, les habitants et paysans refusent que leur territoire devienne une « grande poubelle nucléaire », Bastamag.

⁹⁰. CNDP, 2018, Débat public sur la programmation pluriannuelle de l'énergie, Bilan de la Présidente, 6 pages

des déchets radioactifs ou encore sur les projets de futurs réacteurs. Certaines parties prenantes regrettent encore toutefois, plus encore que pour d'autres moyens de production, des décisions parfois trop « descendantes » prises à l'échelon politique national. Dans les scénarios incluant une relance du nucléaire, le travail de transparence, d'information, de pédagogie et de concertation apparaît donc comme un enjeu clé pour favoriser l'acceptabilité des nouveaux réacteurs. La localisation des nouveaux réacteurs représente également un enjeu de société important.

En dernier lieu, le débat sur le nucléaire est marqué par des visions divergentes sur les impacts environnementaux, économiques ou sociaux associés à cette technologie, en comparaison d'autres sources d'énergie bas-carbone. L'emploi est par exemple au cœur des débats sur l'avenir de la filière nucléaire dans la mesure où celle-ci participe au dynamisme de certains territoires et secteurs d'activité, avec des emplois qualifiés et non délocalisables pour l'essentiel. Certains considèrent à l'inverse que des solutions alternatives reposant par exemple sur les énergies renouvelables seraient également fortement créatrices d'emplois. Dans les scénarios de sortie du nucléaire, une attention particulière doit dans tous les cas être portée à la reconversion des salariés de la filière nucléaire⁹¹.

De même, la perception des enjeux économiques et des coûts du nucléaire varient fortement d'une population à l'autre, certains considérant que le nucléaire est la garantie d'une électricité bas-carbone peu coûteuse tandis que d'autres mettent en avant (notamment par le nouveau nucléaire) le fait qu'il s'agit d'une source de production bien plus coûteuse que les énergies renouvelables les plus matures (éolien et photovoltaïque au sol). Sur ce sujet, les analyses présentées dans le chapitre 11 visent justement à expliciter les enjeux sur la comparaison économique des différents scénarios,

en vue d'éclairer le débat public. Ces analyses conduisent à présenter des chiffrages en coûts complets annualisés du système électrique tout entier et intègrent une vision de l'ensemble des composantes de coût des différentes technologies sur toute leur durée de vie, en incluant de nombreuses analyses de sensibilité sur les projections de coûts (notamment une hypothèse dans laquelle les coûts de construction du nouveau nucléaire restent très élevés).

Enfin, le nucléaire est parfois perçu comme une technologie entraînant des impacts environnementaux négatifs importants. Cette technologie soulève des questions sur l'impact de l'exploitation des mines d'uranium dans différentes régions du monde ou encore sur la consommation d'eau nécessaire au refroidissement des centrales. Au passage, la dépendance de la production aux approvisionnements en uranium est présentée comme relativisant l'indépendance énergétique apportée par le nucléaire.

Finalement, le cadrage des scénarios de mix proposés dans les *Futurs énergétiques 2050* part du constat que le recours à la technologie nucléaire constitue un choix de société à part entière et doit être traité en tant que tel. C'est pourquoi les scénarios sont divisés en deux familles se distinguant par la décision de lancer ou non d'un programme de nouveaux réacteurs nucléaires. L'étude consiste ainsi à évaluer et à décrire les impacts des choix sur le nucléaire et les énergies renouvelables sur les plans technique, environnemental, économique et sociétal pour éclairer le débat public.

En outre, compte-tenu du contexte politique et sociétal très particulier sur le nucléaire, les *Futurs énergétiques 2050* considèrent que les nouvelles installations nucléaires seront développées uniquement sur des sites existants.

⁹¹. Voir SFEN (2020), *Interview du maire de Fessenheim, défi d'une reconversion complexe*.

13.4 La flexibilité des usages électriques : des opportunités de flexibilisation accrues avec le développement de nouveaux usages électriques mais qui nécessiteront d'impliquer plus largement les consommateurs

En complément des transformations attendues sur les volets de la consommation et de la production énergétique, l'évolution du système électrique est marquée par un besoin de flexibilité accru, en lien avec la part croissante des énergies renouvelables variables dans le mix. Ce besoin de flexibilité peut être couvert en s'appuyant sur des moyens de stockage ou de production mais également via la modulation de la demande électrique associée à certains usages.

Cette flexibilité des usages électriques ne sera accessible à terme que si elle est bien acceptée par les consommateurs, notamment chez les particuliers. Elle suppose en effet certains changements de paradigmes dans les normes, habitudes et comportements de consommation : en cela, la flexibilité des usages revêt des enjeux sociétaux.

Ainsi, le thème de la flexibilité, souvent abordé sous l'angle très technique des « *smart grids* », est faussement anodin. Plusieurs expressions, dans le cadre de la concertation, l'ont assimilé à une gestion déguisée de la pénurie. Ceci illustre bien la sensibilité de cette thématique et la raison pour laquelle elle est abordée au sein de ce chapitre sur les enjeux sociétaux. Il est ainsi important de rappeler (i) que la consommation est déjà naturellement flexible pour certains de ses usages (par une exposition aux prix ou via des dispositifs techniques) et (ii) que le besoin de flexibilité ne doit pas être résumé à la question des énergies renouvelables, la France ayant été un pays pionnier dans le développement, dès les années 1970-1980, d'une tarification dynamique (heures pleines-heures creuses) et de la flexibilité de la demande, avec la recharge pilotée de la recharge des chauffe-eau (eau chaude sanitaire). Les leviers étudiés par la suite sont de ce type.

13.4.1 Le développement de la flexibilité de la demande est marqué par des dynamiques positives mais également des freins

Le développement de la flexibilité de la demande électrique concerne une multitude d'usages pouvant être effacés ou déplacés dans le temps. En particulier, les nouveaux usages de l'électricité pour le véhicule électrique, pour la production d'hydrogène ou encore pour de nouveaux procédés industriels constituent des gisements potentiellement importants de flexibilité de la demande.

Si, pour l'hydrogène ou les procédés industriels, le développement de leviers de modulation de la demande dépendra essentiellement de considérations économiques, la flexibilisation de certains usages dans le résidentiel (véhicule électrique, chauffage, eau chaude sanitaire, usages blancs...) sera largement influencée par l'acceptabilité et la volonté des consommateurs.

À long terme, le développement de la flexibilité de la demande dans le secteur résidentiel sera donc déterminé par des choix importants de comportements individuels et d'organisation de la société. Plusieurs freins et moteurs peuvent influencer ce développement dans un sens ou dans l'autre.

En premier lieu, le gisement de flexibilité de la consommation accessible à long terme sera largement dépendant de l'évolution des comportements individuels. L'accès à cette flexibilité repose donc sur des changements de pratiques de consommation importants.

D'un côté, ceux-ci peuvent être encouragés par l'arrivée de nouveaux usages électriques, plus facilement pilotables (comme la recharge des véhicules électriques), ainsi que par le déploiement de nouvelles technologies numériques facilitant la gestion de la flexibilité (compteurs communicants,

domotique, etc.). De même, l'appropriation croissante par un large public des enjeux énergétiques et climatiques peut renforcer l'appétence de certains consommateurs pour la flexibilité des usages en vue de contribuer à l'insertion des énergies renouvelables.

De l'autre, les changements d'habitude peuvent se heurter à la perception que les individus ont de leur consommation⁹² et à l'inertie des comportements. Pour certains, l'apprentissage d'éco-gestes représente un coût en termes de temps, de compétences et de charge mentale qu'ils ne sont pas toujours prêts à payer⁹³.

Par conséquent, renforcer la flexibilité des usages implique également une réflexion en matière de politiques publiques. L'inertie des comportements de consommation n'apparaît en effet pas comme une fatalité : le changement rapide de comportements dans la gestion des déchets avec la standardisation du tri sélectif, appuyé par une politique publique ambitieuse, en constitue un exemple⁹⁴.

Pour s'inscrire dans une logique de changements durables des normes et habitudes très ancrées, une large gamme d'instruments (informatifs, incitatifs et normatifs) est envisageable⁹⁵ :

- les leviers d'information, qui passent par exemple par une sensibilisation aux enjeux énergétiques, élargissent le champ de connaissances et de compétences et consolident le sentiment d'implication et de responsabilité individuelle ;
- les incitations, par exemple financières (aides ou signal-prix), permettent quant à elles d'offrir des conditions matérielles favorables au changement. Elles contribuent ainsi à porter

92. Desjeux, D., Berthier, C., Jarrafoux, S., Orhant, I., & Taponier, S. (1996). Les représentations de l'électricité : Perception et imaginaire. In *Anthropologie de l'électricité. Les objets électriques dans la vie quotidienne en France* (l'Harmattan).

93. Brise-pierre Gaëtan. (2013). Analyse sociologique de la consommation d'énergie dans les bâtiments résidentiels et tertiaires Bilan et perspectives. ADEME.

94. Maresca, B., Picard, R., & Dujin, A. (2009). La consommation d'énergie dans l'habitat entre recherche de confort et impératif écologique. CREDOC, *Cahier de recherche*, 264. <https://www.credoc.fr/download/pdf/Rech/C264.pdf>

95. Rocci, A. (2018). « L'apport des SHS pour accompagner la transition vers les nouvelles mobilités ». In *Les nouvelles mobilités à la lumière des sciences humaines et sociales* (MSH Paris-Saclay Editions).

à la connaissance de l'individu certaines solutions de maîtrise de la consommation d'énergie et la valeur de ces solutions pour le système électrique.

- les normes, notamment pour les nouveaux équipements, permettent d'encadrer et d'orienter les pratiques⁹⁵ de manière à garantir le déploiement effectif de la flexibilité. On peut notamment citer l'installation de bornes de recharge flexibles pour les véhicules électriques dans certains secteurs, la fixation de normes spécifiques pour la gestion intelligente de la charge dans les nouveaux bâtiments, etc.

En second lieu, le développement de la flexibilité de la demande peut être contraint par les rythmes de vie. Par exemple, les usages électriques pour la cuisson ou le lavage (machine à laver, lave-vaisselle...) peuvent être rythmés par les horaires de présence au domicile⁹⁶ et la synchronisation ou le séquençage de certaines activités quotidiennes. Les contraintes organisationnelles des ménages sont rigides, tant spatialement que temporellement, et rendent l'acceptabilité de la flexibilité inégale selon les équipements. Ceci constitue ainsi un frein potentiel à la flexibilisation de certains usages même si des évolutions récentes de la structuration des activités (augmentation de l'amplitude horaire des ouvertures de magasins, développement du télétravail...) sont susceptibles de modifier

en partie les rythmes de vie et donc la flexibilité accessible sur certains usages.

En troisième lieu, il ressort de nombreux travaux une volonté forte des individus de garder le contrôle sur leurs équipements. C'est pourquoi un effacement de certains équipements piloté par un tiers peut se heurter, d'une part, à cette volonté et d'autre part, à l'attachement à la vie privée et aux données personnelles. Ainsi, 20 % des Français seulement sont disposés à accepter un pilotage automatisé par un tiers de ses équipements⁹⁷. Dans ce contexte, les perspectives de développement d'effacements manuels, activés à distance (par exemple via une application de smartphone) ou directement au niveau de la connexion électrique, ne doivent pas être négligées.

Enfin, de manière plus générale, les possibilités de déploiement de la flexibilité apparaissent déterminées par plusieurs facteurs, qui dépendent des catégories de population : facteurs démographiques (âge du consommateur et composition du ménage), facteurs socio-spatiaux (type d'habitat et taux d'accès à la propriété), facteurs socio-économiques (catégorie socio-professionnelle et normes sociales), facteurs politiques (prise de conscience des enjeux écologiques, diffusion des éco-gestes...), facteurs techniques et technologiques (développement de la domotique...).

⁹⁶. Cass, Noel Flay & Shove, Elizabeth Anne. (2019). *Time, Practices and Energy Demand: Implications for flexibility*. <https://eprints.lancs.ac.uk/id/eprint/130369>

⁹⁷. CREDOC (Juin 2018) Enquête « Conditions de vie et Aspirations »

13.4.2 Le développement de la flexibilité des usages électriques pourra passer par différentes solutions, alliant leviers technologiques et évolution des modes de vie et des pratiques de consommation

De la même manière que pour les autres transformations sociétales décrites dans ce chapitre, l'essor de la flexibilité des usages électriques pose la question des modalités de son déploiement.

D'une part, la flexibilité de la demande électrique peut se traduire par des dispositifs très différents, qui engagent plus ou moins le consommateur. Elle peut en effet passer par des dispositifs automatiques de pilotage de la recharge, déclenchés soit par des agrégateurs spécialisés, soit par un signal tarifaire. Elle peut également correspondre à des actions manuelles réalisées directement par l'utilisateur (par exemple, un utilisateur de véhicule électrique qui ne brancherait son véhicule que lors des week-ends, pendant lesquels la consommation est généralement moins importante). Le recours aux fonctionnalités des compteurs communicants ou de la grande variété d'applications de domotique peut également faciliter l'accès à la flexibilité de la demande, avec des possibilités d'activation simplifiées mais qui restent à la main du consommateur final.

Selon les modalités envisagées pour le pilotage de la demande, l'acceptabilité de telles fonctionnalités peut varier fortement. S'il est souvent indiqué que l'avenir de la flexibilité réside dans l'intermédiation d'un tiers pour « décharger » l'utilisateur final de la nécessité de procéder à des arbitrages en temps réel, certaines enquêtes montrent aujourd'hui que peu de ménages sont disposés à accepter un pilotage automatisé par un tiers⁹⁸. La flexibilité « manuelle » constitue ainsi un levier à ne pas négliger pour assurer un essor significatif de la flexibilité de la consommation électrique à terme.

D'autre part, le développement de la flexibilité de la demande peut être déterminé par des leviers d'action publique de différentes natures : mesures d'accompagnement, normes pour les nouveaux appareils, incitation économique, information et pédagogie sur les enjeux environnementaux, etc.

98. CREDOC (Juin 2018) Enquête « Conditions de vie et Aspirations »

13.4.3 Les principaux gisements de flexibilité de la demande considérés dans les *Futurs énergétiques 2050* se situent sur les usages aisément pilotables comme la recharge des véhicules électriques ou le chauffage, avec des hypothèses relativement prudentes

Dans tous les scénarios considérés dans l'étude, la flexibilité de la demande électrique est supposée croître de manière significative, notamment en s'appuyant sur les nouveaux usages les plus flexibles comme la recharge des véhicules électriques. Les hypothèses présentées au chapitre 7 et en annexe permettent ainsi d'illustrer les gisements attendus.

Pour autant, compte tenu des implications de cette flexibilisation pour les consommateurs et de l'absence de recul sur de nombreux usages (par exemple les véhicules électriques) et les modes d'organisation concrets de cette flexibilité, de nombreuses incertitudes existent sur le développement effectif qui pourrait être atteint. L'analyse comparative des hypothèses considérées dans de nombreuses études, présentée en partie 7.3.2, permet d'illustrer cette disparité. **RTE a retenu une configuration dite « prudente » comme configuration de référence, qui correspond au second niveau possible sur une échelle de quatre pour la flexibilité de la demande.** Ceci permet de prendre en compte les nouveaux usages sans présupposer de leur efficacité en matière de révolution des usages.

Dans le détail, la flexibilité de la demande représente une capacité (exprimée en puissance moyenne effaçable) pouvant varier entre 9 et 44 GW selon les configurations contrastées considérées par RTE. Cette capacité est significative à l'échelle des autres moyens de flexibilité mobilisés : à titre d'exemple, les batteries représentent entre 1 et 40 GW dans les différents scénarios, soit des ordres de grandeur comparables. Les principaux gisements de flexibilité identifiés portent sur la recharge des véhicules électriques, la production d'hydrogène par électrolyse, la production d'eau chaude sanitaire et l'effacement de certains process industriels.

En particulier, la flexibilité liée à la recharge des véhicules électriques (pilotage de la recharge et *vehicle-to-grid*), qui représente un potentiel très important s'élevant à plusieurs dizaines de gigawatts, a fait l'objet de nombreux débats dans le cadre de la concertation. Celle-ci peut se décliner selon différentes modalités, allant du pilotage tarifaire de la recharge (qui peut être transparente pour l'utilisateur comme dans le cas des ballons d'eau chaude asservis au signal heures pleines/heures creuses aujourd'hui). Accéder à cette flexibilité requiert que les utilisateurs acceptent que leurs véhicules électriques se rechargent au meilleur moment pour le système électrique, voire, dans le cas du *vehicle-to-grid*, qu'ils acceptent que leurs batteries soient ponctuellement partiellement vidées pour contribuer à l'équilibre du système électrique. Au-delà des inquiétudes sur le fait de manquer d'électricité pour les trajets futurs, un tel pilotage de la recharge suscite parfois un point de vigilance quant à son impact sur la durée de vie des batteries.

Au vu du développement encore limité du véhicule électrique en France et en Europe, les habitudes de recharge des utilisateurs et leurs évolutions à long terme restent encore incertaines. D'après une étude du CREDOC, 65 % des Français déclarent préférer recharger le véhicule électrique au moment où l'électricité est la moins chère. Ainsi, un signal tarifaire pourrait avoir des effets positifs sur le report de la recharge. En revanche, 56 % des sondés se disent réticents à un pilotage automatisé de la recharge. Enfin, parmi les 30 % d'individus acceptant un pilotage automatisé, 23 % ne veulent pas que la batterie soit déchargée à distance, ce qui est une contrainte au *vehicle-to-grid*⁹⁹.

De manière générale, dans le cadre de la consultation publique, plusieurs acteurs ont invité RTE à retenir des hypothèses prudentes sur les possibilités de flexibilité des usages électriques, notamment

99. CREDOC, Enquête « Conditions de vie et Aspirations », juin 2019

s'agissant du développement du *vehicle-to-grid*, ceci afin de ne pas faire reposer l'équilibre du système électrique à long terme sur des évolutions fortes des pratiques de consommation et des technologies.

Concernant les autres usages domestiques, le chauffage résidentiel constitue également un potentiel de flexibilité significatif, d'autant plus dans un contexte d'électrification progressive du chauffage dans le résidentiel et le tertiaire. L'effacement du chauffage est néanmoins caractérisé par des effets de report et/ou par une possible dégradation du

confort qui peuvent limiter la puissance effectivement effaçable en moyenne. Ces caractéristiques peuvent en outre limiter l'adhésion des consommateurs à terme. Pour ces raisons, RTE n'a pas retenu de développement significatif de cette flexibilité dans la configuration de référence.

Enfin, l'eau chaude sanitaire, qui est depuis longtemps pilotée en France via un asservissement de la plupart des chauffe-eau au signal tarifaire heures pleines/heures creuses, représente un levier de flexibilité significatif à pérenniser.

Figure 13.10 Hypothèses de flexibilité sur les différents usages, dans les quatre configurations étudiées. Les pourcentages indiquent la part pilotée des usages considérés^{100,101}

Mode de pilotage		Situation actuelle (estimation)	Configurations considérées pour 2050			
			Configuration «flexibilité très basse»	Configuration «flexibilité prudente» (= référence)	Configuration «flexibilité médiane»	Configuration «flexibilité haute»
Mobilité électrique	Pilotage tarifaire statique	~40 % des recharges au domicile	29 %	22 %	20 %	11 %
	Pilotage dynamique	0 %	0 %	23 %	40 %	57 %
	Vehicle-to-grid	0 %	0 %	2 %	6 %	20 %
Eau chaude sanitaire	Pilotage tarifaire statique	~75 %	50 %	60 %	75 %	90 %
Chauffage	Effacements longs avec alternative de chauffage (y.c. PAC hybrides)	~2 %	0 %	4 %	4 %	7 %
	Effacements courts (1 heure) sans alternative de chauffage, avec report	~0 %	0 %	0 %	8 %	25 %
Climatisation	Effacements courts (1 heure) avec report	0 %	0 %	0 %	8 %	25 %
Usages blancs	Effacements ponctuels	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Process industriels	Effacements ponctuels	18 %	11 %	19 %	26 %	35 %
Usages tertiaire	Effacements ponctuels	~1 %	1 %	2 %	3 %	4 %
Electrolyse	Fonctionnement en période de prix faibles (marginalité EnR ou nucléaire)	quasi inexistant	0 %	86 %	86 %	100 %
	Electrolyseurs fonctionnant en bande, effaçables ponctuellement		50 %	14 %	14 %	0 %

^{100.} En pratique, il s'agit de la puissance moyenne effaçable/modulable divisée par la puissance moyenne du soutirage de l'usage considérée.

^{101.} Les hypothèses retenues sur la flexibilité de la consommation dans la configuration de référence et les configurations alternatives considérées sont détaillées dans les annexes.

13.4.4 Des approfondissements seront nécessaires pour consolider les projections sur les gisements atteignables de flexibilité de la demande et les choix de société sous-jacents

L'évolution à long terme des potentiels de flexibilité de la demande électrique dépendra d'un grand nombre de facteurs, qui doivent faire l'objet d'un suivi dans le temps.

L'observation du développement des nouveaux usages comme le véhicule électrique et l'hydrogène et le retour d'expérience sur les possibilités effectives de flexibilisation de la demande sera en particulier clé pour consolider les projections sur l'évolution de la flexibilité de la consommation à long terme. Ce retour d'expérience pourra s'appuyer sur des démonstrateurs ou encore sur l'étude de panels d'utilisateurs.

Enfin, **l'accessibilité des gisements de flexibilité de la demande devient fondamentalement imbriquée avec la problématique de la sécurité d'approvisionnement en électricité.** En effet, les possibilités de flexibilisation de la demande électrique dépendent de la valeur que les utilisateurs accordent à leur approvisionnement en électricité pour alimenter certains usages. À ce sujet, des travaux seront menés par RTE sur l'évolution du critère de sécurité d'approvisionnement électrique pour mieux prendre en compte les possibilités de flexibilité accrue des usages électriques.