



mai 2019



Z E N

zéro émission nette

2 0 5 0

imaginer et construire
une France neutre en carbone

LE MOT DES PRÉSIDENTS



Jean-Dominique Senard
Président d'EpE (2015-2019)
Président de Renault



Jean-Laurent Bonnafé
Président d'EpE (depuis mai 2019)
Administrateur Directeur Général
de BNP Paribas

« La France veut arriver à la neutralité carbone en 2050 » : l'annonce par le Premier Ministre de cet objectif dès juillet 2017 a créé une forme de perplexité : que signifie-t-il concrètement, pouvons-nous y arriver, n'est-il pas trop tard ? Quelle serait la pertinence d'un objectif national qui ne serait pas aussi adopté par nos partenaires économiques les plus proches ?

Vingt-sept entreprises membres d'EpE (la liste figure en page 4 de couverture) se sont posé ces questions et ont décidé, devant la complexité du sujet, de l'étudier ensemble. Pour ce faire, elles ont confié à un groupe d'experts la tâche de synthétiser la masse d'informations disponibles autour de ces questions et d'explorer les modes de vie compatibles avec l'objectif. Elles ont ensuite partagé leurs réflexions entre elles et avec différentes parties prenantes, débattu des nombreux points critiques, avec le souci de la cohérence des actions liées aux différents secteurs (alimentation, industrie, énergie, transport, habitat...).

La principale conclusion de cette étude est positive : oui, il est encore possible d'atteindre cette neutralité carbone, sans casser le dynamisme économique essentiel pour l'emploi et le niveau de vie, et surtout sans renoncer à bien vivre.

La deuxième conclusion est positive aussi : atteindre cette neutralité en émissions de gaz à effet de serre est également souhaitable car les changements nécessaires conduisent à des modes de vie plus sains qu'aujourd'hui, voire plus confortables.

La troisième conclusion est l'expression d'une condition. Atteindre cette neutralité est une transformation sans précédent ; elle n'est donc possible que si trois communautés d'acteurs réalisent qu'elles sont intimement solidaires dans cette transformation qui va demander des efforts significatifs, et décident d'agir ensemble :

- les entreprises pour transformer leur offre, innover et investir fortement, dans un contexte où les solutions évoluent et où la concurrence sera renouvelée, et forte ;
- les pouvoirs publics – locaux, régionaux, nationaux et européens – pour mettre en place de nouveaux instruments afin d'accélérer les investissements de tous sans risques excessifs ;
- les Français - nous tous - à la fois consommateurs, citoyens, acteurs de la mutation ; nous avons besoin de savoir ce que nous voulons construire collectivement et d'anticiper les trajectoires ; nous avons besoin que les produits et services bas carbone de base soient accessibles, et de politiques de régulation de la vie collective qui assurent que chacun porte sa part, équitable, de l'effort collectif.

Cette société ZEN, à zéro émission nette, nous ne pourrons donc la faire qu'ensemble et avec nos partenaires internationaux ; c'est une exigence absolue.

Au-delà de montrer que cette transformation est possible, l'ambition de cette publication est de susciter l'envie collective d'avancer, d'esquisser des voies, et surtout d'ouvrir le dialogue avec les autres acteurs pour changer l'échelle de l'action.

Les Français y ont intérêt parce que l'enjeu du climat est essentiel et qu'ils sont nombreux à s'être mobilisés sur ce sujet.

Les entreprises y ont intérêt parce qu'opérer cette transition est porteur de développement économique. La France n'est pas seule à faire cette transition : des entreprises, des villes, des citoyens partout dans le monde ont décidé d'avancer dans la même direction, et se sont engagés depuis plusieurs années dans une course aux technologies bas carbone, avec succès dans bien des cas ; nous avons intérêt à anticiper et définir les nouveaux marchés mondiaux et à y prendre au plus tôt des places avantageuses.

Les pouvoirs publics y ont intérêt parce que c'est leur mission de conduire le pays, ou leur territoire, vers le meilleur avenir possible, un avenir compris et souhaité par les Français.

A la fin de cette étude, nous souhaitons encourager la mise en mouvement des acteurs dans une direction choisie en commun. Les changements nécessaires identifiés sont ambitieux, transforment nos modes de vie et doivent démarrer maintenant, ce qui nous conduit à formuler des recommandations pour l'action de court terme.

Les entreprises membres d'EpE ont déjà pris des engagements et initié de nombreux changements ; elles espèrent que cette étude contribuera à démarrer une nouvelle étape pour relever l'un des plus grands défis de notre temps.

Jean-Dominique Senard
Président d'EpE (2015-2019)
Président de Renault

Jean-Laurent Bonnafé
Président d'EpE (depuis mai 2019)
Administrateur Directeur Général
de BNP Paribas

RÉSUMÉ POUR DÉCIDEURS

L'étude ZEN 2050 est une **exploration**, par un groupe d'entreprises de tous les secteurs, de la faisabilité de la neutralité carbone de la France en 2050, au sens de l'équilibre entre les émissions du territoire français métropolitain et les absorptions de ses puits de carbone. Elle identifie un certain nombre de conditions de succès de cette transition, et se conclut par des propositions d'actions à engager à court terme pour que cette transformation reste économiquement et socialement faisable.

C'est une étude ambitieuse et originale car elle intègre les dimensions physiques, techniques, économiques et sociologiques de façon cohérente et plausible. Ce n'est donc ni une prévision, ni un engagement d'entreprises, ni une prescription normative. Elle se conclut par une **proposition** faite par ces entreprises aux autres composantes de la société, grand public, pouvoirs publics et acteurs économiques, et une **invitation** à définir ensemble des actions pour engager la transformation.

▲ Une étude transverse et rigoureuse

Dans sa réalisation, l'étude a suivi des principes qui conditionnent plusieurs conclusions et dont il faut être conscient en la lisant :

- L'objectif de l'étude n'est pas d'aboutir à un unique scénario mais de mettre en lumière les options possibles et les difficultés et opportunités inhérentes ;
- Elle cible essentiellement les émissions du territoire français métropolitain, objet de l'Accord de Paris, et de façon secondaire la réduction de l'empreinte carbone des Français ;
- Elle fait l'hypothèse que la décarbonation a lieu dans un contexte de croissance du PIB et sans délocalisation des activités économiques, même si ce phénomène a jusqu'ici largement contribué à la réduction des émissions françaises ; elle suggère au contraire le développement de nouvelles activités industrielles ;
- La priorité a été accordée au déploiement des technologies existantes d'efficacité énergétique et de substitution aux énergies fossiles, plutôt qu'à des ruptures technologiques ;
- L'objectif de l'étude étant d'évaluer les conditions de la neutralité carbone à l'échelle française, elle fait l'hypothèse qu'il n'y a pas de recours à la compensation par des absorptions de gaz à effet de serre dans d'autres pays, ni à l'importation massive de biomasse ;
- Elle n'a pas intégré l'adaptation du territoire au changement climatique, ni les variations du puits de carbone ou des besoins énergétiques entraînés par ce changement.

La méthodologie de l'étude a consisté, après une revue des études existantes, à faire converger deux chantiers parallèles :

- La définition d'une **image de la neutralité carbone en 2050** : quel pourrait être le puits de carbone ? Quelle pourrait être la répartition possible entre les secteurs d'activité des émissions réduites à ce niveau ?
- Une **réflexion sociologique sur les évolutions des modes de vie** envisageables en 2050, respectant la diversité des Français et cohérentes avec cette image.

Une fois ces deux chantiers achevés, le travail s'est porté sur les trajectoires d'évolution vers cette situation d'arrivée et sur les implications en termes d'emploi et d'investissement pour les secteurs les plus directement concernés.

La phase suivante a consisté à identifier et détailler certaines **conditions de succès** de ces trajectoires.

Enfin, la dernière étape de l'étude a été consacrée à la formulation de **recommandations**, à tous les acteurs, sur des actions à prendre à court terme, pour que les trajectoires compatibles avec l'objectif 2050 restent possibles.

▲ Une révolution sociétale et économique

Le premier et principal résultat est que la neutralité carbone est possible. Dans les hypothèses retenues, la France doublerait son puits de carbone jusqu'à environ 100 MtCO₂eq ; il serait ainsi égal aux émissions du territoire, elles-mêmes réduites d'environ 80% par rapport à 2015. **Cette transition est une révolution**, il s'agit de réduire les émissions de plus de 4% par an pendant les trente prochaines années, alors que pendant les vingt-cinq dernières années elles n'ont baissé que de 0,5% par an, principalement grâce aux diminutions observées dans l'industrie. **Ce changement est sans précédent.**

Les modes de vie en 2050 décrits sont divers, crédibles et réalistes; si certaines tendances sont poursuivies comme en matière alimentaire, d'autres devraient être modifiées : distance domicile-travail, effets rebond de l'efficacité énergétique, modes de mobilité, isolation des logements. Il s'agit de généraliser les modes de vie actuels des consommateurs les plus moteurs en respectant la diversité des motivations et comportements. Cette transformation s'accompagnerait de nombreux **cobénéfices** sur la qualité de l'air et de l'alimentation, la santé, le niveau de bruit et le cadre de vie.

Cette neutralité est compatible avec la croissance économique. La transition devrait être légèrement favorable à l'emploi, avec toutefois des besoins importants de transformation à l'intérieur des secteurs ou entre secteurs. De même certains territoires pourraient être affectés négativement et leur reconversion devrait être aidée. L'investissement dans cette transformation devrait être considérable, à la fois privé et public. Cependant, l'étude n'aborde pas les politiques et conditions nécessaires pour que les hypothèses de croissance soient réalisées.

Les grands systèmes qui structurent nos vies seraient transformés : un habitat plus urbain, une mobilité largement électrique et fondée sur des services, une alimentation plus locale et moins carnée, une économie circulaire dans les modes de consommation comme de production, pratiquement libérée des énergies fossiles, une consommation finale d'énergie divisée par deux et un système fiscal et financier adapté à la transformation.

Le développement des nouveaux usages des produits agricoles et forestiers (énergie, matériaux, chimie...) induirait certainement une tension sur la disponibilité de la biomasse, qui devient un facteur dimensionnant. La transformation appelle donc l'augmentation de sa production et une gouvernance nouvelle.

Un second message est positif aussi : atteindre cette neutralité en émissions de gaz à effet de serre est également souhaitable car les changements nécessaires conduisent à des modes de vie plus sains qu'aujourd'hui, voire plus confortables.

Le troisième message essentiel est une condition : il y a besoin de tous et de toutes les solutions.

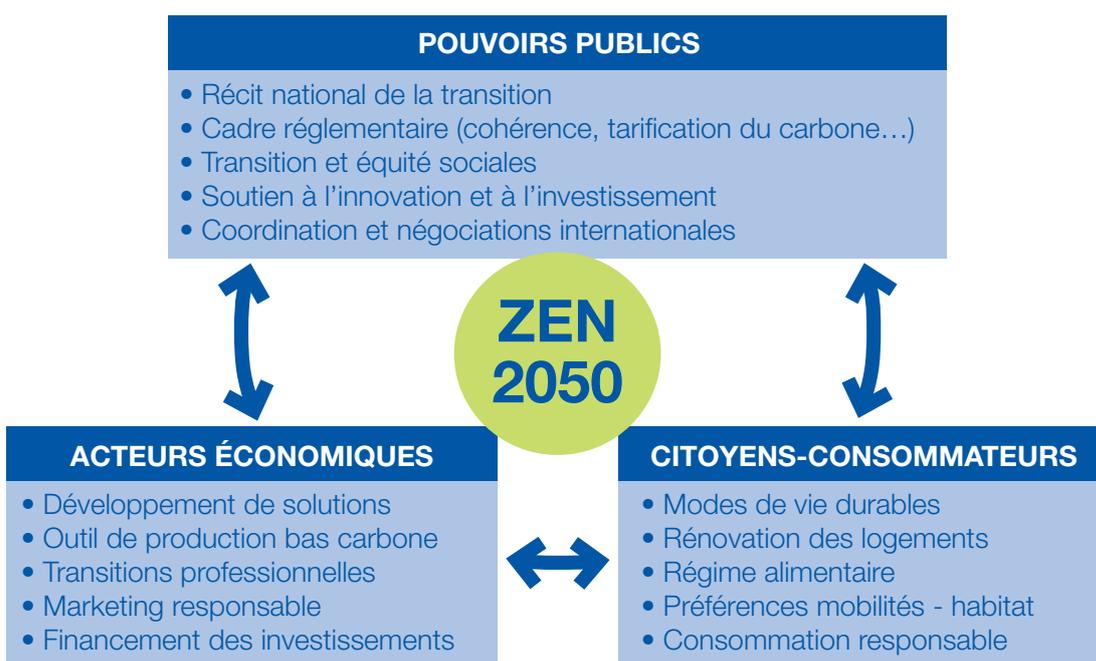
Les acteurs, pouvoirs publics à tous niveaux, citoyens-consommateurs et acteurs économiques sont solidaires, ils ont besoin les uns des autres pour cette transformation, chaque catégorie ayant plusieurs rôles à jouer.

La viabilité économique de la transformation est conditionnée par un niveau de **coopération internationale** suffisamment élevé permettant l'intégration du climat dans les règles du commerce international et en Europe dans les politiques hors-climat (commerce extérieur, transport, politique agricole commune, politique industrielle, économique et R&D...).

A de rares exceptions près, **le déploiement massif des technologies existantes** permettrait d'atteindre les niveaux de réduction requis sans attendre de ruptures technologiques. Les efforts de **recherche et d'innovation** dans les entreprises, en lien avec la recherche publique, pourraient au fil du temps limiter les coûts et alléger l'effort.

Au vu du retard actuel de la France par rapport à ses objectifs et de l'ampleur des transformations requises, un retard supplémentaire compromettrait l'atteinte de l'objectif annoncé en 2017. Les **vitesse de transition** sont telles qu'elles demandent dès à présent des **politiques contraignantes, incitatives et socialement justes**, avec une visibilité longue et crédible, tant pour les entreprises que pour les consommateurs.

L'étude se conclut par des recommandations d'actions à engager au plus tôt pour que cette transformation vers l'objectif de neutralité carbone en 2050 reste possible.



Recommandations pour engager cette transformation

1 / Mobiliser l'ensemble des Français en faisant partager la conscience de l'urgence climatique ainsi que le projet d'une France neutre en carbone en 2050.

La mobilisation conjointe des pouvoirs publics nationaux et locaux, des entreprises et des citoyens-consommateurs, leur adhésion à un récit partagé paraissent une condition d'acceptation des efforts nécessaires.

Or la communication sur le climat a jusqu'ici largement laissé de côté l'action du grand public. L'appropriation collective de la description des enjeux, voies et moyens de la transformation suppose donc un travail important de pédagogie et de mobilisation.

2 / Agir à l'international pour faire de l'accès au marché européen un levier de la décarbonation mondiale, et du marché carbone européen le levier d'une transformation industrielle compétitive.

Trois raisons poussent à accélérer l'action internationale sur le sujet :

- L'empreinte carbone des Français reste très forte ; une préférence donnée aux importations en provenance de pays ambitieux sur le climat la réduirait ;
- Les investissements industriels se feront dans un contexte de montée prévisible du prix européen du carbone et de concurrence équitable ;
- L'accélération des exportations françaises, qui ont une signature carbone nettement plus faible que la plupart des pays du monde, favoriserait la réduction des émissions mondiales.

3 / Donner une place positive à la fiscalité carbone en affichant ses objectifs, sa trajectoire, l'utilisation de ses revenus et les mesures sociales qui l'accompagneront pour qu'elle soit ressentie comme équitable.

Le renforcement de la fiscalité sur les émissions et la montée des prix de l'énergie sont une condition de la transition ; leurs impacts sur les dépenses et décisions des ménages sont perceptibles quotidiennement. Nous recommandons la transparence sur l'usage des recettes et l'utilisation des revenus pour le financement de la transition ZEN. Des dispositifs pour assurer l'équité sociale de la fiscalité devraient accompagner les efforts des services sociaux pour améliorer la résilience des ménages et résoudre la précarité énergétique.

4 / Investir en mobilisant les secteurs privé et public pour la transition et en intégrant les transitions professionnelles et de territoires.

Nous recommandons de faire croître les investissements dédiés aux trajectoires ZEN 2050 de 40 Mds€ aujourd'hui à plus de 75 Mds€ par an à partir de 2030 au minimum (tous les secteurs n'ayant pu être étudiés). Un plan national d'investissement privé et public serait d'autant plus aisé à soutenir que ces financements seraient dans le même temps détournés des activités intensives en émissions par les perspectives de prix du carbone.

5 / Aménager le territoire en cohérence avec l'objectif climatique.

Le modèle actuel de l'étalement urbain, largement conditionné par la fiscalité, l'histoire, les politiques d'aménagement et les représentations sociales, devrait être réorienté dans un sens propice à la transition climatique, vers des villes et villages plus denses et plus résilients. Ceci suppose de renforcer l'attractivité de l'espace urbain en privilégiant les services de proximité et la qualité du cadre de vie, ainsi que de diviser par deux la vitesse d'artificialisation des sols.

6 / Développer, gérer et valoriser les différents services de la biomasse.

La biomasse issue des déchets, de l'agriculture ou de la forêt jouant un rôle clé pour remplacer les fossiles, sa disponibilité serait (hors importations) un facteur contraignant pour l'économie. Les politiques forestières et agricoles devraient à la fois doubler le puits de carbone et maximiser la ressource disponible selon des dynamiques territoriales différenciées. Nous recommandons de créer une gouvernance pour gérer les concurrences et synergies entre les usages.

7 / Rénover les bâtiments en introduisant des dispositifs effectifs d'obligation et des accompagnements financiers.

La rénovation est l'un des chantiers de transition les plus importants et les plus difficiles, compte tenu en particulier de la multiplicité des décideurs impliqués ; nous recommandons de rendre obligatoire la rénovation bas-carbone selon des modalités adaptées aux personnes et aux différents types de bâti (individuel, collectif privé, bâtiments publics), en alliant financement privé et public selon les situations. Nous proposons que cette obligation s'applique au moment des transmissions de propriété ou d'établissement des baux longs pour les logements individuels, et concomitant à l'obligation de ravalement pour les copropriétés.

8 / Basculer vers les mobilités non émettrices et programmer la sortie des motorisations fossiles.

La transformation des mobilités devrait associer la sortie des options intensives en émissions de gaz à effet de serre et de polluants locaux et l'introduction rapide des modes bas carbone : modes doux, transports collectifs, mobilité électrique, biogaz et hydrogène non carboné. Pour que l'objectif ZEN puisse être atteint en 2050, la commercialisation de véhicules tout-thermiques devrait être arrêtée bien avant. La place des véhicules hybrides rechargeables serait dimensionnée par la disponibilité limitée en biocarburants.

9 / Moderniser l'industrie en incitant à l'investissement bas carbone.

Parce qu'un prix du carbone croissant est une condition nécessaire mais non suffisante de la bonne orientation des décisions des entreprises, nous recommandons d'encourager les investissements bas carbone (efficacité énergétique, économie circulaire, électrification des procédés, etc.) par des dispositifs appropriés : aides à la conversion industrielle et sociale, à l'innovation, prévention de fuites de carbone, réductions de risque, etc.

10 / Accompagner l'évolution de l'agriculture vers un modèle de qualité.

Il paraît urgent de repenser le modèle économique européen de l'agriculture, actuellement fondé sur l'insertion dans un marché mondial indifférencié. Le développement de filières de qualité répondant aussi aux enjeux de climat, d'écologie, de productivité, de nutrition et de santé pourrait être stimulé tant par les politiques agricoles européenne et française que par la valorisation des nouveaux produits et services fournis par l'agriculture.

11 / Mieux se nourrir en renforçant les habitudes alimentaires saines pour les humains et le climat.

Une modification profonde des modèles de consommation alimentaire est déjà initiée, favorable à la réduction des émissions et à la santé. Elle devrait être accélérée et pérennisée par des politiques alimentation-santé, des politiques pour la restauration collective publique ou privée et la réduction du gaspillage alimentaire, qui devrait être divisé par deux, de même que la consommation de viande.

12 / Éduquer à l'environnement et au climat à tous les niveaux.

Les jeunes générations actuelles vont pour beaucoup consacrer leur vie professionnelle à cette transition climatique, et doivent y être préparées. Des programmes dédiés doivent être développés et intégrés depuis le premier cycle et jusqu'à l'enseignement supérieur et tous les formateurs doivent y être formés dans toutes les disciplines, des sciences de la nature aux sciences techniques et humaines.

13 / Réorienter la publicité pour faire évoluer les habitudes de consommation vers des modes de vie durables.

Les entreprises jouent à travers la publicité un rôle clé dans la formation, chez les consommateurs, des représentations des modes de vie désirables. Cette communication devrait être cohérente avec les modes de vie d'une France neutre en carbone.

14 / Anticiper les impacts du changement climatique et les besoins d'adaptation des territoires.

Les effets du changement climatique sont déjà perceptibles et le seront d'autant plus en 2050, même si le monde suit une trajectoire compatible avec l'Accord de Paris. Bien que l'étude n'ait que peu abordé ce point, nous recommandons d'anticiper dès aujourd'hui ces impacts et de renforcer la résilience des territoires.



Les solutions sont là, les entreprises sont déjà engagées. L'étude ZEN 2050 propose une vision ambitieuse et exigeante d'un destin commun à réaliser ensemble, entreprises, citoyens et pouvoirs publics. Les entreprises sont prêtes à s'inscrire pleinement dans ce mouvement si la nation prend collectivement la décision de le conduire.

SOMMAIRE

Pourquoi la neutralité carbone ? 10

À propos de l'étude 11

1 Vivre dans une France ZEN : portraits de neuf familles françaises 12

1.1 Synthèse des portraits 15

1.2 Les réticents 16

1.3 Les variables 20

1.4 Les moteurs ou sobres 24

1.5 Les cobénéfices de la transition ZEN 2050 pour les ménages 28

2 Les grands systèmes d'une France ZEN 2050 29

2.1 Alimentation, agriculture, forêt et usage des sols 30

2.2 Aménagement du territoire, urbanisation, transports 32

2.3 Vers un renouveau de l'industrie 32

2.4 De nouveaux équilibres macroéconomiques 35

2.5 Des changements dans les modèles de consommation 37

2.6 Les cobénéfices de la transition ZEN 2050 pour l'économie 40

3 Les grands secteurs dans la transition ZEN 2050 41

3.1 Aperçu d'ensemble 42

3.2 Puits de carbone 44

3.3 Agriculture et alimentation 46

3.4 Bâtiments résidentiels et tertiaires 49

3.5 Mobilité 52

3.6 Industrie 56

3.7 Production d'énergie 58

3.8 Eau et déchets 61

4 Conditions de succès de la transformation ZEN 2050 63

4.1 Une transition voulue et équitable 64

4.2 La nécessaire mobilisation des citoyens 65

4.3 Des politiques publiques ambitieuses et intégrées 66

4.4 Le rôle des entreprises 70

5 Recommandations 72

Par quoi commencer ? 78

Annexes 79

POURQUOI LA NEUTRALITÉ CARBONE ?

En avril 2014, sur la base des rapports du GIEC, la Secrétaire générale de l'UNFCCC appelait les nations à relever leur ambition collective et désigne la neutralité carbone du monde dans la seconde moitié du siècle, comme une condition nécessaire à la protection de l'humanité vis-à-vis des effets néfastes du changement climatique.

Un an et demi plus tard, l'Accord de Paris entérinait dans son article 4-1 l'objectif de « parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la deuxième moitié du siècle, sur la base de l'équité, et dans le contexte du développement durable et de la lutte contre la pauvreté » ; il invite l'ensemble des pays à se doter en 2020 de stratégies de long terme.

Le Plan Climat présenté en juillet 2017 par Nicolas Hulot, Ministre de la Transition Écologique et Solidaire, contient l'engagement de la France sur la neutralité carbone à l'horizon 2050 ; cet objectif est repris en 2018 dans les travaux sur la seconde Stratégie Nationale Bas Carbone. Ce Plan met en avant la double responsabilité de la France, à la fois en tant que pays porteur de l'accord de Paris et en tant que pays riche ayant les moyens d'être plus en avance que d'autres. Les atouts dont dispose la France, la faible intensité carbone de son électricité ainsi que les opportunités économiques de cette transition sont aussi mis en avant. La France n'est pas seule : dès fin 2017, 19 pays et 32 villes, rassemblés au sein de la *Carbon Neutral Coalition*, se sont engagés volontairement vers la neutralité carbone.

Quatre leviers principaux permettent d'agir sur la neutralité carbone (carbone fait référence à l'ensemble des gaz à effet de serre dont l'impact sur le climat est mesuré en « tonnes équivalent dioxyde de carbone ») :

- 1 La réduction de la part des fossiles dans la production d'énergie : dès 2012, l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) estime que la consommation de plus d'un tiers des réserves prouvées de combustibles fossiles est incompatible avec l'objectif des 2°C⁽¹⁾, à moins de déployer largement des technologies de Captage et Stockage de Carbone (CSC). En 2015, de nouvelles estimations⁽²⁾ évaluent que l'objectif de 2°C implique qu'un tiers des réserves aujourd'hui exploitables de pétrole, la moitié des réserves de gaz et 80% de celles de charbon restent inutilisées.
- 2 La réduction des consommations énergétiques : penser la neutralité carbone impose non seulement d'agir sur le secteur de la production d'énergie, mais aussi sur la consommation énergétique dans l'ensemble des secteurs de l'économie, car les alternatives aux énergies fossiles présentent toutes des inconvénients significatifs ou une disponibilité limitée.
- 3 La réduction des émissions non énergétiques, issues de l'agriculture et de certains procédés industriels.
- 4 L'augmentation du niveau des puits de carbone : le recours à des émissions négatives est évoqué dans le rapport spécial du GIEC sur les conséquences d'un réchauffement de 1,5°C comme essentiel et complémentaire à la réduction des émissions.

La neutralité carbone est ainsi un objectif nécessaire, ambitieux mais aussi fédérateur, puisqu'il implique l'engagement de la société entière : chacun peut à un titre ou un autre actionner l'un des quatre leviers ci-dessus.

1 World energy outlook 2012, AIE.

2 The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C, Christophe McGlade & Paul Ekins, Nature volume 517, pages 187-190, 8 Janvier 2015

À PROPOS DE L'ÉTUDE

Démarche

Tout au long des 18 mois de l'étude, EpE a cherché à identifier et à comprendre la plus grande diversité possible de faits, de raisonnements et d'opinions. La démarche et la méthodologie se sont donc appuyées sur :

- Un comité de pilotage qui regroupait les représentants des 27 entreprises porteuses du projet et un représentant de 2050 Pathways Platform et s'est réuni mensuellement afin d'orienter, enrichir et valider les travaux ; la diversité des secteurs représentés dans ce groupe est l'une des caractéristiques distinctives de l'étude et renforce sa crédibilité ;
- Un consortium d'experts reconnus qui a réalisé les modélisations, l'étude sociologique et les analyses sectorielles ;

- Une revue très large des travaux existants, en particulier les feuilles de routes sectorielles, nationales et supranationales ;
- Une consultation à trois reprises d'un panel de parties prenantes (scientifiques, ONG, acteurs économiques...), le « Cercle d'Inspiration » ;
- Des consultations, notamment concernant les recommandations, avec de nombreuses organisations professionnelles ;
- Une consultation citoyenne, selon la méthode reconnue d'Ipsos.

Ces différents éléments sont détaillés dans les annexes.

Principes structurants – crédibilité et cohérence

La réalisation de travaux de prospective est un exercice complexe, qui s'appuie sur des hypothèses et présente donc nécessairement des limites, dont il faut être conscient lors de la lecture.

Ces principes structurants sont décrits au sein du résumé pour décideurs « *Une étude transverse et rigoureuse* ».

De plus, l'étude fait l'hypothèse d'un environnement mondial où tous les pays se mobilisent pour atteindre les objectifs de l'Accord de Paris, la France un peu plus vite que les autres.

Plan et contenu

La description des vies de neuf ménages qui ouvre l'étude permet de se rendre compte du point d'arrivée, et montre une diversité de façons de vivre et d'attitudes dans laquelle beaucoup peuvent se retrouver. Ces portraits sont compatibles avec la neutralité carbone de la France à cette échéance.

L'étude décrit ensuite ce dont ces différents modes de vie sont la traduction : les changements qui devraient être intervenus dans les grands systèmes qui structurent notre société : alimentation et agriculture, villes, territoires et mobilité, énergie et industrie ainsi que les grands équilibres économiques.

L'étude se poursuit par l'analyse des secteurs d'activité, avec une réflexion sur les leviers mobilisables pour stimuler les changements.

Tout ceci forme une image crédible, cohérente et ambitieuse, et dont la faisabilité est soumise, dès maintenant, à un certain nombre de conditions de succès, qui font l'objet de la quatrième partie.

Le dernier chapitre est consacré à des recommandations sur ce qu'il faudrait faire à court terme, dans les toutes prochaines années, pour que l'objectif reste réaliste. La transformation du territoire français proposée en trente ans est d'ores et déjà un changement sans précédent, la retarder la compromettrait sans retour.



1

VIVRE

DANS UNE FRANCE ZEN

Portraits de neuf familles
françaises

La description d'une société à Zéro Emission Nette (ZEN) en 2050 s'est appuyée sur une prospective des évolutions des modes de vie et des comportements des ménages^[3] qui permettront la transition. L'étude ZEN 2050 s'appuie sur un exercice, peu fréquent en sociologie, de prospective de la vie quotidienne dans une société française neutre en carbone.

Cet exercice, pour éviter l'écueil de la construction de portraits « statistiquement moyens » (et donc ne se référant à aucun ménage réel), s'appuie sur **des images représentatives de la diversité des ménages et de leurs modes de vie** : familles diverses, catégories socio-professionnelles ou lieux de vie également divers.

Il s'agit également de montrer **les attitudes et réactions variées des citoyens**, allant de l'engouement pour l'action climatique à la résistance, en passant par des attitudes variées, portées par des motivations parfois sans lien direct avec le climat.

Par exemple, si le flexitarisme^[4] augmente depuis cinq ans, ce sont surtout pour des raisons de santé et d'éthique animale. Inversement, si certains demeurent convaincus par l'automobile, ils ne sont pas pour autant climatosceptiques.



Les neuf portraits reposent sur des données empiriques, telles que rapportées dans les travaux sociologiques des dix dernières années^[5].

Ces études révèlent **différentes logiques d'actions** des ménages, que l'étude a déclinées selon deux dimensions : **le niveau des besoins et donc des émissions de départ et le niveau de motivation/capacité pour modifier ses pratiques.**

Les besoins correspondent à la quantité de services, notamment les besoins en énergie, mais aussi tous ceux en produits et services émetteurs de gaz à effet de serre, dont l'alimentation. Ils dépendent du croisement de trois grands déterminants : **lieu de vie** (urbain, péri-urbain, rural), **situation familiale** (sans enfants, avec enfants, retraités), **revenu** (trois niveaux). Par souci de simplification, les ménages sont répartis en trois niveaux de besoins : faibles, moyens, élevés.

La motivation à changer de pratiques conduit à classer les ménages en trois groupes :

- **les « Moteurs »**, 20% des ménages qui veulent changer et qui valorisent la sobriété en elle-même ;

- **les « Variables »**, 60% des ménages déployant des stratégies différenciées, de résistance ou de participation selon leurs phases de vie et leurs besoins ressentis selon ces périodes et le type de besoin ;

- **les « Réticents »**, 20% des ménages qui refusent les injonctions au changement.

De la combinaison de ces déterminants et motivation, 81 portraits sont théoriquement possibles.

Par souci de simplicité, seuls 9 sont présentés, qui ne peuvent pas être représentatifs de la proportion de ces déterminants au sein de la population française ; en revanche ils en illustrent la diversité.

3 Pour la définition du terme « ménage » voir <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1879>

4 Le fait de manger moins souvent de la viande et d'en manger en moindre quantité, sans pour autant être végétarien

5 Cf. note méthodologique ZEN 2050. Entre autres : ADEME, Énergie Climat 2030/2050. Quels modes de vie pour demain ? La documentation française, 2014. D. Bourg. Les Scénarios de l'écologie, Éditions Hachette, collection « Questions de société », 1996. Elioth, Egis Conseil Bâtiments, Quattrolibri et Mana. Paris change d'ère. Vers la neutralité carbone en 2050. 2017

Par convention, les proportions des trois groupes de motivation (moteurs / variables / réticents) sont stables dans le temps, chacun voyant évoluer les modes de vie de ses membres à des rythmes différents.

Les émissions diminuent chez tous en raison des infrastructures disponibles et d'offres de services et de biens moins carbonés. Leur utilisation de ces solutions, l'ampleur et la fréquence de leur usage varient d'un profil à l'autre.

Un homme de plus de 50 ans « réticent » n'aura pas les mêmes réductions d'émissions qu'un « moteur » de plus de 50 ans, même s'ils habitent le même immeuble.



En résumé, nous postulons un changement transversal : si être flexitarien est encore une position minoritaire en 2020, cela sera devenu la norme chez les ménages « variables » en 2050, qui représenteront toujours 60% de la population ; chez les « moteurs » les flexitariens seront eux devenus végétariens, les « réticents » continueront à manger de la viande comme les « variables » aujourd'hui. Cette logique a servi à la fois dans la rédaction de neuf portraits, mais aussi dans l'analyse des besoins en biens et services de différents secteurs.

On a veillé dans la construction des portraits à ce que ceux-ci :

- **soient communicables**, permettant une lecture aisée, avec un nombre de familles limité ;

- **visent l'essentiel** plus que l'exhaustif en ciblant les sources d'émissions principales (alimentation, habitat, déplacements), puis secondaires (consommation, services, santé, loisirs, relations sociales) ;

- **intègrent certains des freins connus** au changement, tels que les contraintes de revenus, l'insuffisance des infrastructures ou services publics, les valeurs, les choix antérieurs ;

- **prennent en compte les réactions** face aux politiques publiques et le fait qu'il n'y aura pas sur le chemin entre 2020 et 2050 que des politiques de sensibilisation et d'appel à l'action volontaire.

1.1 Synthèse des portraits

Les neuf portraits choisis ici pour illustrer la vie des Français sont illustratifs de quelques-uns des ménages qui vivront en France en 2050 avec des motivations et des niveaux d'intérêts différents, dans une société visant à une réduction radicale des émissions, qui les touchera de manière différente, et à laquelle ils participeront de diverses manières. Les caractéristiques mises en avant ne sont que des indications ; il ne s'agit que de facteurs pris en compte pour dessiner neuf ménages sur une combinaison de 81 possibles. Il y en a donc bien d'autres à imaginer !

émissions motivation	GÉOGRAPHIE / SITUATION FAMILIALE / ALIMENTATION / HABITAT / MOBILITÉ / REVENU		
	FAIBLES	MOYENNES	ÉLEVÉES
Réticent 20%	<p>Le réticent frustré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Urbain, multimodal avec voiture, appartement rénové/neuf, flexitarien carné obligé, revenus -, vacances en voiture, mobilité douce par obligation. • Émet peu et a peu de moyens à la fois d'émettre moins (VE, rénovation...) et d'émettre beaucoup. Se sent obligé de faire attention, cela ne lui plaît pas. S'il avait les moyens, il ne ferait pas en sorte d'émettre davantage mais il consommerait plus sans trop se soucier de ses émissions. • Frustré car s'il en avait la possibilité, il consommerait et émettrait, même si ce n'est pas un objectif en soi, d'avantage. 	<p>Le réticent confortable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Couronne urbaine, voiture électrique, maison mitoyenne non rénovée, enfants, flexitarien carné, revenu moyen +, vacances en voiture. • Émet moyennement et a les moyens et l'envie de ne pas trop faire attention et seulement s'il n'y a pas d'impacts sur son confort et son plaisir. • Un inconditionnel du confort, il n'est que peu préoccupé par le climat, cela ne l'affecte pas trop. S'il fait attention à ses émissions, ce n'est jamais grâce à la sobriété, mais grâce à la technique. 	<p>Le réticent assumé</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rural, voiture hybride, maison anciennement rénovée, enfants, flexitarien, revenu +, vacances à l'étranger en avion. • A les moyens de beaucoup émettre et être très sobre mais est un irréductible du confort tous secteurs. • L'obligation de faire attention le vexé. Il a envie de manger beaucoup de viande, de se déplacer et de voyager comme il l'entend.
Variable 60%	<p>Le variable sobre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Urbain, multimodal, voiture les WE, appartement rénové, enfants, revenu -, flexitarien peu carné. • Émet peu et a peu de moyens à la fois d'émettre moins et d'émettre beaucoup ; la qualité du logis augmente la flexibilité sur les autres postes. • Tend vers la sobriété mais ne rechigne pas son confort/plaisir sur certains postes émetteurs considérés comme important pour sa qualité de vie, tout en faisant attention. 	<p>Le variable confortable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semi-urbain, multimodal voiture, maison, retraités, flexitarien carné moyen, revenu moyen, vacances en avion ou en voiture. • Émet moyennement et se sent confortable dans sa position. Stratégique dans ses choix de mobilité et de consommation. Ne cherche pas à consommer davantage, mais veut trouver un équilibre entre confort, plaisir et émissions. • Ressent parfois que ses efforts ne servent pas à grand-chose et que cela lui coûte un peu trop en termes d'efforts financiers, physiques ou cognitifs. Son évaluation desdits efforts dépend aussi du secteur, de ses envies et de ses conditions de vie. 	<p>Le variable émetteur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Couple dans la cinquantaine, appartement rénové en ville, flexitarien moyen, revenu +. • Inconditionnel de sa qualité de vie « à l'ancienne » fait ce qu'il juge suffisant pour ne pas trop émettre, mais cet effort rogne son confort et son plaisir. • Plus grands consommateurs (biens, espaces et mobilité) et émetteurs que la moyenne.
Moteur 20%	<p>Le sobre heureux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Urbain, multimodal, appartement neuf, avec enfants, végétarien, revenu - ; a les moyens d'être sobre et les met en œuvre avec plaisir et conviction dans tous les secteurs. • Sobriété heureuse : la sobriété est un mode de vie, un plaisir et un exercice. Il est l'idéal type du citoyen ZEN : il est heureux quels que soient ses moyens, car ses critères de satisfaction personnelle sont davantage intangibles et immatériels que matériels. 	<p>Le sobre frustré</p> <ul style="list-style-type: none"> • Semi urbain, multimodal avec voiture, appartement rénové, 3 enfants, flexitarien peu carné, revenu moyen. • Émet peu mais voudrait émettre moins (VE, rénovation...) tout en gardant un peu de confort/plaisir dans certains secteurs ; ses conditions de vie ne lui laissent pas la latitude qu'il souhaite. 	<p>Le sobre dissonant</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revenu moyen, 1 enfant, commune de taille moyenne, locataire • Émet peu mais considère que c'est trop et n'a pas les moyens d'émettre moins. • Aime et recherche la sobriété mais ses conditions de vie rendent cela difficile, et se sent coupable.

Le tableau reprend de manière synthétique les différentes conditions de vie, facteurs principaux d'émissions et ressenti global. Les portraits font également ressortir quelques traits saillants pour l'évolution des grands systèmes qui structurent nos vies et notre société :

- **Alimentation** : diminution globale de l'alimentation carnée, surtout due à l'augmentation du nombre des flexitariens, consommant moins de viande et avec une augmentation de la consommation carnée bio et locale. Être végétarien sera moins marginal en 2050 qu'aujourd'hui, mais restera minoritaire. La santé et l'éthique animale sont les motivations majeures de cette évolution dans tous les profils.

- **Habitat** : évolution vers des bâtiments de plus en plus performants, tant en neuf qu'en rénovation ; tout le parc immobilier ne sera cependant pas entièrement rénové. La consommation sera structurée par une

meilleure gestion de l'énergie grâce à la domotique et l'efficacité technique de l'électroménager, adoptées par tous les profils, ainsi que par la sobriété, pratiquée à un degré variable par les ménages « Moteurs » principalement et par une partie des « Variables ». La relation avec l'environnement direct de l'habitat est renforcée, que ce soit concernant les loisirs, l'activité professionnelle, la relation avec la nature ou la vie quotidienne.

- **Mobilité** : le report modal continuera d'évoluer en faveur des modes doux et collectifs bas carbone, rendus possibles par un moindre étalement urbain. La qualité de l'offre incitera et rendra possible ces usages pour tous les profils. Dans le transport automobile, la promotion du covoiturage et des véhicules partagés (autonomes ou pas) permettra de réduire les consommations spécifiques par passager. Enfin le déploiement du véhicule électrique répondra aux besoins des « Réticents ». Au total, la mobilité continue d'augmenter.

1.2 Les réticents

Si les réticents 2050 émettent moins que ceux de 2020, ce sera en grande partie grâce à l'amélioration des technologies et de la qualité des bâtiments, à l'évolution du mix énergétique et aux changements de mobilité en tous genres. Ce ne sera qu'en très petite partie dû à la modification de leurs pratiques et de leurs valeurs. Ils ne sont pas nécessairement climatosceptiques mais, soit ils rejettent toute injonction à se serrer la ceinture, soit ils estiment leurs efforts disproportionnés et donc inutiles face à l'ampleur et la globalité du problème. Leur confort quotidien est leur manière de définir leur bien-être, la « bonne vie ». Ils perçoivent souvent les politiques, voire les offres de services comme des obligations et des contraintes déguisées. Ils respectent et utilisent celles qui leur conviennent, ignorent ou contournent les autres. Être sobre diminue leur qualité de vie et leur bien-être, c'est une contrainte trop importante. Ce sont donc la gestion et l'efficacité techniques et structurelles qui leur permettent de réduire leurs émissions.

Le réticent frustré est contraint – par ses moyens surtout – d'être sobre. Il ne souhaite pas, en soi, émettre davantage de GES ni consommer davantage d'énergie, mais il désire avoir plus de moyens, consommer davantage de produits et services, moins se priver dans ses loisirs, ses déplacements, ses voyages, ses achats quotidiens. S'il connaît une augmentation de revenu, il consomme plus mais les travaux de rénovation

en tant que propriétaire occupant ou non, par exemple, ne sont pas sa priorité. Ce profil a une forte tendance à être plus en situation de précarité que les autres.

Le réticent confortable est surtout, justement plus confortable, du fait de l'adéquation entre ses conditions de vie et ses valeurs. Il assume sa position de non-impliqué sans être radical. Il peut rogner sur certaines parties de son confort mais pas beaucoup ! Il a le niveau de revenu qui lui permet de satisfaire la plupart de ses envies raisonnables, de voyager un peu et si certains de ses achats sont plus chers parce que plus émetteurs, il peut se le permettre dans une certaine mesure.

Enfin, **le réticent assumé** revendique sa position : son confort et ses plaisirs, il y tient, et il les considère comme un droit et un bien-être non négociable – même si, comme ses confrères réticents, il ressent tout de même la pression sociale. Toute forme de sobriété est considérée comme une atteinte à ce droit, à sa qualité de vie. Il affiche sa position, qui est la base de ses décisions quotidiennes. Ses tendances de consommation et d'émissions sont régies par son pouvoir d'achat, plus élevé que le sobre dissonant. En ce qui le concerne, il n'est pas responsable du problème climatique, il n'a donc pas à payer ni à se priver.

LE RÉTICENT FRUSTRÉ

Emma et Aude,

la trentaine sans enfants

Emma et Aude, approchant toutes les deux la trentaine et sans enfants, vivent en colocation dans un habitat collectif depuis trois ans. Emma vient de décrocher son premier contrat, un CDD avec une éventuelle conversion en CDI dans les ressources humaines, pour une entreprise moyenne locale de BTP tandis qu'Aude, après un Master, travaille à coups de CDD dans les ressources digitales. Pour Aude, Emma est « l'écolo de la maison », c'est surtout elle qui fait attention, et elle dit qu'il faut quand même faire sa part. Quant à Aude, elle voit assez mal pourquoi elle devrait « *faire des efforts quand le climat a déjà été bousillé* », et vu ce qu'elles émettent de toute manière, elle ne voit pas comment elle pourrait faire une différence.

Dans leurs efforts à construire leurs carrières, elles n'apprécient pas les contraintes imposées sur la voiture, qui les obligent à perdre du temps dans les transports en commun ou à vélo. Le remboursement partiel des abonnements à l'année ne résout qu'en partie le problème d'Emma tandis qu'Aude n'y a pas droit du tout.

Elles partagent donc une voiture hybride qu'elles ont achetée d'occasion. Il leur semble que construire une carrière devait être plus facile avant, quand il y avait moins de restrictions et de contraintes sur les transports.

Leur appartement de 68 m² est dans un bâtiment assez neuf, neutre en énergie (c'est la norme) et contrôlé par la domotique. Elles n'ont d'ailleurs pas la maîtrise sur la température (« *c'est censé être régulé pour être optimal nous a dit le bailleur* ») ni sur le fonctionnement du chauffe-eau hyper performant. Elles sont un peu frileuses, elles ont donc acheté un chauffage électrique d'appoint – un par chambre à coucher. Leur logement est peut-être neuf et efficace, mais 19°, c'est trop froid ! En été, c'est l'inverse, leur appartement est plein sud, il est trop chaud, surtout dans la chambre d'Aude.

Elles se sont achetée une petite *clim'* qui donne sur le salon-cuisine mais il a fallu un processus long et difficile, montrer leurs relevés de température intérieure au syndic et obtenir une autorisation exceptionnelle. Autrement, l'appartement est confortable et ne coûte pas cher en énergie.



Le lave-linge est collectif, il y en a deux au rez-de-chaussée dans une partie commune. Au début, « *laver son linge sale en collectif était gênant* » et les négociations pour distribuer les créneaux horaires d'utilisation ont créé des tensions. Depuis que le *concierge-énergie* a mis une appli sur la boîte domotique, cela va mieux et c'est plus flexible. En revanche, le fait de ne pas avoir de sèche-linge est vraiment un problème mais il paraît que ça consomme beaucoup et que ça bousille l'équilibre énergétique et hygrométrique du bâtiment...

Elles n'ont pas beaucoup d'activités ensemble, sauf pour les soirées entre amis de temps en temps. Aude a un copain et elle passe ses week-ends chez lui, ils sortent souvent hors de la ville, en voiture. Emma, elle, préfère rester en ville et elle profite des parcs et des trames vertes à vélo – pour le plaisir, pas pour se déplacer. Cela lui permet de récupérer de ses séances de crossfit, qu'elle fait trois fois par semaine, le soir. Ce sont les jours où elle utilise la voiture pour ses déplacements, le club est entre son travail et son domicile mais il faut faire un détour. En revanche, pour rendre visite aux parents (une fois ou deux par mois), elle se déplace en train, c'est à 1,5 heure et elle en profite soit pour travailler soit pour regarder une série. Les nouveaux services de connexions et de possibilité de mobi-travail dans les trains se sont beaucoup améliorés depuis dix ans et rendent le voyage beaucoup plus agréable et plus efficace pour le travail. Elle fait très souvent des réunion-vidéos dans le train, et habituellement, cela se passe sans coupure.

Pour leur alimentation, elles font attention. Elles veulent rester en forme et en bonne santé mais toutes les deux sont amatrices de viande. Elles n'en mangent pas tous les jours, depuis quelques années, les prix ont trop augmenté et c'est devenu trop cher pour leur salaire. « *Mais c'est meilleur pour notre santé, on n'en mangerait pas tous les jours même si on avait l'argent* ».▲

LE RÉTICENT CONFORTABLE

Paolo, Marie-Ange

et leurs trois enfants

Le travail de Paolo, 46 ans, est le facteur explicatif de beaucoup de ses attitudes et de ses pratiques ainsi que d'une partie de celles de sa famille. Il est dans un poste à haut niveau de responsabilité avec le salaire qui correspond. Il est toujours en réunion, voit sans cesse des gens et effectue beaucoup d'heures supplémentaires. Quand il retourne chez lui, dans la couronne de Lyon, il a sa femme et ses trois enfants de moins de 12 ans qui l'attendent. Sa voiture, hybride, appartient à l'entreprise pour laquelle il travaille. Lui, qu'elle soit essence, électrique ou hybride, peu lui importe. Ce qui est important, c'est d'avoir sa voiture et il « *n'apprécie pas toutes les stratégies antibagnoles déployées par les collectivités !* ». C'est sa bulle personnelle, « *son salon perso mobile, le seul moment où il est seul, c'est génial !* ». C'est donc un automobiliste d'affinité. Les transports en commun, ce n'est pas pour lui, il les refuse : « *le bus, le tram, c'est du transport de bétail* ». Le vélo, c'est pour les loisirs et les enfants, « *pas pour les vrais déplacements* ».



La famille est, comme ils le disent eux-mêmes, « *non conventionnelle dans son conventionnalisme* » : sa femme ne travaille pas mais elle a une vie sociale active, en partie à cause de – ou grâce à – ses réseaux liés aux activités extra scolaires des trois enfants et aux amis du quartier avec qui elle s'occupe d'un jardin collectif. C'est elle qui s'occupe des courses, qu'elle fait surtout dans le quartier – on y trouve de tout. Elle achète parfois des produits bios mais cela dépend des produits : « *les bananes et les oranges, ça ne sert à rien, la peau est épaisse* ». Elle ne regarde pas l'étiquette des émissions sur les produits. Ils sont flexitariens moyens ; ils mangent de la viande plusieurs fois par semaine mais pas tous les jours, « *c'est trop cher, bio ou pas, surtout à 5 ! Mais en été, on adore nos BBQ* » et ils achètent des végésteaks pour leurs amis végétariens.

Ils habitent dans une maison mitoyenne construite en 2014, qu'ils ont rénovée en 2035, en raison de l'obligation légale qui prend en compte le niveau de revenu. Ils ont ainsi eu droit au prêt à taux zéro et à quelques déductions d'impôts mais pas assez : les rénovations ont rallongé le temps de remboursement du prêt immobilier de 8 ans. Ils ont attendu le plus longtemps possible pour les faire, pensant pouvoir y échapper mais ce ne fut pas le cas et au final attendre n'a pas été une bonne idée. Ils ont fait le minimum requis par la loi, selon l'âge de leur bâtiment. Comme les enfants l'ont fait remarquer, cela a réduit le bruit de la rue, passante, et la facture. Cela a aussi amélioré leur confort en été. Deux ans après les rénovations, ils ont réduit le chauffage de 22° à 21° en hiver, surtout pour des raisons financières mais aussi parce que le nouveau confort thermique le permettait. Un autre bénéfice, qu'ils n'avaient pas prévu : le gain sur le confort d'été et la diminution de leur *clim*.

En renégociant leurs contrats de services avec leur fournisseur, ils ont pu obtenir la dernière version de leur système de domotique énergétique. Marie-Ange et Paolo ont une appli sur leurs téléphones qui leur permet de gérer le chauffage, la *climatisation* et le chauffe-eau durant leur absence avec une offre de tarifs assez agressifs mais attrayant financièrement. « *Mais gaffe à ne pas utiliser les extras en heures pleines, ça coûte très cher !* ». Au final, leur facture a diminué de 8 %. Ils font attention à l'éclairage et les enfants prennent un bain par semaine, sinon ce sont des douches. Ils ont acheté le tout dernier sèche-linge « *avec trois enfants, ça devient de l'esclavagisme, faut pas exagérer non plus !* », très efficace mais le cycle est long. Avec le programmeur, ils ne le lancent que dans le milieu de la nuit, mais ça oblige à lancer le lave-linge assez tard le soir et ensuite, de transférer dans le sèche-linge avant de se coucher - ils oublient souvent.

Leurs loisirs se font surtout dans leur quartier, sauf pour l'escrime du second qui est un peu loin. Il pourra bientôt y aller en tram seul mais pour l'instant, sa mère l'accompagne en voiture et son père le ramène après le travail. Ils alternent leurs vacances tous les deux ans entre des vacances « *en France ou pas loin* », en voiture, et les autres plus loin, en avion, mais une fois sur place, ils ne bougent plus beaucoup, profitent de la vie locale en se déplaçant en train ou en autobus. Autrement, ils apprécient les offres vertes du quartier, « *qui sont quand même bien foutues, avec les activités pour les enfants, les endroits pour les BBQ, les cours sur la biodiversité le long du cours d'eau, c'est chouette !* Et en plus ça apporte une vraie fraîcheur ». ▲

LE RÉTICENT ASSUMÉ

Olivier et Audrey,

couple recomposé avec enfants vivant dans un village

Olivier travaille dans le BTP, Audrey est gérante d'une grande boutique de mode connue. Leurs horaires les font parfois travailler tard le soir et Olivier est souvent en déplacement. Ce sont des irréductibles de leur confort et ils l'assument : ils aiment la viande et les BBQ du week-end entre amis et adorent prendre un bain – ils ont même un jacuzzi chauffé, sur la terrasse, qui fonctionne neuf mois par an.

Ils ont deux enfants, un chacun de leurs précédentes relations. La fille d'Audrey est une adolescente, assez autonome, qui vit avec elle et Olivier une semaine sur deux tandis que la fille d'Olivier, huit ans, vient tous les deux week-ends. Les horaires du week-end sont donc très difficiles à gérer, plus que ceux de la semaine. Ils ont besoin de deux voitures, ils n'ont pas le choix s'ils veulent garder leur confort et ne pas s'épuiser. Ils y tiennent. De plus, en raison de son travail, Olivier ne peut pas s'acheter un véhicule électrique, à cause du matériel et de ses déplacements. Audrey est plus flexible dans ses modes de mobilité : certains jours, elle se déplace en transports en commun ou à vélo (mais seulement les beaux jours) et d'autres en voiture électrique, quand elle a des rendez-vous ou des livraisons.

Ils habitent dans une petite maison dans une commune de campagne à 25 km d'une ville. Ils ont profité des aides financières pour la rénovation en milieu rural. Ils ont confiance dans leur relation de couple et pensent qu'ils vont vieillir ensemble. Il était alors logique de rénover leur maison de presque 60 ans. Elle avait été rénovée en 2008 mais les techniques ont beaucoup évolué. Après en avoir discuté ils ont décidé que la climatisation ne valait pas vraiment la peine. Le village est protégé de la chaleur d'été par une colline et il est bien végétalisé, il a obtenu le prix « Espaces Verts Urbains » plusieurs fois. Les espaces pour les enfants sont bien conçus, les jeux sont intégrés aux arbres et au petit cours d'eau. Ça ajoute beaucoup à leur qualité de vie et c'est un des facteurs qui les a incités à déménager dans le village.

Ils se partagent les courses selon qui a le temps. Il y a une supérette pas loin de la maison, et ils s'y arrêtent lorsqu'ils manquent de petits trucs. Il y a aussi un marché local deux fois par semaine avec beaucoup de produits bio locaux mais ils ne peuvent y aller que le samedi. Pour les grosses courses, ils vont dans une grande surface dans une zone



d'activités entre leur maison et la ville mais ce n'est pas sur le trajet du travail, il faut faire un déplacement spécifique.

La mutualisation des équipements, ce n'est pas pour eux. Devoir partager un lave-linge ou sèche-linge, c'est trop intime. Et franchement, c'est trop contraignant sur les horaires. Ils ont donc conservé leur lave-linge et leur lave-vaisselle mais pas leur sèche-linge, cela leur semblait un coût trop élevé par rapport à ce que cela faisait en gain de temps, d'autant plus que les enfants étendent le linge.

Pour ses loisirs, Olivier enseigne un cours de sport par semaine même si parfois, c'est difficile au niveau des horaires. Mais ce cours de sport lui offre aussi ses amis et ses réseaux d'aide quand il a besoin d'un coup de main ou d'un avis. Audrey n'a pas de loisirs réguliers mais elle sort souvent avec ses copines parfois en semaine pour prendre un verre et parfois le week-end, pour faire des balades. Dans ce cas, elles covoiturent, c'est plus drôle. ▲

1.3 Les variables

Les variables sont des gens... complexes et plus diversifiés dans leurs représentations et leurs pratiques que les réticents et les moteurs. Justement parce que si, à l'instar des autres profils, ils varient entre les trois niveaux de motivations, ces variations dépendent de la phase de vie dans laquelle ils sont, et se distinguent d'un secteur de consommation à un autre. Ils jouent entre ces secteurs et leurs phases de vie, trouvent un équilibre qui reste stable dans certains cas ou certains secteurs, mais évolue dans d'autres, selon leurs préférences et leurs envies. Du point de vue de la narration, la diversité des croisements possibles entre pratiques, motivations et secteurs est donc plus grande. Ces variables composent la catégorie la plus nombreuse et la plus diversifiée de la population, et c'est pourquoi trois portraits seulement leur rendent moins justice.

Les variables font des arbitrages, souvent en réaction à des changements, des opportunités (changement de travail, hausse de salaire, arrivée du second enfant, déménagement...), des nouveaux obstacles... Ces arbitrages se font entre : i) leurs plaisirs ; ii) leurs « besoins » ; iii) leurs niveaux d'efforts – et leur perception des effets de leurs efforts et enfin iv) leurs valeurs (écologiques mais aussi leur définition de leur qualité de vie et de confort). Ainsi certains préfèrent voyager et font attention à leur consommation de viande tandis que pour d'autres, c'est l'inverse. Cette préférence peut aussi s'inverser selon les phases de la vie, avec l'arrivée du second enfant, par exemple. Certains préféreront donner la priorité à des déplacements doux tandis que d'autres pensent avoir besoin d'un véhicule privé. Le passage à la retraite a un vrai impact, pouvant provoquer une modification des priorités et une augmentation des voyages mais aussi, susciter l'implication dans la vie de quartier et des associations.

Autrement dit, le variable est un profil adaptable, qui calibre et calcule de manière flexible et pour qui une pratique sobre facile peut devenir une contrainte et inversement. Les niveaux relatifs (bas, moyen, élevé) d'émissions avec lesquels ils sont confortables dépendent donc de ces arbitrages complexes et fluctuants dans certaines limites. La sobriété leur plaît parfois, selon le secteur et leur phase de vie mais parfois, elle est trop contraignante. La gestion et l'efficacité énergétiques viennent alors en appui de cette sobriété variable.

Les valeurs écologiques ne sont pas une priorité mais ils n'ignorent pas non plus le problème. L'environnement et le changement climatique sont plus importants pour les variables sobres que pour les deux autres, pour qui le confort et le plaisir ne sont pas toujours conformes à des objectifs de réduction ou ZEN, qu'ils vont alors tendre à prendre comme une contrainte partiellement acceptable. Avec toute cette fluidité et ces changements, le critère fort de distinction devient alors le niveau relatif d'émissions associé à leurs pratiques. En effet, en règle générale, les variables font tous plus attention à l'efficacité technique de leurs appareils (dans les limites de leurs moyens) et à leur gestion plutôt qu'à la sobriété. Cette dernière varie d'une phase à l'autre de leur vie ou d'un secteur à un autre selon la phase de vie mais elle n'est jamais aussi importante que chez les moteurs.

Le variable sobre s'approche du moteur « sobre heureux » dans ses émissions et son attitude mais ne va pas aussi loin et ne prend pas autant de plaisir à être sobre ni dans ses efforts de réduction. Il pense cependant qu'il doit être sobre pour des raisons éthiques, sans trop faire d'excès ni dans un sens ni dans l'autre.

Le variable confortable est probablement le profil le plus à l'aise (avec le « sobre heureux ») avec sa position dans une société ZEN : il pense que ses efforts correspondent à ses objectifs et apprécie les retours de ses efforts. Cela vaut la peine, même si cela ne règle pas le problème en soi. Il ressent la satisfaction de savoir qu'il ne participe pas au problème tout en ayant une vie de qualité, et conforme avec ses valeurs.

Le variable réticent s'approche des « réticents confortables ». Il pense qu'il doit faire des efforts pour les autres, mais cela lui coûte et il n'en fait que là où son confort n'est pas rogné. S'il fait attention, c'est souvent pour des raisons autres que le climat. Par exemple, il fait attention à sa consommation de viande pour des raisons de santé plutôt que d'émissions de gaz à effet de serre.

LE VARIABLE SOBRE

Marie,

mère célibataire d'un garçon de douze ans, « écolo »

Marie est mère célibataire d'un garçon de douze ans. Elle n'a eu « que son bac » mais a une grande culture générale et se sent personnellement préoccupée par le changement climatique. Elle n'en fait « pas une idéologie, c'est juste une question de bon sens et d'intelligence ». Pour elle, les efforts des vingt-cinq dernières années vont dans le bon sens mais elle souhaiterait que ce soit plus facile pour certains ménages dans des situations comme la sienne.

Elle cumule quelques boulots à temps partiel dont un pour une agence du gouvernement, à mi-temps. Elle est aussi employée par la ville (à 25 %), pour s'occuper d'un jardin collectif. Elle a un bon réseau d'amis et d'entraide, et elle utilise beaucoup la monnaie locale (« une des premières à s'être inscrite ! » dit-elle fièrement). Ses revenus sont bas mais elle vit dans un appartement neuf, géré par un bailleur social. Les charges sont basses, le chauffage lui coûte peu et il y a un double-flux et un double système photovoltaïque-eau chaude sur le toit. Elle trouve cela valorisant de vivre dans un tel immeuble. Beaucoup d'équipements sont mutualisés d'ailleurs : lave-linge, service de voiture sur prêt, vélos, BBQ. Le bailleur social interdit la climatisation et les sèche-linge mais au final, ils ne souffrent pas vraiment de la chaleur. Elle pense que c'est une bonne chose, mais ses voisins, avec trois enfants, n'ont pas apprécié et se sont achetés un petit climatiseur. Elle n'a même pas de « vrai four », juste un petit sur le comptoir pour faire des mini-gratins. Elle préfère les plats mijotés ou sautés à la poêle, sur sa cuisinière électrique.

Une bonne partie des murs extérieurs sont végétalisés et son appartement est dans un îlot avec des jardins, des arbres fruitiers et des petits plans d'eau. À l'extérieur de son appartement au 4^e étage, c'est de la vigne dont elle peut manger les raisins, ce qui est un vrai plaisir pour son fils. Si cela attire les insectes, ça lui donne aussi de la fraîcheur en été : son appartement est plein sud... En plus, elle a un petit jardin de balcon avec des tomates, des poivrons, des herbes aromatiques, et des fleurs, et un mini composteur pour les alimenter. Cela enseigne à son fils « le vrai goût des aliments et ça lui donne une connexion directe à la nature ; les plantes sont sa responsabilité – et ça lui sort le nez des écrans » !

Elle ne se considère pas comme végétarienne car elle mange du poisson et des produits laitiers « on est des flexitariens tendance végé ! ». La viande, c'est une fois par semaine environ, (presque) toujours bio mais ça pèse lourd dans son budget très restreint. Elle juge cependant que son fils en a besoin pour sa croissance. Heureusement qu'il y a les paniers AMAP bio.

Son gros poste d'émission (elle fait le calcul régulièrement) est sa voiture à essence (c'est une des dernières à circuler avant l'interdiction totale...) mais elle a eu droit à une dérogation grâce à ses revenus, parce que même avec les bonus-malus, elle ne peut pas s'en acheter une récente. Elle l'utilise le moins souvent possible, surtout pour sortir de la ville durant les week-ends, pour « se ressourcer dans la nature, se baigner dans des lacs, voir nos amis de l'AMAP ». C'est pour eux une façon bien réelle de se faire plaisir, d'améliorer leur qualité de vie. Quand elle était jeune, elle allait régulièrement au ski, mais maintenant, c'est fini. Seules les stations de haute montagne ont survécu, et c'est devenu trop cher et trop snob.



LE VARIABLE CONFORTABLE

Thomas et Céline,

à la retraite depuis 10 ans

Thomas et Céline sont à la retraite depuis dix ans. Quand ils étaient jeunes, avant de se rencontrer, ils avaient tous les deux profité des différentes opportunités offertes par l'Union européenne et la région durant leurs études pour voyager et vivre à l'étranger. S'ils ne font plus les voyages à la dure, avec un sac à dos, ils voyagent toujours mais de manière confortable même s'ils refusent toujours les voyages organisés ; « ce sera pour quand on sera vraiment vieux ! » dit Céline en blaguant. Ils font leur calcul d'émissions une fois par an : c'est leur gros poste d'émissions. Ils prennent l'avion deux fois par an mais une fois sur place, ils se déplacent « toujours comme des jeunes en bus, en train, en vélo ». Si besoin, ils louent une voiture électrique pour se déplacer.



Au quotidien, ils se sentent écolos mais « on n'est pas des ayatollahs du climat » ; ils tiennent à leur confort, se chauffent à 21° (« les vieux sont frileux ! ») mais font une gestion énergétique très fine de leur domicile et des postes de consommation, grâce à la domotique – Thomas est ingénieur. Ils ont installé la climatisation dont ils ne se servent que durant les canicules. En dehors de ces périodes, ils veillent à tout fermer durant le jour et à bien aérer la nuit. Ils n'ont pas de sèche-linge depuis au moins vingt ans et ont acheté avec leurs voisins un lave-linge, situé dans un garage mitoyen qu'ils partagent, à l'amiable. Les deux ménages l'utilisent aussi pour entreposer quelques objets, mettre les vélos – les voisins ont deux enfants. C'est ce qu'ils utilisent pour leurs déplacements quotidiens, autrement, c'est la voiture électrique pour les sorties hors de la ville – « ça ne pollue pas, donc on ne se prive pas ».

Ils ont acheté une maison en milieu semi-urbain il y a vingt ans, pas loin du centre, avec un jardin, un cerisier, des fraises et des framboises. Ils y ont installé une ruche il y a déjà dix ans. Le jardin leur offre beaucoup de fraîcheur en été : ils ne profitent donc pas des espaces verts de la ville, ils l'ont chez eux ! Ils ont fait faire quelques travaux pour améliorer encore plus la qualité énergétique quand ils

ont installé des panneaux à double fonction photovoltaïque-eau-chaude sur le toit. Ce n'était pas obligatoire pour eux, en raison de la qualité du bâtiment mais l'idée de l'autoconsommation – et de ne pas payer leur énergie – leur plaisait beaucoup.

Ils font attention à leur santé, et en plus du sport et du vélo, ils mangent le plus bio et local possible, le plus souvent dans des AMAP, parfois de producteurs qu'ils connaissent personnellement. Ils mangent entre deux et trois repas de poisson ou de viande par semaine, et toujours bio. Sauf en voyage, où ils se permettent des « écarts » car goûter la nourriture locale est un de leurs grands plaisirs.

Globalement pour eux, la transition se passe bien, la vitesse et l'ampleur des changements correspondent bien à leur style de vie et leurs valeurs. Ils aimeraient que certains aspects soient moins pénalisants – comme le prix de la viande bio – mais ils comprennent bien la situation et les efforts, donc ils acceptent les contraintes ou payent pour leurs écarts. Mais ils pensent que pour des gens plus précaires, ça doit être très difficile.▲

LE VARIABLE ÉMETTEUR

Lucien et Sofia,

en fin de carrière, amateurs de leur confort

Lucien et Sofia, en fin de carrière, admettent qu'il faut faire quelques efforts pour le climat, mais ils ont assez donné quand ils étaient jeunes, alors maintenant, ils veulent en profiter : préparer leur retraite qui arrive dans moins d'un an, profiter de leur temps libre, de leurs petits-enfants, des voyages et des repas de familles les week-ends. Ils vivent dans un appartement ancien rénové dans un beau quartier de la ville avec des espaces verts et un petit cours d'eau que la ville a ramené à l'air libre. « Ça fait de la fraîcheur en été mais ça amène aussi des moustiques ! » Ils sont au rez-de-chaussée, avec un petit jardin d'herbe avec quelques fleurs. Ils ont un sèche-linge et un lave-linge, qu'ils ont depuis des années et que Lucien a réparés lui-même – il est bricoleur – déjà plusieurs fois. « Ça consomme mais si on fait le bilan de l'empreinte environnementale, mieux vaut les garder et rallonger leur fin de vie ! »

Leurs revenus les mettent dans la classe moyenne, « celle qui tombe souvent hors des clous pour la plupart des aides à la rénovation » disent-ils avec frustration. Ils en comprennent bien la finalité mais critiquent les moyens mis en œuvre, qu'ils jugent insuffisants. Pour leur appartement, ils n'ont fait rénover que les fenêtres au nord et ont ajouté une pergola au sud pour se protéger de la chaleur. Ils auraient pu faire plus, ils ont fait le calcul et ils en auraient les moyens (en se serrant un peu trop) mais ils ne tombaient pas sous l'obligation et vu leur âge et le temps qu'ils passent dans leur logement, ça ne valait pas la peine. Ces petits changements, ils en sont plutôt contents : c'est un peu plus confortable en hiver comme en été avec les canicules, et c'est beaucoup moins bruyant (les activités des jeunes du parc à côté sont parfois tardives et sonores !).

Leur logement ne leur coûte pas trop cher en chauffage (c'est du collectif urbain – une petite centrale au bois de quartier – avec une facture répartie selon la consommation). Le photovoltaïque installé sur le toit du 6e alimente les parties communes, les caves et parkings, les trois lave-linge et les deux sèche-linge qu'ils partagent. Le surplus est vendu à l'opérateur d'énergie et nourrit le compte de la copropriété pour les travaux et l'entretien. « Cela réduit la facture des charges pour les familles, c'est bien. » Ça a d'ailleurs amené le syndic à proposer de n'avoir que deux sèche-linge, utilisables seulement durant les heures creuses. « Mais franchement, c'est débile : qui va faire sécher le linge à 2 heures du matin ?!? ». Moins de dépenses énergétiques signifient davantage de revenus pour le syndic.

Pour leur retraite, ils se sont offert un cadeau, un fantasme auquel ils songeaient depuis quinze ans : une caravane, confortable, quasi de luxe. C'est un projet qu'ils savent bien contraire aux tendances actuelles. Ils en payent le prix, d'ailleurs.

C'est une envie qu'ils ont eue durant l'un de leurs voyages aux Etats-Unis, en voyant ces couples à la retraite voyager en Winnebago, avec home cinéma, douche (même un jacuzzi) et Internet satellite... De retour en France, ils ont d'abord songé à un véhicule électrique mais ils sont trop petits pour leur confort – et comment faire pour le réfrigérateur ? Ils ont donc opté pour un Voyageur plus grand, hybride. Ils sont souvent sur les routes de France mais aussi d'Allemagne, de Suisse, d'Autriche et toute l'Europe du sud en hiver. L'essentiel de leurs économies va dans ces voyages. Parfois des amis ou des membres de leur famille viennent les rejoindre. Avec toutes les contraintes sur ce type de moteur thermique depuis plusieurs années, « ce mode de vie, c'est presque de la résistance ! » mais ils ne peuvent concevoir leur retraite autrement.

Quand ils sont en ville, leurs activités sont assez simples et au final, peu urbaines. Ils ne sortent pas trop au cinéma 4D ni au théâtre. Ils se préparent plutôt pour leurs voyages : Lucien prend des cours de photographie – il a même commencé à exposer – et Sofia, des cours de langues qu'elle choisit selon le pays qu'ils iront visiter l'été suivant. Ils se déplacent souvent à vélo (qu'ils amènent avec eux en voyage) mais pas s'il fait froid ou s'il pleut trop, ni en pleine canicule. Dans ces cas ils utilisent leur voiture électrique.

Ils font relativement attention à leur alimentation pour des raisons de santé « si on ne peut plus se faire plaisir, ça ne vaut pas la peine ! ». Ils mangent de la viande plusieurs fois par semaine, parfois bio mais pas toujours.

Ils ressentent parfois la pression de faire mieux (« se serrer la ceinture, tu veux dire ? ») mais ils en font déjà assez. Ils ont parfois des discussions passionnées avec un couple de voisins, « sympas mais des écolos purs et durs, » qui se chauffent à 18° et qui sont dans la sobriété heureuse. « Pourtant, ils ne sont pas pauvres ! ». En plus, ils sont végétariens et participent même à un programme de quotas individuels de CO₂, c'est dire ! Il n'y a pas de conflits entre eux mais ils limitent leurs échanges, trop de différences de valeurs...▲



1.4 Les moteurs ou sobres

Les moteurs sont les leaders d'opinion et des pratiques de sobriété ZEN, dans les deux sens du terme : non seulement ils font très attention à leurs émissions, mais en plus, ils se sentent bien dans ce rôle moteur. C'est une question d'éthique qu'ils mettent en pratique avec plaisir, un jeu et un exercice sur eux-mêmes qu'ils aiment faire. Être sobre participe à la qualité de vie et au bien-être. Mais tous les sobres ne sont pas à la même enseigne : certains ont plus de difficultés à l'être sur tous les plans, malgré toute leur conviction. Les inégalités et la précarité jouent chez les moteurs un rôle particulier : sans assez de revenus, difficile de faire installer du photovoltaïque sur le toit, de faire des travaux de rénovation ou de manger bio et local à chaque repas. Pour eux, ce ne sont donc pas les « injonctions » climatiques qui apparaissent comme des limitations, mais c'est plutôt leur pouvoir d'achat insuffisant qui est un frein à une meilleure sobriété, à l'inverse des réticents. Leurs désirs et leurs plaisirs sont en harmonie avec une société ZEN et donc, leur inconfort n'est pas dans le fait que cette société les empêche de consommer comme ils le souhaitent, mais tient plutôt à ce que certaines conditions les empêchent eux, d'en faire autant qu'ils le voudraient. Deux critères forts de distinction entre les moteurs existent donc : la profondeur de la conviction écologique et le revenu/pouvoir d'achat. Il n'est pas étonnant alors qu'aucun d'entre eux n'a la climatisation ni un sèche-linge.

Les valeurs du sobre sont globalement en accord avec ses pratiques et de plus, il prend plaisir à s'observer, à évaluer ses propres efforts et à s'améliorer.

Le sobre heureux se plaît à pratiquer la sobriété forte et la simplicité volontaires. Ses valeurs écologiques prennent une place importante dans son quotidien. Il est végétarien pour des raisons climatiques et d'éthique animale et il aime déjouer ce qu'il considère être les pièges de la « société fossile » en voie de disparition.

Le sobre frustré partage avec le sobre heureux les mêmes valeurs et le même plaisir à être sobre mais ses conditions de vie rendent les choses plus difficiles. C'est une source de frustrations mais il n'a pas trop le choix. Souvent plus précaire, il peine parfois à payer les services, produits et travaux qui lui permettraient de réduire ses consommations. Ou alors il n'est pas dans une situation qui lui permet de le faire – il peut être locataire ou vivre en milieu rural, par exemple. Il trouve cela injuste même s'il est réconforté par le fait qu'il observe depuis quelques années que les choses vont dans son sens.

Il vit donc avec des sensations d'inconfort, d'insatisfaction qu'il résout du mieux qu'il peut, parfois en faisant des efforts plus grands encore que le sobre heureux de classe moyenne. Il se rassure aussi avec le fait qu'il n'est pas loin des objectifs qu'il se fixe et que ses valeurs lui dictent.

Le sobre dissonant est un des grands insatisfaits de nos profils, à l'instar du réticent frustré, mais pour les raisons opposées. Il a des valeurs écologiques profondes, ses objectifs pour lui-même et la société sont ambitieux. Il ressent le même type de frustrations et d'insatisfaction que le sobre frustré mais de manière beaucoup plus forte. Quand il fait son bilan carbone, il se retrouve avec le même niveau que le réticent mais il n'aime pas du tout y être. Ces tensions fortes entre son mode de vie, ses émissions et ses valeurs profondes créent une dissonance cognitive qui se traduit chez lui en culpabilité. Il éprouve donc moins de plaisir que ses confrères sobres. Souvent de classe moyenne, il n'a pas toujours accès aux aides financières pour la transition climatique et énergétique.

Dans la réalité, il fait des efforts bien plus grands que les autres profils pour tenter de réduire cette dissonance.

LE SOBRE HEUREUX

Kylian,

père célibataire, « écolo », sobre

Kylian est un père célibataire dans la jeune quarantaine. Profondément convaincu par la crise climatique, il trouve aussi beaucoup de plaisir à tenter des « nouveaux trucs » avec sa fille de treize ans pour réduire leurs émissions. Ils ont complètement intégré tous les progrès des vingt dernières années car ce ne sont pas des contraintes pour eux.

Ils utilisent depuis toujours tous les deux le vélo et les transports en commun même lorsqu'il pleut. Il admet que c'est facile en ville, en campagne il n'est pas sûr qu'il y arriverait. Sa fille et lui sont des sobres heureux, pour eux, c'est « *comme un jeu de piste ou de cache-cache avec sa propre empreinte* ». Lorsqu'ils sont arrivés dans leur appartement neuf il y a cinq ans, ils ont passé plusieurs semaines à tenter de trouver comment améliorer encore plus à la fois leur confort, leur facture et leur empreinte. C'était aussi une façon d'apprendre à mieux connaître leur nouveau domicile. Les deux sont végétariens depuis toujours, autant pour des raisons climatiques que pour le droit des animaux. Ils sont aussi dans une association qui plaide pour l'amélioration des conditions de vie des animaux voués à l'abattage et dans les zoos.



La fille de Kylian prend des cours d'arts martiaux – elle se déplace en tram – et lui, de yoga, deux fois par semaine, tous les deux les mêmes soirs, ça simplifie les horaires. Le week-end, c'est plus aléatoire, ils aiment bien se promener en ville, vont voir des films ou des concerts publics. Le réseau de pistes cyclables est bien développé et les amène en dehors de la ville. Ils les explorent souvent.

C'est lui qui s'occupe du jardin potager sur le toit du bâtiment. D'ailleurs, il occupe un métier qui a été créé il y a quelques années : concierge expert en énergie. Il donne des conseils sur la sobriété et l'efficacité aux habitants de l'îlot de quatre immeubles où il vit. Il a un salaire moyen mais un loyer bas et cela lui apporte une énorme satisfaction personnelle. De plus, il apprend beaucoup car il doit souvent résoudre des petits problèmes techniques, liés à l'apport élevé des nouvelles technologies des bâtiments BEPOS, connectés et sobres en consommation d'eau. Ou parfois à cause des problèmes de lave-linge, mutualisés au rez-de-chaussée de chaque bâtiment de l'îlot. Bien entendu, dans ces nouveaux développements, il n'y a pas de sèche-linge et ils sont interdits dans les appartements, tout comme la climatisation.

La plupart des habitants sont sensibilisés et la performance de l'îlot dépend de la consommation finale des ménages – autant pour l'eau que pour l'énergie. Et, comme il l'a appris sur le terrain, « *ce n'est pas parce qu'on sensibilise les gens qu'ils passent à l'action !* ». Une partie de son travail est donc également la pédagogie et la sensibilisation mais avec un travail d'accompagnement au passage à l'acte.

Pour leurs vacances, ils voyagent en train. Une année sur deux, ils restent en France et l'autre année, ils font un voyage à l'étranger dans les pays européens avec des connexions en train ou par bateau jusqu'en Tunisie.

Bien entendu, ils ont réduit au maximum les appareils électroménagers, mais l'îlot a des locaux spéciaux d'équipements mutualisés : voitures et vélos électriques, lave-linge, jeux de société, matériel de jardinage... Pour les autres produits de consommation, très conscients des impacts entre autres du transport, ils ne font que peu recours à l'e-commerce et essaient de trouver des produits les plus locaux possible, là aussi un jeu qui leur prend beaucoup de temps.▲

LE SOBRE FRUSTRÉ

Nicolas et Bouchra,

en couple, trois enfants, sobres mais voulant faire beaucoup mieux

Ce couple sobre est insatisfait non pas parce qu'il voudrait consommer plus mais parce qu'il voudrait faire plus. Leurs conditions de vie objectives rendent les choses difficiles. Avec trois enfants, leur usage de la voiture (hybride) est plus important qu'ils ne le souhaiteraient, surtout que les deux travaillent. Ils font une partie de leurs courses dans le quartier mais il n'y a pas tout : ils vivent dans un quartier classique limitrophe d'une ville moyenne. Leur appartement (dans un bâtiment de trois étages, huit logements en tout) est dans un vieil immeuble des années 1990, mais il est rénové et chauffé au biogaz. C'était au gaz naturel avant mais le mix énergétique et la loi ont changé les choses il y a une petite dizaine d'années. Même si c'est mieux, ils préféreraient se chauffer à l'électricité « vraiment verte ».

Ayant beaucoup voyagé dans leur jeunesse, Nicolas et Bouchra aiment beaucoup cuisiner « global », asiatique surtout. Les boutiques du quartier n'ont pas tous les ingrédients – les enfants adorent le japonais – et il n'y a pas non plus de grandes surfaces à proximité. C'est un regret qu'ils ont mais qu'ils acceptent : ça fait trop monter le bilan carbone !

Avec deux adolescents qui mangent comme des ogres, ils font les courses en voiture une fois par semaine dans une grande surface et en profitent en même temps pour aller en ville et faire les emplettes « hors normes ». Ils comprennent bien sûr que s'ils mangeaient de manière plus classique, ils se déplaceraient moins pour les courses mais c'est un plaisir non négociable. L'autre source de mobilité liée aux courses est le fait qu'ils sont végétariens (mais pas végétaliens). Il y a beaucoup plus de ces produits partout mais la petite surface de proximité n'a pas assez de produits.

Leur petit quartier est très bien sur tous les autres aspects : des écoles pas trop loin (les plus grands se déplacent soit en bus soit à vélo) et la plus jeune, en CM2, utilise un pédibus. Il y a un parc et un centre de loisirs où la petite fait du judo. Un des deux grands joue à des jeux en ligne et l'autre fait de l'escalade en salle. C'est trop loin, donc, une fois par semaine, il y va en bus mais son père va le chercher en voiture, les horaires sont trop compliqués. Ça le ferait rentrer vers 20h30. Les loisirs

et les horaires d'activités libres sont largement structurés par ceux des enfants. Pour les parents, « les quelques heures libres qu'il nous reste sont passées à ne rien faire si possible ! ».

Ils regrettent qu'il n'y ait pas de mutualisation des équipements. Ce n'est pas faute d'avoir essayé. Bouchra a tenté de monter un projet avec les voisins et les parents de l'école mais a abandonné après quelques mois. Les gens n'avaient pas envie de partager des lave-linge ni des sèche-linge – à cause des horaires apparemment – et pour les vélos, la plupart en avaient déjà. Au final, pas assez de monde et une culture un peu trop individualiste. Le partage de l'équipement du jardin au rez-de-chaussée a fonctionné, heureusement, avec les voisins directs.

Ils sont à la recherche depuis trois ans d'un terrain pour construire une maison la plus écolo possible mais les nouvelles règles d'aménagement et d'usages des sols limitent les opportunités pour les maisons individuelles, ou alors il faut aller très loin des centres urbains. Ils regardent quand même pour s'en acheter une, mais leurs critères écologiques et énergétiques sont très stricts. Ils veulent éviter autant que possible les matériaux non nobles (artificiels) pour des raisons de santé et d'environnement : « une planète malade est un corps malade ». Mais les coûts restent élevés et les opportunités sont rares puisque l'emplacement ne doit pas les obliger à se déplacer encore plus en voiture.▲



LE SOBRE DISSONANT

Sacha et Mathieu,

un enfant, sobres mais voulant faire un peu plus



Couple dans la trentaine, Sacha et Mathieu (les deux travaillent) se considèrent comme des écologistes engagés : ils sont végétariens pour des raisons écologiques (« pas pour la santé même si ça joue »), ils achètent le plus bio possible, souvent dans une AMAP dont ils connaissent les producteurs.

D'ailleurs, leur approche de l'écologie est aussi solidaire et sociale et autant que possible, ils achètent des produits équitables pour des raisons de justice (« si on peut se permettre de se nourrir sainement, on peut aussi se permettre d'être équitable avec les producteurs des pays pauvres »).

Anti-voiture, ils n'avaient même pas de permis de conduire jusqu'à la naissance de leur enfant. Six mois plus tard, ils avaient tous les deux passé leur permis et quelques semaines après, s'achetaient une voiture, électrique, qu'ils utilisent le moins possible, et avec culpabilité. Pour eux, le véhicule électrique en ville n'est pas la solution à la voiture. Moins il y en aura, et « plus d'énergie propre il y aura pour des bonnes raisons » dit-il. Mais, selon elle, « là franchement, on s'épuisait, on n'y arrivait pas, avec les horaires de travail, et notre enfant qui commençait le judo... Trop dur ». Ils utilisent tout de même les transports en commun le plus souvent possible : « c'est génial, c'est une bulle, pas besoin de conduire ! ».

Leurs pratiques de sobriété prennent place dans un habitat trop énergivore pour eux. Locataire d'un appartement des années 60, dans un quartier un peu éloigné mais vivant du centre « c'est semi-rural, en fait, il y a même un peu

de production agricole de proximité qui est vendue sur le marché ». Le propriétaire a fait mettre du double vitrage, à leur demande, mais pas d'isolation, trop onéreuse, pourtant ils sont au dernier étage (« ça nous énerve, il ne voulait pas, ça lui coûtait trop cher. Et on ne sait pas comment il fait, mais la loi est censée l'obliger, non ? »). Ils se chauffent à l'électricité, à 19° et portent un pull. Il y a quatre ans, ils ont participé au Défi Famille à Énergie Positive, puis l'année d'après, à sa version « Cons-EauMoins » puis celle d'après, au Défi Famille à Alimentation Positive et cette année, à celle sur la mobilité (« bon, on n'a pas appris grand-chose sur celui-là, sauf pour les déplacements du week-end, ils avaient des bonnes astuces et des bonnes infos »). Ils ont tout de même réussi, à leur surprise, à diminuer de 15 % leur consommation d'énergie – mais vu qu'ils étaient déjà bas, ça n'a pas changé grand-chose à la facture. « Mais on le fait surtout parce qu'on ne veut pas faire partie du problème, on veut faire partie de la solution, même si ce ne sont que des petits trucs ». Là où il y a eu le plus gros gain, c'est sur leurs pratiques alimentaires : ils ont appris à cuisiner de manière différente, plus efficace mais très bonne aussi. Ils se sont finalement débarrassés de leur four.

Leurs loisirs sont dans le quartier et ils y vont à vélo. Les déplacements du week-end se font sur leur territoire et très souvent en bus ou en train ou quand c'est vraiment nécessaire, en voiture. Le quartier est un peu « bobo mixte ». Quand ils y sont arrivés, il existait déjà plusieurs centres d'équipements mutualisés (congélateurs, lave-linge, sèche-linge – qu'ils n'utilisent pas –, jardinage pour les potagers collectifs du quartier). La mutualisation fait partie du paysage et s'il y a parfois des ennuis avec des retours tardifs ou des équipements mal entretenus, pour l'essentiel, ça se passe bien et ça contribue aussi à la vie collective du quartier et permet le brassage des groupes.

Ils aiment bien voyager en train, visitent une région différente de la France chaque année et vont aussi une année sur deux ou trois dans les pays limitrophes, toujours en train, mais ils louent une voiture électrique sur place pour plus de liberté.▲

1.5 Les cobénéfices de la transition ZEN 2050 pour les ménages

Au-delà de son effet direct et indirect sur le climat, la transition ZEN décrite ci-dessus présente des avantages multiples pour les habitants, même s'il est difficile aujourd'hui de les quantifier ou de les classer. Sans doute l'un des plus importants sera **l'amélioration significative des conditions de santé par une réduction drastique de la pollution atmosphérique** (SO_x, NO_x, ozone, particules fines) causée par la combustion des énergies fossiles, en particulier dans les transports automobiles en milieu urbain et le chauffage au bois non performant qui aura été remplacé.

La qualité de vie en ville sera améliorée par une décongestion des villes, une réappropriation des espaces de circulation pour les modes doux, une amélioration de la sécurité des piétons et de la qualité de l'air, une meilleure valorisation des espaces verts pour la réduction des îlots de chaleur, et une meilleure accessibilité aux différents services pour l'ensemble de la population avec le développement des services publics de transport

et les services de proximité. La revitalisation des cœurs de villes et bourgs, le meilleur partage de l'espace public entre les différents usages du fait de la moindre place laissée à la voiture et la diminution du bruit causé par les moteurs thermiques contribueront également à l'attractivité urbaine.

La modification attendue des régimes alimentaires est de son côté susceptible d'entraîner des bénéfices majeurs en termes de santé publique et de nutrition, pour tous les consommateurs.

Dans les espaces ruraux, la maîtrise de l'artificialisation et la mise en œuvre d'une gestion intégrée des sols devrait s'accompagner d'une rémunération des services environnementaux. Elle pourrait ainsi favoriser un développement agricole plus attentif à la qualité des produits. Pour les agriculteurs et leurs voisins, **les avantages pour la santé de pratiques culturelles impliquant moins d'intrants chimiques** seront aussi significatifs.

Santé et changement climatique

Les effets bénéfiques pour la santé de la transition écologique ne doivent pas empêcher d'analyser et d'intégrer les conséquences sanitaires du réchauffement climatique : expansion vers le Nord des zones de maladies tropicales comme la dengue ou la malaria, allergies causées par des pollens ou micro-organismes différents de ceux auxquels nous sommes adaptés, maladies dues à des canicules ou impacts sanitaires d'événements climatiques extrêmes.

Les traitements existent déjà pour les zones plus méridionales mais patients et système médical devront faire de nouveaux apprentissages pour diagnostiquer ces nouveaux problèmes et les traiter de façon appropriée.



2

LES **GRANDS** **SYSTÈMES**

D'UNE FRANCE ZEN 2050

Comme cela est apparu dans la description des modes de vie, la transition ZEN suppose des transformations profondes des grands systèmes sociotechniques constitutifs de la société et de l'appareil productif. Ce chapitre décrit la situation à l'horizon 2050 par grand système.



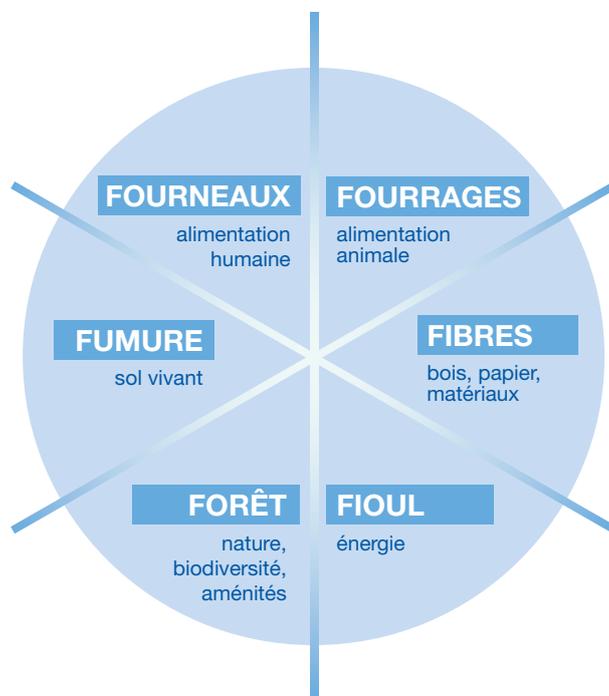
2.1 Alimentation, agriculture, forêt et usage des sols

La neutralité carbone conduit à considérer les émissions – positives ou négatives – associées à l'ensemble alimentation-agriculture-forêts-utilisation des terres.

Les évolutions de ce système se révèlent, dans cette approche, déterminantes pour les émissions résiduelles des autres secteurs.

Figure 1

Les « 6F » des usages de la biomasse, Afterres2050



Le système alimentation-agriculture-forêt-usage des sols peut être décrit ainsi : les terres agricoles et forestières fournissent des bioressources consommables pour les besoins de la société (alimentation humaine et animale, matériaux, énergie) ; leur mode d'exploitation mobilise des intrants, énergétiques ou non ; il contribue à l'émission de GES et d'autres polluants ; il influence la capacité de ces surfaces à stocker du carbone, à préserver la biodiversité et à offrir des services environnementaux, culturels et économiques. La recherche d'une meilleure gestion de ce système, dans la perspective de la neutralité carbone, est de fait extrêmement complexe.

Les concurrences et synergies entre usages des sols et de la biomasse (cf. Figure 1) sont donc au cœur de la problématique. Ainsi les déchets issus de l'élagage de grumes utilisés en bois d'œuvre ou d'industrie peuvent être valorisés en énergie, mais une parcelle agricole ne peut à la fois servir simultanément à faire paître des animaux et à produire des céréales.

En amont, compte tenu des différences majeures d'impacts entre une alimentation riche en protéines animales et une alimentation fondée plutôt sur des aliments d'origine végétale, la mutation des modèles de consommation alimentaire dans le sens d'une moindre consommation de protéines animales apparaît essentielle. Elle l'est d'autant plus qu'elle est déjà en cours. Ces mutations sont avant tout motivées par des considérations de santé et d'éthique animale (CREDOC) et elles témoignent de changements significatifs dans les motivations et les comportements.

On peut en attendre moins d'émissions directes de méthane dans l'élevage, une plus grande disponibilité en sols pour la forêt et les espaces

naturels (donc l'énergie et la biodiversité) mais aussi des modifications importantes des paysages (mix prairies-forêts) et des économies locales.

Dans cette perspective c'est **une nouvelle économie de l'agriculture et des espaces ruraux** qu'il faut repenser pour la transition vers la neutralité carbone. Il y a toutes les raisons de penser que cette nouvelle économie devra être conçue à l'échelle de territoires plus polyvalents, et devra intégrer la question du changement climatique dans ses différentes composantes.

La répartition de l'usage des terres entre production de ressources renouvelables, production agricole et prairies d'élevage, et l'arbitrage nécessaire entre usages alimentaires, alimentation animale, matériaux, énergie, séquestration du carbone et conservation des services des sols et des eaux demandera sans doute une gouvernance révisée par rapport à la situation actuelle.

La perspective d'une valorisation des aménités et des services rendus par les sols et des différents services fournis impliquera aussi une profonde transformation des métiers de l'agriculture et de la sylviculture, ainsi que des chaînes de transformation des matières premières agricoles ou forestières.

La neutralité carbone de la France fait de la biomasse une ressource critique, pour laquelle les concurrences entre usages devront être gérées en assurant la priorité à l'alimentation, et en accroissant la production (cf. 3.7) sans compromettre l'absorption de gaz carbonique et les autres services écosystémiques.

Biodiversité et climat

Les liens entre biodiversité et climat sont certes nombreux et complexes, mais aussi de plus en plus connus, comme attesté par les nombreux appels à traiter les deux thèmes simultanément dans le cadre des conférences internationales. De plus en plus de travaux les approfondissent ensemble. Le climat est d'abord une des causes majeures de l'érosion de la biodiversité^[6]. Les écosystèmes contribuent en sens inverse à protéger les populations des effets du réchauffement climatique, des mangroves protégeant des tempêtes à la végétalisation des centres-villes pour en rafraîchir l'atmosphère. La modification des écosystèmes, telle la fonte du permafrost ou une moindre absorption de CO₂ par les forêts, pourrait également constituer un facteur d'aggravation du changement climatique.

En France, le Plan Biodiversité de juillet 2018 prévoit de limiter l'étalement urbain et de fixer une date pour un objectif Zéro Artificialisation Nette. Il vise aussi à renforcer l'utilisation des solutions fondées sur la nature pour l'adaptation aux changements climatiques et la résilience des territoires.

⁶ La nature face au choc climatique, WWF, 2018.

2.2 Aménagement du territoire, urbanisation, transports

La politique d'aménagement du territoire et de la ville est à l'intersection de plusieurs problématiques : satisfaction des besoins de logement et d'activité économique, accessibilité aux différents services de santé, d'éducation, de culture, de commerces, de loisirs, accès aux activités professionnelles, et donc satisfaction des besoins de mobilité.

L'étalement urbain apparaît de plusieurs points de vue comme un phénomène négatif pour le climat parce que consommateur d'espaces naturels ou agricoles, cause d'émissions et d'autres risques liés à l'artificialisation des sols, générateur de mobilité contrainte et d'impacts sur la biodiversité. Pourtant, de nombreux ménages voient encore dans l'habitat périurbain le moyen de disposer de surfaces plus importantes, à proximité de la nature.

La ville, le bourg et le village denses mais bien aménagés pour fournir des services de proximité multiples, pourraient devenir un modèle dominant : il permet une meilleure gestion de l'énergie, que ce soit pour les besoins de chauffage des logements ou les besoins de mobilité, professionnelle ou de loisir. Ce modèle est possible en conciliant densité urbaine et qualité de vie en ville ; il suppose des politiques délibérées et volontaristes en

matière d'offre d'habitats adaptés aux besoins, de végétalisation du bâti, de valorisation des espaces non construits pour garder une proximité avec la nature et de limitation du bruit.

Ici encore, le souci de la transition ZEN conduira à des arbitrages délicats. Les collectivités locales auront un rôle clé à jouer pour assurer le **développement de centre-ville et centre-bourg plus denses et plus attractifs, regroupant l'essentiel de la population, et la gestion des zones périurbaines ou rurales** bien connectées pour assurer l'accessibilité aux services urbains. En centre urbain, le triptyque modes de transports doux et collectifs, logements à très basse consommation et réseaux énergétiques bas carbone devrait satisfaire les besoins des ménages. En milieu périurbain et rural, l'accent pourrait être mis sur la bonne gestion de transports individuels partagés et un certain degré d'autonomie énergétique avec des énergies locales, à l'échelle individuelle et territoriale.

Plus largement, la ville et son arrière-pays (alimentation, usages des sols, mobilité, production d'énergie...) devraient être plus étroitement liés qu'aujourd'hui où le transport lointain est peu coûteux ; un recours accru à l'économie circulaire en sera facilité.

2.3 Vers un renouveau de l'industrie

Le troisième grand système à transformer est celui du secteur productif de l'industrie. Dans l'optique d'une transition ZEN, l'étude fait l'hypothèse d'une stabilité de la production en volume et de l'absence de fuites de carbone (situation dans laquelle une entreprise, pour échapper aux coûts liés aux politiques climatiques, déplace sa

production dans un autre pays appliquant des règles moins strictes en matière de limitation des émissions). Cependant, la transition concerne aussi, largement, l'industrie avec à la fois la transformation énergétique de secteurs existants et le développement de nouvelles activités liées à la gestion de ressources différentes.

Transformation énergétique et opportunités industrielles

Si la transition se déroule et aboutit selon le scénario envisagé, les transformations industrielles seront portées par la transformation du système énergétique, qui présentera en 2050 des caractéristiques radicalement nouvelles, notamment du point de vue de la production et de la décarbonation des différents vecteurs. La réorganisation profonde des métiers et des acteurs de l'industrie et du secteur de la production d'énergie est déjà en cours aujourd'hui (cf. entre autres la section 2.4 pour les considérations de financements). L'émergence de la voiture électrique, mobilisant constructeurs automobiles, industriels des batteries, acteurs du transport, énergéticiens

et acteurs du digital en est l'exemple le plus perceptible. Quelques autres exemples permettent d'illustrer ces nouvelles activités industrielles, portées par la dynamique de réduction des émissions et l'innovation :

- Les activités **réduisant les consommations énergétiques**: dispositifs d'efficacité énergétique, production de matériaux isolants et équipements pour la rénovation énergétique ;
- Les activités permettant **une gestion intelligente et économe de l'énergie**: systèmes de gestion et contrôle de l'énergie, domotique, services de mobilité intelligents, stockage d'électricité ;

- **Les chaînes de valeur de la biomasse**, liées au fort développement du **biogaz**, biosourcé ou de synthèse (méthanisation, pyrogazéification et méthanation) mais aussi aux activités d'optimisation des sources, de leur conversion et de leur usage (transformation de bois ou de fibres) ;

- **Les industries à haute valeur ajoutée** : chimie verte, chimie du recyclage, fourniture d'électrolytes pour les batteries, matériaux de performances ;

- **Les industries liées au développement de technologies de rupture** : capture et stockage du CO₂, production d'hydrogène⁷⁾ par électrolyse voire combinaison des deux et technologies de Power-to-liquids sont aujourd'hui en développement ; la réduction de leurs coûts et le niveau de prix du carbone dimensionneront l'opportunité industrielle qu'ils représenteront.

Si les opportunités sont nombreuses, certains secteurs industriels liés aux énergies fossiles, comme le parapétrolier, le raffinage, la pétrochimie ou la fabrication de véhicules thermiques

font en revanche face à une transition plus difficile : ces secteurs verront leurs activités décroître fortement ou se transformer en activités dont les volumes seront peut-être plus modestes (centrales et raffineries de biomasse) ou qui seront parfois moins intensives en main-d'œuvre (fabrication de véhicules électriques) ou dépendantes de ruptures technologiques (Power-to-liquids).

Il convient de préciser que l'étude ZEN est construite sur les mêmes hypothèses de progression annuelle du PIB de l'économie française que les scénarios préparés par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, avec des valeurs de 1,3% et 1,4% jusqu'à 2030 puis 1,7% par an jusqu'à 2050. L'atteinte de la neutralité carbone dans l'étude ZEN tient donc compte de cette hypothèse de croissance économique et est compatible avec elle. Cependant, l'étude n'aborde pas les conditions nécessaires pour que ces hypothèses soient réalisées (moyens, coûts, financements, échéancier, risques...).

Nouveaux modèles d'affaires de la gestion des ressources

La transition ZEN ne peut être considérée comme une transition isolée, elle est étroitement liée à deux évolutions majeures déjà en cours qui s'influencent mutuellement : l'économie circulaire et la révolution du digital.

L'économie circulaire est indispensable à la transition ZEN dont elle est l'une des composantes : si la transition ZEN réduit la dépendance économique et géostratégique aux ressources fossiles, elle devrait augmenter la dépendance par rapport à un certain nombre de minéraux critiques (lithium, cobalt, terres rares, manganèse, nickel, cuivre...) du fait de leur origine géographique⁸⁾, dont le recyclage deviendrait l'une des sources de proximité.

Pour ces minéraux, la hausse de la demande entraînera vraisemblablement une amélioration de la rentabilité de certains gisements et des investissements dans les technologies permettant une réduction du contenu en matières et en énergie, ainsi que des technologies de recyclage (e.g. urban mining, séparation et purification). La question du développement de ressources minérales nationales (ou européennes) pourrait être examinée dans cette perspective suite à d'éventuelles prises de participation dans l'exploitation de ressources en dehors de la France.

Quant aux **matériaux structurels dont les procédés de production sont fortement émetteurs** (ciment, acier, verre...), l'économie circulaire est l'un des moyens de réduire ces émissions de procédé. Les **prix du carbone, plus incitatifs** qu'aujourd'hui, devraient rendre rentables des opérations de recyclage qui ne trouvent pas aujourd'hui de modèle économique ainsi que la capture et le stockage du CO₂.

Au-delà, les principes de l'économie circulaire **suggèrent de réduire les flux de matières et d'énergie, de favoriser l'utilisation de matières renouvelables ou recyclées et d'assurer le découplage entre création de valeur et consommation de ressources**. C'est l'une des voies de la transformation de l'industrie vers la neutralité carbone.

Très concrètement, en amont, l'écoconception et l'économie de la fonctionnalité (vente d'un service plutôt que du produit nécessaire à la réalisation de ce service), le réemploi, la réparation et le partage par plusieurs utilisateurs des équipements, dont nous avons vu divers exemples dans la première partie, permettent de réduire la quantité d'équipements mis en marché. En aval le développement, partout où cela est possible, de parcs industriels s'inspirant des principes de l'écologie industrielle contribuera à la valorisation matière ou énergie des déchets.

7 Dans la perspective ZEN2050, le développement de la filière correspond à celle de l'hydrogène dit vert, i.e. produit à parti d'énergie décarbonée

8 la République Démocratique du Congo détient l'essentiel des réserves exploitables mondiales de cobalt ; le Chili, celles de lithium et la Chine celles de terres rares

Les secteurs de la **construction et de l'automobile** sont bien entendu essentiels en matière de déploiement de l'économie circulaire, puisqu'ils utilisent un volume important de matériaux.

Dans le premier cas le défi de la rénovation massive (même si dans certains cas il s'agit de destruction-reconstruction) limite le besoin.

Dans le second cas, le défi majeur d'un renouvellement accéléré du parc pour la pénétration rapide des véhicules à zéro émission doit être anticipé, ici encore avec des solutions innovantes.

La **digitalisation des systèmes techniques** impacte déjà fortement certains leviers de la trajectoire ZEN, que ce soit via les objets connectés, les technologies de simulation et de conception (cf. le BIM -*Building Information Modeling*- dans le bâtiment), l'impression 3D.

Deux voies principales peuvent être citées:

1 Part croissante de numérique dans la gestion des systèmes énergétiques eux-mêmes à travers l'ajustement offre-demande : réseaux intelligents et communicants qui permettront la distribution de ces vecteurs, systèmes de gestion de l'énergie permettant la réduction

des consommations d'énergie et l'approvisionnement en énergie décarbonée, flexibilité de la demande, stockage d'électricité à court, moyen et long terme (batteries, hydraulique et STEP -Station de Transfert d'Énergie par Pompes) et conversion vers des vecteurs stockables (méthane, hydrogène).

2 Optimisation des systèmes de transport (gestion du trafic, de transferts modaux et des taux d'occupation), et efficacité énergétique des systèmes productifs dans l'industrie.

Ces synergies ne peuvent cependant être envisagées sans la conscience des enjeux de la consommation énergétique du numérique (cf. encadré) ainsi que de ceux liés à l'effet rebond : les plateformes de partage permettent-elles réellement une efficacité supérieure ou bien créent-elles une consommation additionnelle ?

Les niveaux de prix des énergies donneront la réponse à cette question en empêchant que les gains d'efficacité ne soient annulés par une hausse des usages.

Impact environnemental du numérique

Peu visible aux yeux des utilisateurs, l'impact environnemental du numérique est pourtant considérable. En effet, la consommation électrique du secteur était estimée en 2016⁹, selon les études, autour de 2 000 TWh/an, soit plus que celle de l'Inde (1 050 TWh) mais moins que celle de la Chine (5 900 TWh) et des Etats-Unis (3 800 TWh) ; elle a surtout une croissance estimée à 9% par an¹⁰. En 1h dans le monde, 8 à 10 milliards d'emails seraient échangés d'après l'ADEME, qui estime aussi à 10 g les émissions de CO₂ liées à l'envoi d'un email ; ceci fait 100 000 tCO₂e par heure dans le monde, donc près d'un milliard de tCO₂e chaque année, plus de 2% des émissions mondiales. Il faut y ajouter la question des ressources utilisées pour le stockage des données, la production des équipements et pour la fin de vie de ceux-ci, peu collectés et recyclés.

En France, le secteur a consommé 56 TWh d'électricité en 2015, soit environ 12% de la consommation d'électricité et 3% de la consommation d'énergie finale du pays¹¹. Près de la moitié est imputable aux équipements des utilisateurs particuliers et entreprises (smartphone, objets connectés, etc.), un quart aux data-centers, et le reste aux infrastructures et réseaux de communication¹².

Des pistes existent pour limiter l'impact du secteur : la sobriété numérique et les changements comportementaux (effacer et réduire le poids des emails, limiter le streaming et l'usage du cloud, allonger la durée de vie des équipements)¹³, l'écoconception fonctionnelle, graphique et technique des logiciels informatiques permettant de limiter les échanges de données et donc la consommation associée, et enfin la diminution de l'intensité carbone du secteur en améliorant l'efficacité énergétique des infrastructures et équipements et en décarbonant l'approvisionnement en électricité.

9 The World Fact Book, Central Intelligence Agency

10 Lean ICT-pour une sobriété numérique, The Shift Project, juin 2018

11 La transition numérique fera-t-elle exploser notre consommation d'énergie?, Green IT, février 2018

12 La face cachée du numérique, ADEME, novembre 2018

13 The Shift Project, ADEME



2.4 De nouveaux équilibres macroéconomiques

En complément des approches sociologiques (chapitre 1), sectorielles, énergétiques et climatiques (chapitre 3), l'étude intègre également une dimension macroéconomique, en particulier relative aux investissements et à l'emploi.

Dans une perspective macroéconomique d'ensemble, la transition vers la neutralité carbone conduit à remplacer des achats récurrents d'énergie importée – essentiellement pétrole et gaz pour un total de 39 Mds€ en 2017 – par des investissements (ou remboursements d'investissement) pour des bâtiments et équipements énergétiquement plus efficaces et des infrastructures de production-transport-distribution des énergies décarbonées. Cette transformation fondamentale de la partie énergétique du système économique permet une **réduction massive du déficit énergétique**. La facture extérieure pour l'énergie pourrait en effet être quasiment négligeable en 2050, selon le développement des industries d'équipement électrique en France, et notamment du stockage de l'électricité.

Ce diagnostic sur le commerce extérieur est cependant dépendant d'éventuelles importations futures et des choix industriels (cf. section 2.3): **équipements de captation des énergies renouvelables** (aimants permanents des éoliennes, panneaux solaires), **composants des véhicules électriques** (ou à hydrogène) ou véhicules

eux-mêmes ; si les équipements ou véhicules sont produits en France, l'importation des **matériaux critiques** nécessaires à leur construction peut contribuer à la poursuite d'un déficit du commerce extérieur.

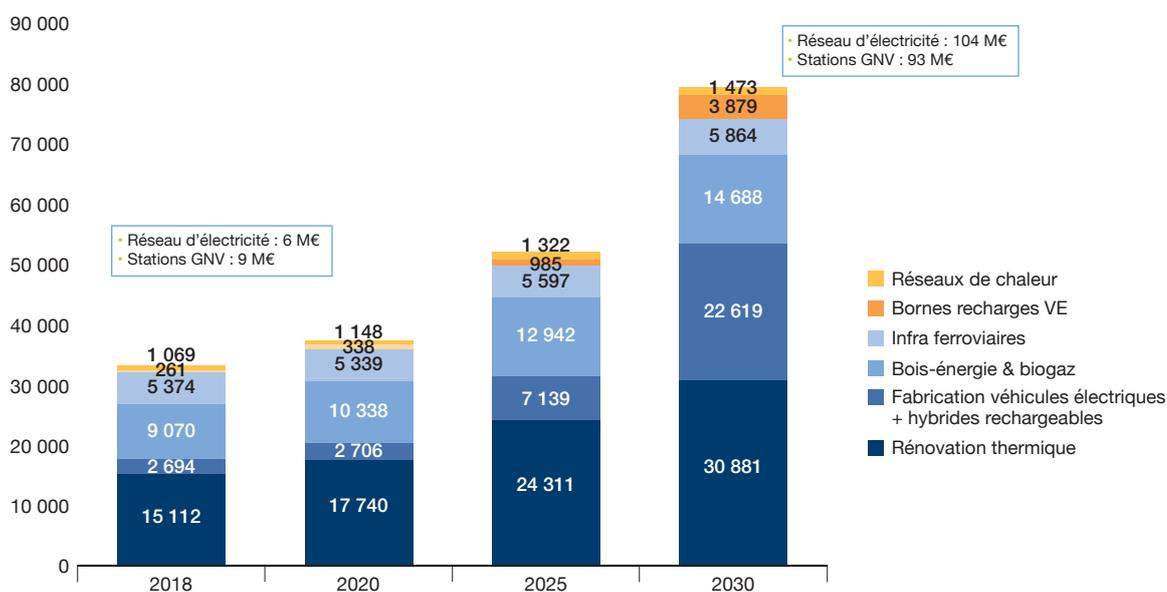
La contrepartie de la réduction des importations d'énergie fossile est d'abord l'augmentation de la **pression exercée à court terme sur la consommation des ménages** par le besoin d'investissement de transition. Ensuite, se pose la question de l'efficacité intrinsèque des investissements de transition et notamment du temps de retour à prendre en compte, très différent dans une optique d'économie publique soucieuse du long terme et dans les fonctions de décision des entreprises ou des ménages, qui considèrent des horizons plus proches.

L'étude ZEN 2050 a permis une exploration rigoureuse des conséquences potentielles de la transition sur **les dépenses et l'emploi** dans trois grands secteurs fortement affectés par la transition : **le bâtiment, les transports et l'énergie**. Ces trois secteurs dédient déjà à la transition en 2016 environ 30 Mds€ d'investissement et de maintenance, d'origine publique et privée. Dans la trajectoire ZEN, ces dépenses devront monter en puissance et être multipliées par un facteur 2 à 2,5 entre 2018 et 2030 (cf. Figure 2).¹⁴

Figure 2

Les secteurs majeurs de dépenses (investissement et exploitation) (M€, 2018-2030)

Etude ZEN 2050, EpE



14 A noter que le périmètre considéré est légèrement différent de celui d'I4CE (Panorama des financements climat en France, édition 2018, I4CE) qui aboutissait à un total de 38 Mds€ en 2016 et un besoin de 55-80 en 2030 sur la base de la SNBC de 2015, estimation qui devrait donc être revue à la hausse avec la seconde SNBC attendue pour 2019.

La quantification par un modèle Input-Output de l'emploi direct et indirect (mesuré en ETP – Equivalent Temps Plein) a utilisé le modèle mis au point par le CIREAD, liant les dépenses d'activités totales de chaque branche (investissement et fonctionnement) à leur contenu en emploi. Seuls les secteurs les plus directement liés à la transition (bâtiment, transports, énergie) ont été évalués de manière quantifiée. Cependant, on peut estimer que de nombreux autres secteurs (distribution, commerce, services, etc.) seront également amenés à évoluer quoique de manière plus indirecte. Le modèle fait apparaître les grands résultats suivants (cf. Figure 3: Emplois dans les secteurs clés de la transition énergétique):

- **Pour le bâtiment**, légère croissance à partir du niveau actuel à plus d'un million d'emplois en 2030, puis décroissance de plus de 200 000 emplois jusqu'en 2050, explicable à 90% par les gains de productivité ; la baisse tendancielle de l'emploi dans la construction neuve, expliquée par les tendances démographiques (le scénario démographique retenu étant le scénario médian de l'INSEE qui estime la population française à 70 millions de personnes en 2050), est plus que compensée jusqu'en 2030 par la **montée des emplois dans la rénovation**.

- **Pour les transports** de marchandises et de personnes, augmentation à 1,8 million d'emplois en 2050, à partir du niveau actuel de 1,7 million ; la baisse de l'emploi dans le secteur automobile, du fait des moindres besoins d'entretien des véhicules et de la plus faible intensité en emploi de la production des véhicules électriques et batteries par rapport aux véhicules thermiques, est plus que compensée par la construction des infrastructures de recharge et par le développement des transports en commun et du fret ferroviaire. Ceci imposera cependant une reconversion et un redéploiement d'une partie des emplois du secteur automobile, fortement concentrés sur certains territoires.

- **Pour l'énergie**, à partir d'un peu plus de 100 000 emplois aujourd'hui, pic à 120 000 emplois en 2035 lors de la mise en place des capacités renouvelables, puis réduction à 90 000 en 2050 (les emplois pérennes d'opération et de maintenance des énergies renouvelables ne compensent pas la diminution des activités pétrolières et les gains de productivité). Ces évaluations de l'emploi bâtiment-transports-énergie dans ZEN 2050 font apparaître une stabilité du total à 3,1 millions d'ETP jusqu'en

2035, puis une très légère baisse à 2,9 millions en 2050. Mais cette baisse ne provient pas de la transition ZEN : sous l'effet des seuls gains de productivité tendanciels (0,5%/an) et en l'absence de transition, l'emploi diminuerait davantage, jusqu'à 2,6 millions ETP en 2050.

ZEN 2050 génère donc une légère création nette en 2050 par rapport à une évolution tendancielle (évaluée à 280 000 sur le périmètre considéré, réduit à certains secteurs de la transition c'est-à-dire à environ 10 à 15% du total des emplois en France).

L'emploi dans l'agriculture et l'industrie a fait l'objet d'éclairages qualitatifs. Dans l'agriculture et la forêt, il existe de nombreux facteurs de hausse de l'emploi : la transition ZEN entraînerait le développement du maraîchage, de l'agriculture biologique et des filières de qualité, toutes favorables à l'emploi, le point délicat étant la diminution de l'élevage. Cependant, ici aussi, les effets de la mécanisation pourraient être plus déterminants que ceux d'une transition ZEN.

Dans l'industrie, l'impact sur l'emploi dépendra des choix techniques et politiques et il est difficile d'aller au-delà du cas par cas.

Dans tous les secteurs, la transition entraînera des changements dans les compétences requises et dans les trajectoires professionnelles, impliquant de nouveaux besoins de formation.

Les évolutions nettes de l'emploi liées à la transition ZEN sont finalement d'ampleur modérée par rapport à celles observées dans le passé : la part des emplois agricoles a été divisée par 10 depuis 1949, celle de l'industrie par 2 depuis 1974. A l'inverse, la part des emplois dans les services a été multipliée par 2 depuis 1949⁽¹⁵⁾ ; ces évolutions pourraient être négligeables par rapport aux changements induits par la croissance économique ou la transition numérique : 15% des activités professionnelles pourraient être remplacées du fait des gains d'automatisation⁽¹⁶⁾.

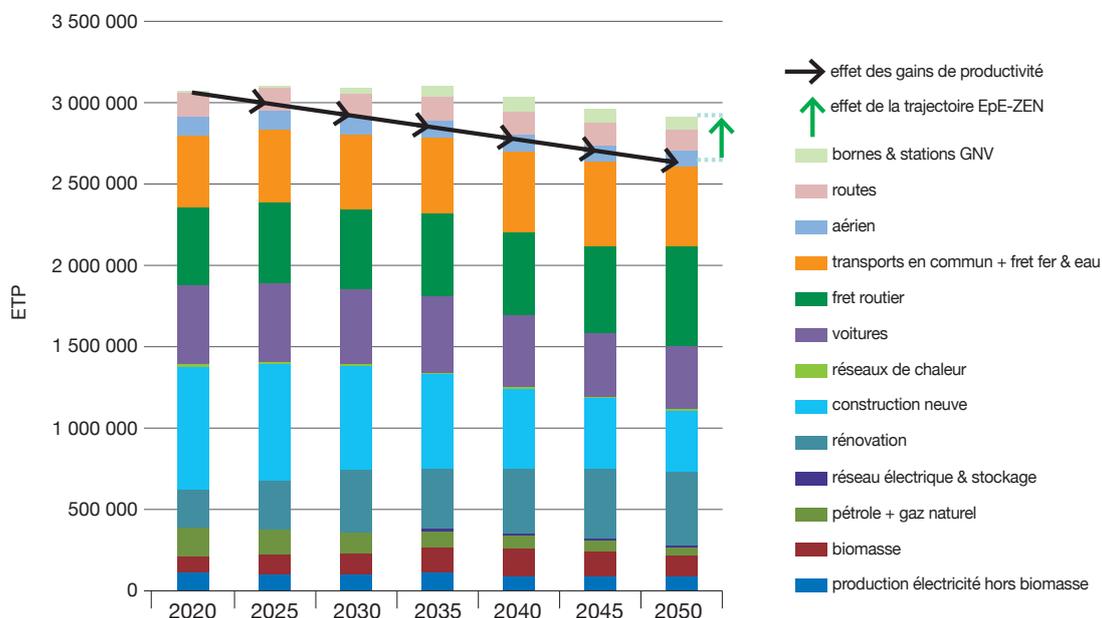
Les coûts d'accompagnements liés à l'évolution de l'ensemble des filières seraient toutefois significatifs (cf. 4.4).

15 INSEE Comptes nationaux (t_6209)

16 Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation, McKinsey Global Institute, décembre 2017

Figure 3

Emplois dans les secteurs clés de la transition énergétique



2.5 Des changements dans les modèles de consommation

Alors que les modes de vie et de consommation des ménages seront probablement très différents en 2050, transition ZEN ou pas, la méthode utilisée dans l'étude a permis de croiser l'approche par l'empreinte carbone et la consommation d'énergie des ménages, avec la sociologie, les valeurs et les pratiques.

Depuis la fin des années 90, les dépenses d'énergie des ménages sont restées remarquablement stables, représentant en moyenne 5% de leur budget pour le logement et 4% pour les déplacements (respectivement 1 600€ et 1 200€ en 2015)¹⁷. Ces montants devraient augmenter à court terme avec le renforcement de la fiscalité carbone et la charge d'investissement liée à la transition. A moyen terme, ces investissements (rénovation, véhicules électriques, voire déménagement) permettront de stabiliser la dépense et de ramener le coût total du service énergétique pour le logement et les déplacements à peu près au niveau actuel pour un confort accru.

Pour le calcul de l'empreinte carbone de la consommation des Français, le modèle utilisé inclut les échanges de biens et services avec les autres pays du monde. La trajectoire de décarbonation des autres pays du monde étant supposée moins rapide que celle de la France, l'empreinte carbone des Français baisse moins que les émissions de la France du fait de l'importation de biens de consommation.

Ces dernières années, l'empreinte carbone de la consommation des ménages est légèrement supérieure à 10 tCO₂e/habitant/an. Elle serait divisée par 3 dans l'étude ZEN 2050 (cf. Figure 4). Les réductions les plus importantes seraient atteintes dans la mobilité et le logement (-80%). Elles seraient plus faibles pour l'alimentation et les consommations de services publics (-66%) et a fortiori les biens et services privés, à fort contenu d'importation (-33%).

17 Ménages et environnement, Chiffres clés 2017, CGDD

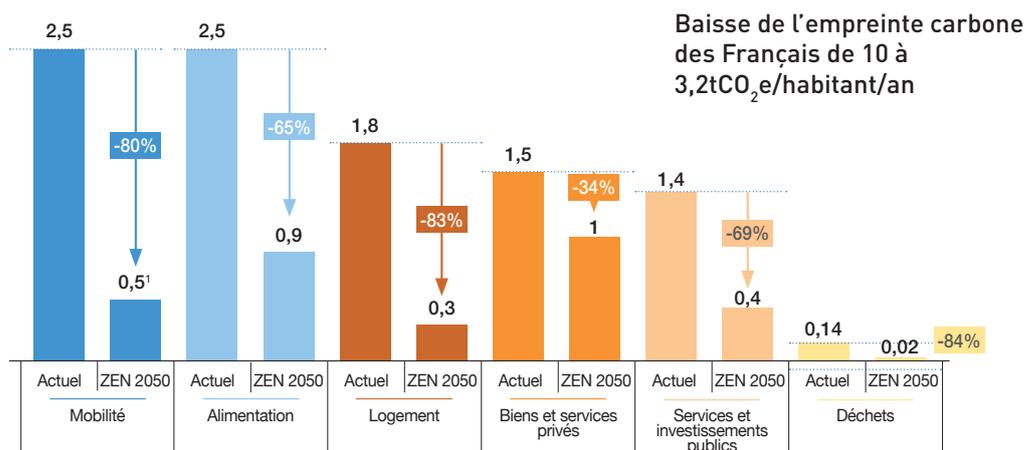
Si l'étude a retenu l'hypothèse d'une activité industrielle constante en volume, une croissance de l'activité industrielle en France accélérerait la baisse des émissions mondiales et l'empreinte

carbone des Français, mais elle rendrait plus difficile l'atteinte de l'objectif d'émissions territoriales de la France (cf. Figure 5).

Figure 4

Évolution de l'empreinte carbone des Français par usage (2015-2050, tCO₂e/habitant/an)

Étude ZEN 2050, EpE, analyses Carbone4



La réduction de l'empreinte carbone passe par la combinaison des changements dans les pratiques des ménages et des améliorations dans les processus industriels. Le rôle des entreprises est important dans ces deux volets : dans le premier, la mise en marché de produits très efficaces énergétiquement et un **affichage énergie-climat** clair et systématique seront importants, surtout si en parallèle les entreprises font évoluer la **représentation des modes de vie souhaitables** dans la communication vers leurs consommateurs. Dans le second, l'amélioration continue de l'efficacité des processus de production et des chaînes logistiques devra être étendue aux fournisseurs

et clients. A l'interface des ménages et des entreprises, le développement de l'économie circulaire et la relocalisation de certaines productions constituent deux axes stratégiques.

Pour accompagner ces changements dans les modèles de consommation, une évolution des modes de vie et de leur place dans les représentations sociales collectives paraît incontournable. Elle se traduirait entre autres par une moindre dépendance aux équipements, produits et services les plus intensifs en carbone.

Emissions territoriales et empreinte deux approches complémentaires

Les inventaires nationaux ainsi que les conventions internationales utilisent l'approche des émissions territoriales, qui mesurent les émissions produites sur le territoire (y compris des produits destinés à l'exportation). Cela correspond au périmètre sur lequel les gouvernements ont directement la capacité d'agir.

L'empreinte carbone considère au contraire l'intégralité des émissions sur le cycle de vie des produits consommés : fabrication, transport et utilisation. C'est en toute rigueur la méthode la plus pertinente permettant de s'assurer d'une réelle diminution des émissions, car elle s'affranchit des frontières. Mais elle est plus complexe et plus sujette à incertitudes car les données à l'étranger ne sont pas toujours précisément connues, surtout pour l'avenir.

L'empreinte carbone des Français diffère des émissions de la France par la prise en compte de la « balance carbone » française (équivalent de la balance commerciale pour les émissions de gaz à effet de serre des biens et services). Elle comprend les émissions liées à la consommation des Français, y compris les services et investissements publics. Elle a peu varié depuis 1995. En 2015, elle atteint 731 MtCO₂eq soit l'équivalent de 170% des émissions territoriales. Sa stabilité alors que l'inventaire national est en baisse de 30% (cf. Figure 5), met en évidence l'impact croissant que jouent les importations dans l'empreinte carbone des Français.

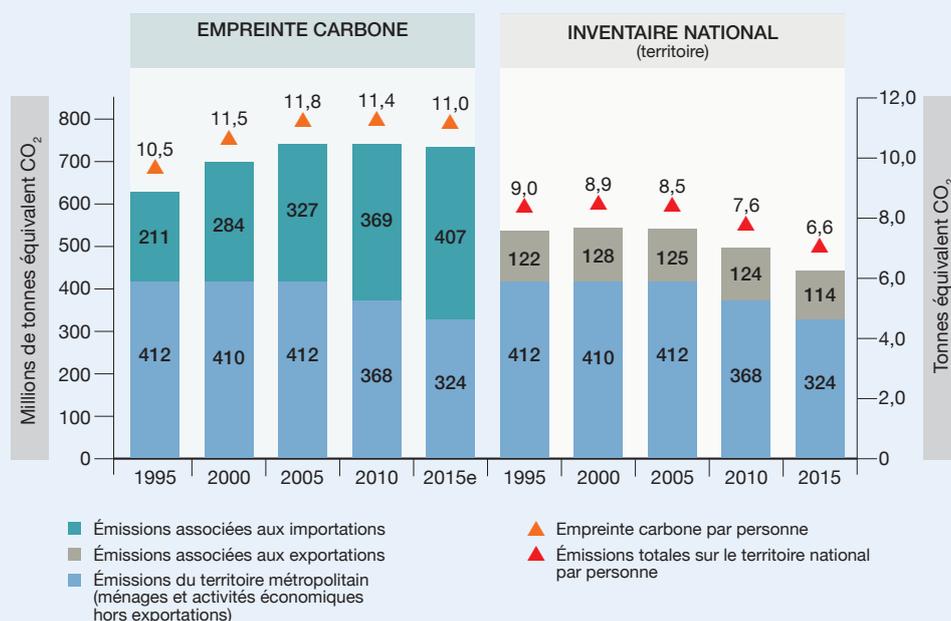
La hausse de la consommation de produits fabriqués à l'étranger peut en effet diminuer les émissions du territoire français sans diminuer l'empreinte carbone. Cet effet peut être évité :

- soit en favorisant les situations où la production est faite sur le territoire national, particulièrement pour l'alimentation locale et de saison, mais aussi pour certaines industries, en particulier celles dont l'activité est très intensive en électricité.
- soit en contribuant à la diminution du contenu carbone des importations de produits via la promotion de l'ambition globale et la diffusion de technologies et pratiques bas carbone. C'est un domaine dans lequel le lien entre politique climatique et politique du commerce extérieur pourrait être renforcé au niveau européen, les deux étant de compétence européenne.

Figure 5

Évolutions comparées de l'empreinte carbone et des émissions sur le territoire (Champ : France métropolitaine)

Source : AIE, Citepa, Douanes, Eurostat, Insee. Traitement : SOeS. 2017



Note : l'empreinte et l'inventaire portent sur les trois principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O)
e = estimation

2.6 Les cobénéfices de la transition ZEN 2050 pour l'économie

La réussite d'une transition ZEN en France, parallèle à celle des autres pays pionniers, aura d'abord un pouvoir d'exemple et d'entraînement des autres pays dans les démarches de neutralité carbone, avec un bénéfice évident pour la limitation du changement climatique.

De plus, la maîtrise de l'étalement urbain, la réduction des pollutions atmosphériques et le développement d'une sylviculture maîtrisée auront des impacts positifs sur **la préservation des espaces naturels et la biodiversité**.

Ces effets d'entraînement à l'international auraient de multiples impacts positifs sur le déroulement de la transition en France.

Sur le plan macroéconomique, la diminution des tensions sur les marchés internationaux de l'énergie pourrait peser sur leurs prix et donc amplifier **la baisse de la facture énergétique**. La moindre dépendance énergétique aurait aussi des effets dans la réduction de risques géopolitiques.

Sur le plan microéconomique, les effets d'apprentissage pour les technologies bas carbone permettraient d'accélérer les baisses de coût.

Pour les entreprises, l'intérêt serait grand d'innover dans des technologies bas carbone qui ont vocation à se répandre largement, et les effets de compétitivité internationale associés dans ce

que le World Economic Forum qualifie de « quatrième révolution industrielle » ne doivent pas être sous-estimés. L'expérience passée a montré que le « *first mover advantage* » n'était pas toujours facile à récolter, mais le déploiement en France et en Europe des technologies et systèmes bas carbone, est en tout cas une condition incontournable pour prendre des places stratégiques dans ces domaines. Ceci vaut aussi pour le secteur bancaire et financier qui serait amené à proposer des offres de services « bas carbone », tant dans le domaine de l'assurance que du financement.

Enfin, la contribution globale à la lutte contre le changement climatique contribuerait à atténuer ses effets négatifs tels que mis en évidence par le rapport spécial du GIEC sur les effets d'un réchauffement à 1,5°C (réfugiés climatiques, érosion de la biodiversité, fréquence et gravité des canicules, propagation de maladies, etc.). Pour la France, le seul coût des aléas naturels a été évalué à 92 Milliards d'euros pour la période 2015-2040, en augmentation de 90% par rapport à la période précédente⁽¹⁸⁾. Les efforts décrits dans l'étude ZEN qui seraient faits durant la même période ont peu de chances de réduire ce coût, tant l'inertie climatique de la planète est forte ; ils sont en revanche nécessaires pour réduire le coût des dommages climatiques après 2040-50.

18 <https://www.ffa-assurance.fr/la-federation/publications/enjeux-climatiques/etude-changement-climatique-et-assurance-horizon-2040>



3

LES GRANDS SECTEURS

DANS LA TRANSITION ZEN 2050

Si l'approche par grands systèmes montre l'articulation du fonctionnement de l'économie et de la société, l'approche sectorielle en est complémentaire en proposant des évolutions organisationnelles, technologiques et énergétiques pour les principales activités économiques.

Les puits de carbone potentiels, éléments essentiels qui fixent le budget carbone total disponible, sont d'abord évalués. Dans un second temps, les leviers d'actions sont décrits par secteur. ZEN 2050, tout comme les scénarios de décarbonation profonde et de neutralité carbone, mobilise trois leviers pour la réduction des émissions énergétiques : l'efficacité, la maîtrise des consommations ainsi que la décarbonation des vecteurs énergétiques utilisés. La réduction des émissions non énergétiques est un quatrième levier disponible.



3.1 Aperçu d'ensemble

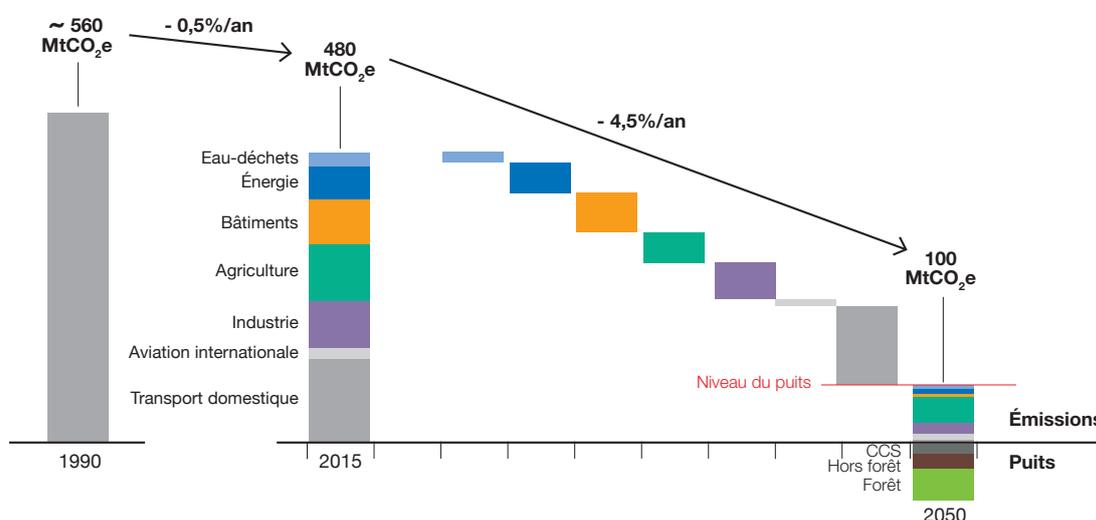
Les travaux ZEN 2050 illustrent qu'une réduction globale des émissions de près de 80% par rapport à 2015 est possible. L'étude, qui fournit une piste parmi plusieurs pour atteindre l'objectif de neutralité, permettrait d'atteindre un niveau de 100 MtCO₂eq, équivalent à celui du puits estimé, donc la neutralité carbone. Ceci correspond à une réduction de 4,5% par an des émissions sur toute la période ; c'est extrêmement rapide, puisque cela correspond au rythme de sortie du charbon en France dans les années 70 et 80 ; le périmètre de changement est aussi beaucoup plus vaste.

L'étude ZEN 2050 a ainsi été construite sur la base d'une division par 5 des émissions entre 2015 et 2050. A noter que le « Facteur 4 », i.e. l'engagement de la France à limiter ses émissions en 2050 à 140 MtCO₂eq par an prend comme référence les 562 MtCO₂eq de l'année 1990 ; en prenant cette même année 1990 comme référence, ZEN 2050 est équivalent à un « Facteur 6 ».

Figure 6

Émissions de GES en France (2015-2050, MtCO₂eq)

Étude ZEN 2050, EpE



Le rythme de réduction requis entre 2015 et 2050 (environ 4,5%) est très largement supérieur au rythme de réduction effectif réalisé entre 1990 et 2015 (environ 0,5% par an, surtout dans l'industrie).

Par ailleurs, la remontée des émissions françaises en 2016 et 2017 et le dépassement des objectifs de réduction nationaux fixés en 2014 (+ 6,7 % par rapport à l'objectif en 2017)⁽¹⁹⁾ illustrent l'ampleur de cette ambition. Ce rythme de réduction des émissions est aussi rapide que lorsque la France a profondément transformé son système énergétique dans les années 1960-70, entre autres en limitant sa production charbonnière, et concerne de plus nombreux secteurs.

L'atteinte de la neutralité résulterait de réductions importantes dans tous les secteurs économiques,

dont les ordres de grandeur vont d'une division par deux des émissions jusqu'à une décarbonation quasi complète. Ces différences s'expliquent par la plus ou moins grande facilité de mobilisation des gisements, ce qui est détaillé dans la Figure 7. Certaines émissions sont difficilement réduites, en particulier les émissions agricoles liées à des processus naturels tels que la fermentation entérique (digestion des ruminants) ou la dégradation des engrais azotés en protoxyde d'azote, gaz à fort effet de serre. De même, certains processus chimiques libèrent du CO₂ (fabrication du clinker - matière première du ciment, production des constituants de base pour les engrais azotés, urée, ammoniacale) de même que les fuites de gaz réfrigérants. La Figure 7 présente un panorama des principaux leviers mobilisés ainsi que les émissions résiduelles par secteur.

Figure 7

Évolutions des émissions, leviers et émissions résiduelles par secteur

Étude ZEN 2050, EpE

	Secteur	Principaux leviers mobilisables	Emissions résiduelles
Modérée (~50%)	Agriculture alimentaire	Pratiques agricoles, assiette (élevage), utilisation non alimentaire (bioéconomie)	Fermentations entériques, protoxyde d'azote (engrais)
	Aviation internationale	Biokérosène, efficacité énergétique, nouvelles technologies	Combustion de carburants fossiles
Forte (70-90%)	Industrie	Economie circulaire, efficacité énergétique, substitution et décarbonisation des vecteurs, optimisation des process (ciment, réfrigération...)	Certains process industriels (clinker, chimie, acier, verre ...)
	Eau et déchets	Diminution gaspillage, valorisation matière et énergie, réduction fuite méthane	Incinération déchets médicaux et dangereux, fuites de méthane, émissions stations d'épuration
	Production énergie	Décarbonation des vecteurs (électricité, chaleur), mobilisation de la biomasse (bois-énergie, gaz), flexibilité et stockage	Gaz réseau non décarboné dont fuites
Quasi-totale (>90%)	Bâtiments	Rénovation, Etiquette énergie BBC, changement vecteur énergétique (gaz, PAC), construction A, Systèmes de gestion de l'énergie, domotique et comportements, limitation fuites de climatisation Densification, attractivité des centres-villes et bourgs	Gaz non décarboné et fioul résiduel
	Transport domestique	Décarbonation, optimisation du remplissage, report modal, efficacité moteur, formes urbaines	Aviation, véhicules hybrides, GNV non décarboné
+ 50 à 100%	Puits carbone	Intensité de la sylviculture, pratiques agricoles, CCS, réduction de l'artificialisation des sols	-

19 <https://www.observatoire-climat-energie.fr/>

Le potentiel d'énergies à composante carbone faible ou nulle est également limité, aucune source n'étant exempte d'inconvénients ou d'oppositions. L'étude ZEN 2050 privilégie donc la sobriété et l'efficacité énergétiques et fait apparaître **une réduction de moitié de la consommation finale d'énergie**, cette réduction étant particulièrement

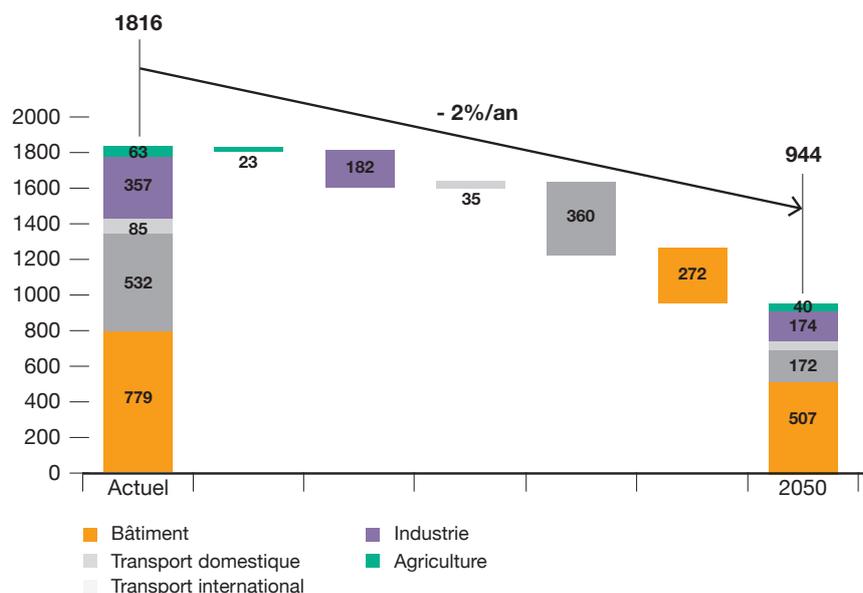
importante dans le bâtiment et les transports (cf. Figure 8).

Cette contrainte pourrait être relâchée si les énergies décarbonées étaient plus abondantes, mais certaines limitations (conflit d'usages des sols, acceptabilité, contraintes physiques) en limiteront probablement le déploiement massif.

Figure 8

Consommation d'énergie finale en France (2015-2050, TWh)

Étude ZEN 2050, EpE



3.2 Puits de carbone

Le niveau des puits de carbone revêt une grande importance dans les approches de neutralité car la neutralité carbone de la France sera atteinte lorsque la quantité de gaz à effet de serre émise annuellement sera équivalente à la quantité de CO₂ absorbée par les puits de carbone du territoire. Les puits de carbone sont intimement liés à l'aménagement du territoire.

On distingue ainsi le puits forestier du puits non forestier qui intègre le changement d'affectation des sols. Enfin en complément des puits naturels, les technologies de capture pour le stockage ou l'usage du CO₂ (CSC) sont des solutions industrielles qui pourraient représenter un élément d'atténuation complémentaire (cf. encadré dédié).

2050 : des puits de carbone largement accrus

En 2015, le puits annuel est estimé à 50 - 60 MtCO₂ (selon le périmètre et la méthode de calcul, les incertitudes étant fortes). Dans l'étude ZEN 2050, le puits de carbone est en forte augmentation et est estimé à un montant net de 100 MtCO₂.

Le puits forestier vient de l'accroissement biologique annuel de biomasse forestière. Son dimensionnement correspond à un choix de scénario de sylviculture : des prélèvements élevés réduisent le puits mais produisent plus de bois matériau et énergie, évitant ainsi des émissions de CO₂ par substitution d'énergies fossiles ou de matériaux, tout en réduisant le risque de déstockage accidentel (incendies, maladies, tempêtes) et en augmentant la résilience de la forêt. Au-delà de l'arbitrage entre puits et production de biomatériaux, il s'agit aussi de maintenir la multifonctionnalité des forêts, en préservant leur biodiversité et leur vocation récréative et en assurant leur adaptation au changement climatique. Le puits de carbone forestier retenu dans l'étude ZEN 2050 est adapté du scénario « dynamiques territoriales » de l'étude INRA-IGN^[20], scénario médian entre les approches extensification et intensification. L'étude prévoit un niveau de puits forestier d'environ 70 MtCO₂.

Ce puits se caractérise par une extension de la forêt à un rythme modéré (40 000 ha/an) et une gestion plus intensive dans certaines régions. Cette gestion intensive a en particulier vocation à adopter des stratégies de reboisement et de gestion sylvicole qui permettront de renforcer la résilience des écosystèmes forestiers face aux effets du dérèglement climatique. Ce niveau d'exploitation de la forêt permet de générer un volume de bois plus important que la situation actuelle (environ 60 Mm³ en 2050 contre 42 Mm³ en 2015).

Le puits non forestier est obtenu en limitant très fortement l'artificialisation des sols, et surtout en adoptant des pratiques favorisant le stockage de carbone en agriculture (agroforesterie, travail simplifié du sol, cultures intermédiaires comme préconisé par les approches « 4 pour mille ») et ailleurs (végétalisation urbaine, haies, zones humides...). L'ensemble pourrait aboutir à un puits d'environ 20 MtCO₂ en 2050 alors que le solde actuel est une source nette d'émissions de 7 MtCO₂. La CSC (capture et la séquestration du carbone) est mobilisée à hauteur de 10 MtCO₂/an dont au moins 5 MtCO₂ viennent du captage des émissions de l'industrie.

Captage, Stockage et Utilisation du Carbone (CSC-CUC)

Le captage de CO₂ peut se faire via l'absorption de carbone par le puits naturel (forêts, sols, etc.), mais aussi par des procédés industriels de CSUC.

Cette option significative pour l'atteinte d'une neutralité carbone est encadrée par une directive européenne de 2009, transposée dans la législation nationale française^[21]. Le CO₂ peut être capté dans des filières industrielles ou des centrales thermiques, notamment la combustion de biomasse avec CSC (BECSC), puis stocké par injection dans des réservoirs d'hydrocarbures déplétés ou des aquifères salins. Entre 4 et 5 MtCO₂ par an sont aujourd'hui stockés en aquifère sur 6 sites (en Norvège, en Amérique du Nord et au Japon), activité financée par la production d'hydrocarbures qu'elle facilite.

En France, le gaz carbonique une fois séparé pourrait être stocké dans les bassins parisiens et aquitains mais le potentiel d'injection reste à déterminer. Le gaz pourrait aussi être exporté et stocké dans des aquifères à l'étranger tels ceux proposés en Norvège. Bien que la technologie de séquestration soit connue, des questions sur son acceptation par les populations et sur son modèle économique en limitent aujourd'hui le développement.

Enfin, le Captage et l'Utilisation du Carbone (CUC) capté consistent à l'incorporer dans des produits manufacturés ou de construction ou à l'utiliser dans de nouveaux vecteurs énergétiques par méthanation. Le CUC ne rencontre pas les difficultés d'acceptation du CSC mais son bilan climatique dépend de la durée de stockage (faible dans le cas des boissons gazeuses, plus élevé pour la carbonatation), de la consommation énergétique du process et d'une utilisation en substitution à une autre production industrielle.

20 Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? INRA, IGN, novembre 2017.

21 <https://www.actu-environnement.com/ae/news/stockage-CO2-decret-transposition-directive-14085.php4>

LEVIERS

Les leviers identifiés pour accroître le puits de carbone au niveau requis sont :

- La limitation des coupes rases en forêt,
- L'augmentation de la production de bois d'œuvre, notamment pour l'utiliser dans la construction et l'industrie,
- L'augmentation de la valorisation des coproduits et déchets de bois pour le chauffage des bâtiments, les réseaux de chaleur et la production de gaz renouvelable,
- La limitation de la sylviculture dédiée au bois-énergie aux massifs de faible valeur commerciale,
- L'augmentation de la biodiversité de la forêt,
- La division par deux de la vitesse d'artificialisation des sols et la préservation des prairies naturelles et des sols agricoles, donc un changement profond des pratiques agricoles.

Ces transformations posent la question de la réglementation, de la compensation et de la rémunération du stockage de carbone associées à ces nouvelles pratiques agricoles, sylvicoles et d'usage des sols.

3.3 Agriculture et alimentation

2050 : le rôle clé des modèles alimentaires

Les transformations de l'agriculture sont étroitement liées à celles de l'**alimentation**, pour laquelle l'hypothèse a été faite de la poursuite des tendances déjà constatées, fondées sur la prise de conscience des consommateurs-citoyens quant à leur santé, au bien-être animal, à l'environnement et à la juste rémunération des agriculteurs^[22]. La tendance centrale est l'**inversion du ratio entre protéines animales et végétales**, avec une consommation de viande moindre mais de meilleure qualité, et une consommation végétale plus abondante, saine et diversifiée.

Il s'agit de construire un nouveau système socio-technique agricole inspiré des meilleures pratiques de l'agriculture de conservation des sols et de l'agroécologie avec un recours raisonné à la technologie, des formes nouvelles de polyculture et une moindre spécialisation internationale des productions.

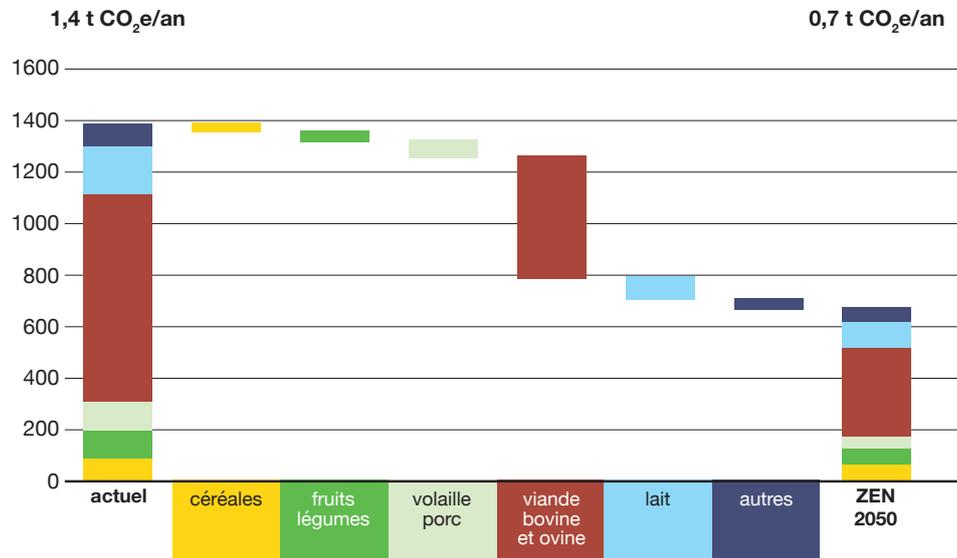
Dans l'étude ZEN-2050, les émissions directes du secteur agricole sont réduites par plus de deux : 42 MtCO₂eq en 2050 contre 92 MtCO₂eq actuellement.

22 Étude Ipsos pour la fondation Daniel et Nina Carasso, 2016

Figure 9

Évolution de l'alimentation et des émissions associées d'un ménage « variable » 2015-2050, kgCO₂e/adulte/an

Étude ZEN 2050, EpE



2015	
Céréales	220 g/j
Fruits et légumes	940 g/j
Viande	80 g/j
Produits laitiers	230 g/j

2050	
Céréales	280 g/j
Fruits et légumes	830 g/j
Viande	50 g/j
Produits laitiers	180 g/j

SOCIOLOGIE

Le flexitarien

2015

- 30-35% de la population
- Correspond au profil variables, qui sont des flexitariens carnés
- Flexitariens en hausse depuis quelques années mais pas encore majoritaires.
- Augmentation produits industriels chez les précaires.

2050

- 60-70% de la population
- Les flexitariens-carnés de 2015 deviennent les flexitariens peu carnés en 2050
- Les flexitariens carnés moyens sont devenus la population moyenne, 3 à 5 repas viande/poisson par semaine. Souvent bio et local.
- L'éthique climatique joue un rôle mais moins que la santé et l'éthique animale pour ce groupe.
- Consomment moins de produits laitiers qu'en 2015.

Notes : émissions au format CLIMAGRI (production agricole) ; consommation au format INCA2 (aliments ingérés)

Ces réductions d'émissions directes sont obtenues par :

- **une division par deux des pertes**, surconsommations et gaspillages de produits alimentaires ;
- une assiette⁽²³⁾ marquée par **la division par deux des consommations de viande**, une réduction des produits laitiers et une augmentation de la consommation de fruits, légumes et légumineuses (cf. Figure 9) ;
- **la réduction du cheptel bovin** (-40% en 2050, soit la poursuite des tendances actuelles) mais un cheptel élevé au pré ou alimenté plus localement, les prairies contribuant aux puits de carbone et les litières à l'enrichissement des sols ;
- **une réduction de l'usage des engrais azotés** (-80% pour les émissions de N₂O) ;
- **une meilleure efficacité énergétique** dans les équipements et techniques de culture ;

- l'usage des déchets verts et cultures intercalaires pour **des énergies bas carbone** (biogaz pour réseaux ou véhicules, biocarburants produits en France, électricité) ;
- **le développement de la méthanisation** des effluents d'élevage (70% de taux de capture) et l'usage des digestats pour la fertilisation.

Ces évolutions se traduisent par un développement de filières de qualité en lien avec les enjeux de nutrition et de santé, un bilan net positif en emplois (qui dépend surtout de l'évolution de la productivité du travail, principal déterminant du secteur) et une facture des ménages réduite grâce à la diminution des surconsommations et des pertes. Elles supposent **la division par deux du rythme d'artificialisation des sols**, préservant les terres agricoles. Le modèle économique est profondément changé, la société acceptant de financer l'agriculture pour la qualité des produits, les services rendus à la lutte contre le changement climatique et à la préservation des écosystèmes et pas seulement pour la production alimentaire la moins chère possible.

LEVIERS

Pour l'alimentation :

- Le développement d'une alimentation moins énergivore et moins carnée suppose une action de sensibilisation et d'accompagnement, à travers l'introduction de menus adaptés dans la restauration collective et une meilleure information du public sur les relations entre alimentation, santé et climat.
- Ces transformations s'appuient sur des démarches volontaires des industries agroalimentaires (étiquetage et conditionnement adaptés), la notion de santé environnementale dans les programmes gouvernementaux (Plan National pour l'Alimentation, Programme national nutrition santé, Stratégie Nationale Bas Carbone)
- Le système de fixation des prix d'achat et de rémunération des agriculteurs devrait aussi être un facteur d'orientation de ces évolutions en octroyant une valeur à ces services, par exemple la réduction du gaspillage.
- Les conséquences sur les budgets des ménages consacrés à l'alimentation seraient modestes car la réduction de la viande compenserait un prix supérieur des autres aliments correspondant à une moindre productivité à l'hectare ; a priori les coûts de transport et d'énergie (serres) devraient aussi être réduits.

Pour les productions agricoles la plupart des changements peuvent être encouragés par l'introduction de mesures agroenvironnementales climatiques (MAEC) dans la Politique Agricole Commune et la politique agricole française :

- remplacement de la fertilisation azotée par des cultures de légumineuses fixatrices d'azote et recours accru aux effluents d'élevage ;

23 Adaptée de l'assiette Q5 Bionutrinet

- généralisation des couverts intermédiaires, limitation du travail du sol et agroforesterie ;
- massification de la méthanisation des cultures intermédiaires, des sous-produits agricoles (déjections d'élevage, résidus de cultures) et des sous-produits des industries agro-alimentaires ;
- diversification des productions pour réduire la dépendance aux productions de viande et de lait ;
- augmentation de la proportion d'herbe dans l'alimentation du bétail en préservant voire en redéveloppant des prairies naturelles.

Impacts physiques du changement climatique et adaptation

On estime que le climat de la France s'est réchauffé d'un degré au cours du XXe siècle et que même dans un scénario où l'objectif des +1,5°C serait atteint, des impacts négatifs seront tangibles via des crues, inondations côtières, et canicules accrues. Les écosystèmes, rendements agricoles et villes seront affectés

En France, c'est l'objectif du second Plan National d'Adaptation Au Changement Climatique (PNACC) que de « limiter les impacts du changement climatique et les dommages associés sur les activités socio-économiques et sur la nature ».

Du fait des complexités et incertitudes, ces dimensions n'ont pas été prises dans l'étude ZEN 2050. Il est cependant incontestable qu'elles auront des impacts, notamment sur l'agriculture, la forêt ou les besoins en rafraîchissement, et que les acteurs doivent s'y préparer.

3.4 Bâtiments résidentiels et tertiaires

Compte tenu de la législation applicable aux constructions neuves, la réduction des émissions dans ce secteur est principalement liée au rythme et à la profondeur des opérations de rénovation qui seront menées d'ici 2050. Rythme et profondeur sont aujourd'hui insuffisants du fait de plusieurs facteurs : une rentabilité modeste dont le retour sur investissement est potentiellement éloigné dans le temps et des processus complexes de décision par les propriétaires, notamment dans les copropriétés. Certains progrès ont été réalisés, comme dans la formation des professionnels et la précision des diagnostics énergétiques, et une accélération de la rénovation devient envisageable.

La décarbonation des vecteurs énergétiques pour la fourniture de chaleur, c'est-à-dire le remplacement des combustibles fossiles en même temps

que le développement de la géothermie, de l'électricité décarbonée, des pompes à chaleur, du biogaz et de biomasse de différentes origines, pourra être accélérée si les conditions économiques la favorisent. La densification urbaine déjà évoquée permet d'ailleurs un recours accru à des réseaux de chaleur efficaces.

Les usages électriques du secteur croissent notamment du fait de l'équipement des ménages, mais leur décarbonation résulte directement de celle du mix énergétique.

Dans le secteur du bâtiment - résidentiel et tertiaire - l'étude ZEN 2050 compte sur une division par 10 des émissions à l'horizon 2050 : de 74 à 7 MtCO₂e. Cette réduction est le résultat d'une division par 5 des consommations et par deux du contenu carbone de l'énergie.

2050 : une rénovation presque complète du parc

En 2050, grâce à la rénovation, les logements très performants représentent 80% du parc (30% du parc total étant neuf avec une étiquette A) ; le fioul disparaît et est remplacé par l'électricité en pompe

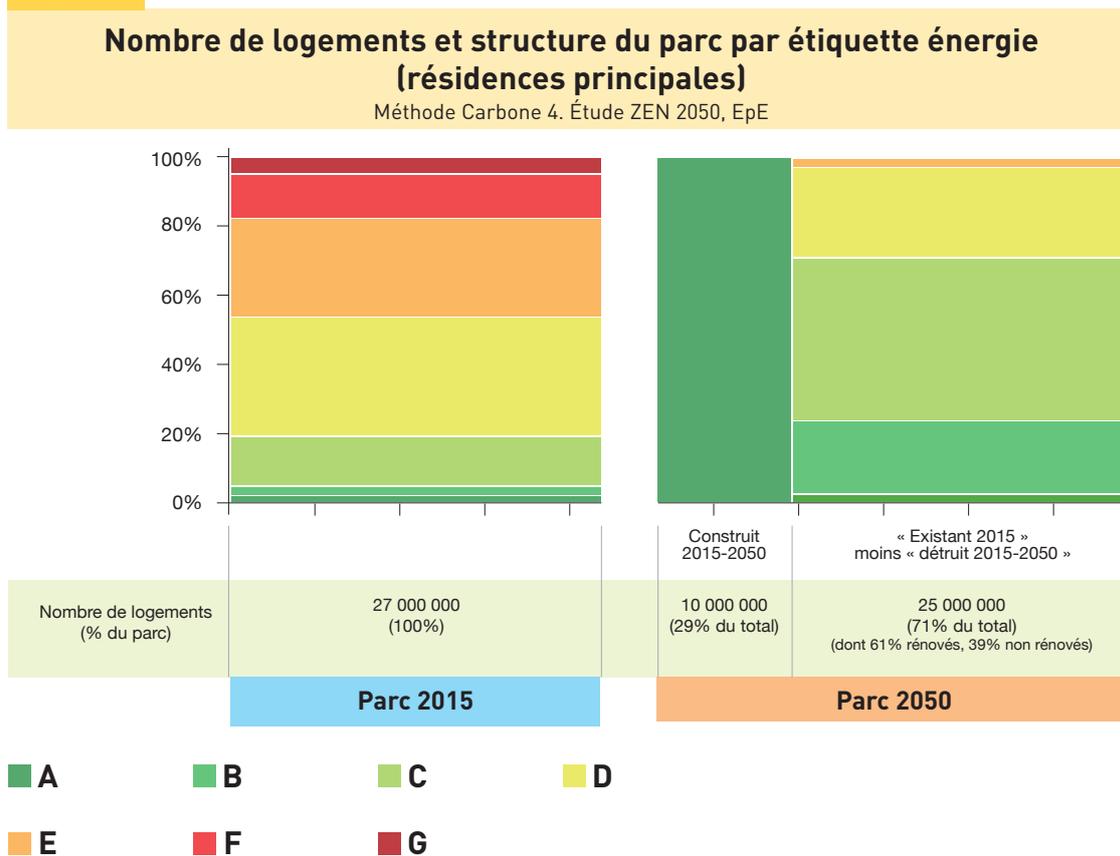
à chaleur (PAC), les réseaux de chaleur, le gaz renouvelable ou le bois le parc tertiaire est intégralement rénové.

La rénovation est privilégiée par rapport aux approches de destruction / reconstruction pour limiter les émissions. En rythme de croisière, à partir de 2025, 500 000 logements et 50 000 locaux tertiaires sont rénovés chaque année.

En parallèle, les systèmes de gestion de l'énergie et la domotique sont mobilisés et peuvent représenter 25% de gain sur 20% du parc environ.

En construction neuve ou reconstruction (pour densification), l'ensemble des logements construits suit la réglementation thermique (< 50 kWh/m²) ; les locaux tertiaires sont construits en niveau « performant » ; 2 millions de logements et 160 000 locaux sont détruits lorsque la reconstruction est plus favorable que la rénovation.

Figure 10

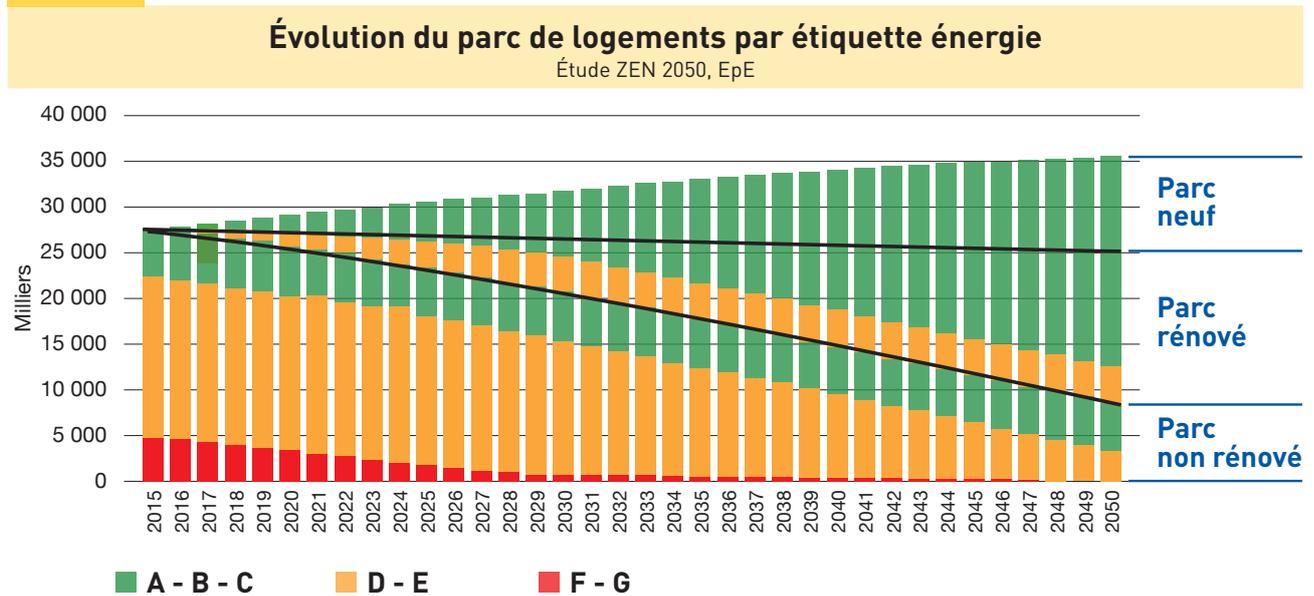


Pour le résidentiel, le parc de logements passe de 27 millions aujourd'hui à 35 millions en 2050, soit une augmentation de 30% supérieure à l'augmentation du nombre des ménages. Le rythme de construction choisi est celui fixé dans les scénarios Énergie Climat Air pour la France à l'horizon 2035 et tient compte des besoins liés à l'augmentation du nombre de ménages (+ 0,7%/an) et à la réduction du nombre de personnes par logement de 2,3 en 2015 à 2 en 2050 entre autres du fait de l'augmentation des familles monoparentales (INSEE).

L'évolution du niveau de performance du parc de logement est décrite dans la Figure 11. On y constate le ralentissement de l'augmentation du parc neuf, la priorité accordée à la rénovation des passoires thermiques (étiquettes F-G).

A noter que si le rythme choisi, ambitieux, amène à un parc où les étiquettes A-B-C représentent 80% du parc, 10% restent un gisement d'amélioration post-2050.

Figure 11



LEVIERS

- La politique de rénovation devrait être visible, stable et d'ambition cohérente avec les objectifs climatiques.
- Même si un discours sur l'amélioration globale du confort thermique et sonore est utile, le rythme de rénovation ci-dessus ne paraît pas pouvoir être atteint sans une obligation de travaux faite aux propriétaires dans les circonstances les plus propices :
 - Au moment des transmissions pour les maisons individuelles, qu'elles soient occupées par le propriétaire ou louées ;
 - de façon programmée pour les copropriétés, comme cela a été fait pour les ravalements ; les copropriétés ont en effet beaucoup de mal à prendre des décisions d'investissement même lorsque celui-ci est rentable. Une programmation combinée avec le ravalement permettrait de mutualiser certains coûts ; le critère carbone (CO_2/m^2), en association avec le critère de consommation d'énergie, pourrait devenir un critère central dans toutes les politiques pour le bâtiment.
- De la même manière que le label E+/C- et la future réglementation environnementale, la rénovation et les aides publiques qui sont associées (CEE, CITE, Anah, etc.), pourraient être soumises à un critère énergie / carbone et non pas seulement énergie comme c'est le cas actuellement ;
- Les ménages doivent bénéficier d'un appui non seulement financier mais aussi d'information et d'aide au montage technique et administratif des projets, en particulier dans les copropriétés. A ce titre :
 - les entreprises pourraient évoluer vers des offres globales de rénovation à performance garantie à comportement constant ; pour ce faire, l'effort doit être poursuivi au niveau national et local pour la structuration et la montée en compétences des entreprises et artisans intervenant dans la rénovation ;
 - le secteur privé pourrait proposer des offres intégrées pour le financement (conjuguant aides et prêts) ; la responsabilité de rénovation pourrait par ailleurs être associée aux biens plutôt qu'aux propriétaires (système mis en place aux Etats-Unis) ;

- les prix de l'énergie devraient être progressivement accrus, là encore de façon prévisible, pour éviter les effets rebond de l'efficacité énergétique, le poids de l'énergie dans le budget des ménages restant stable ; l'isolation devrait en général être faite avant un changement de mode de chauffage, de façon à bien dimensionner celui-ci.

3.5 Mobilité

Le transport est le seul secteur dont les émissions continuent à augmenter, en décalage important avec les objectifs nationaux de réduction^[24] ; l'augmentation du transport global de passagers a été de 27% (en pkm) entre 1990 et 2015, soit +1%/an^[25]. Les gains d'efficacité technologique sont largement compensés par l'augmentation de l'usage du véhicule personnel (+19%), et du fret (+69% de tkm). L'usage des transports en commun (bus, autocar, train, métro, tram...) augmente pour sa part encore plus vite (+42%), mais est limité aux espaces urbains les plus denses.

La mobilité est fortement influencée par l'aménagement du territoire, les représentations sociales (possession d'un véhicule personnel, d'une résidence pavillonnaire), les phases de vie et les revenus.

L'allongement des distances domicile-travail lié à l'étalement urbain, qui a favorisé l'usage de la voiture individuelle, explique une part significative de ces tendances qui ont donc une forte inertie de transformation.

D'autres facteurs expliquent ce constat, dont l'accroissement du poids des véhicules et la baisse du fret ferroviaire (-41%) et fluvial (-6%) au profit du routier (+124%).

Ces évolutions négatives de la mobilité ont d'autres inconvénients que les émissions : perte de temps, mobilité contrainte, poids dans les budgets pollution, bruit, stress ; elles appellent des solutions plus globales.

2050 : une mobilité croissante mais des émissions réduites de 90%

Dans l'étude ZEN 2050 le secteur des transports (incluant 50% des émissions des vols aériens entrant ou sortant de France) voit ses émissions divisées par 10 en 2050, de 155 MtCO₂eq aujourd'hui à 15 MtCO₂eq, avec une division par 3 de la consommation d'énergie et un effort majeur de décarbonation de la propulsion.

La mobilité des personnes n'est pas réduite par rapport à aujourd'hui puisqu'elle augmente de +17% en 2050. Cette augmentation est due pour moitié à l'augmentation de la population et pour moitié à celle de la mobilité par personne.

Pour les passagers, les modes collectifs et le vélo jouent un rôle clé dans la réussite de la transition. Ils augmentent fortement : +36% pour les bus, +50% pour les modes ferrés. Les modes doux,

vélo et marche à pied, augmentent de 300%, ce qui reste très modeste en absolu. Le véhicule particulier reste très largement majoritaire et continue à augmenter (+8%) (cf. Figure 12).

Le taux de remplissage des véhicules automobiles augmente afin de limiter les consommations et l'emprise spatiale des véhicules, en particulier en milieu urbain (2,2 passagers par véhicule en 2050 contre 1,5 en 2015 en courte distance). Ceci reflète aussi la transformation des usages, de la possession de véhicules individuels à la consommation de services (véhicule autonome, connecté et partagé).

Ces pratiques se retrouvent dans les portraits décrits plus haut.

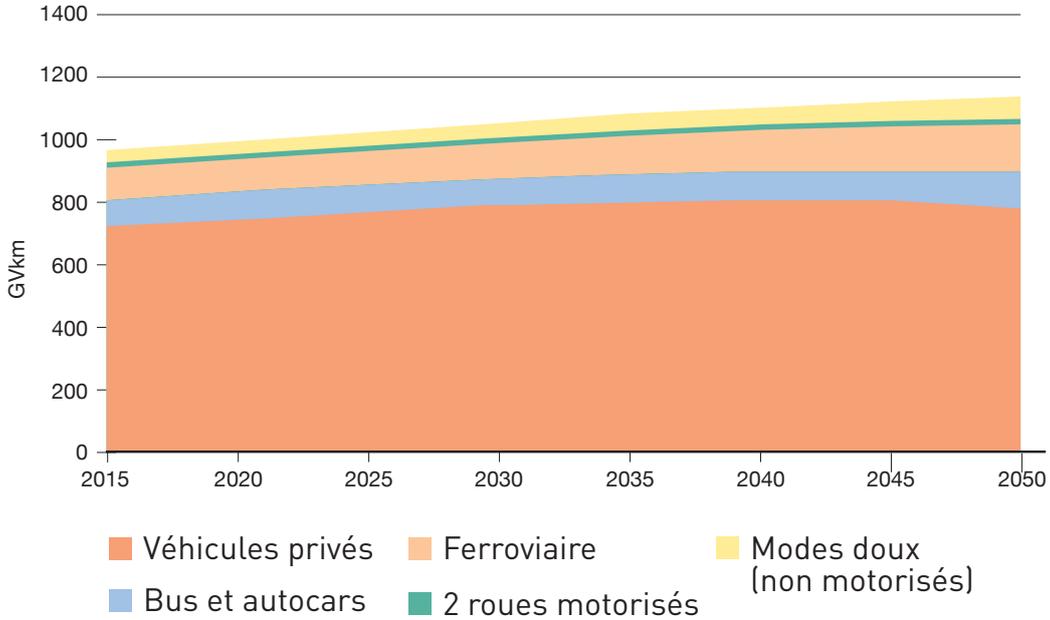
²⁴ <https://www.observatoire-climat-energie.fr/>

²⁵ Compte des transports – Annexe D – Transport et développement durable

Figure 12

Trafic de passagers (milliards de passagers-kilomètre)

Étude ZEN 2050, EpE



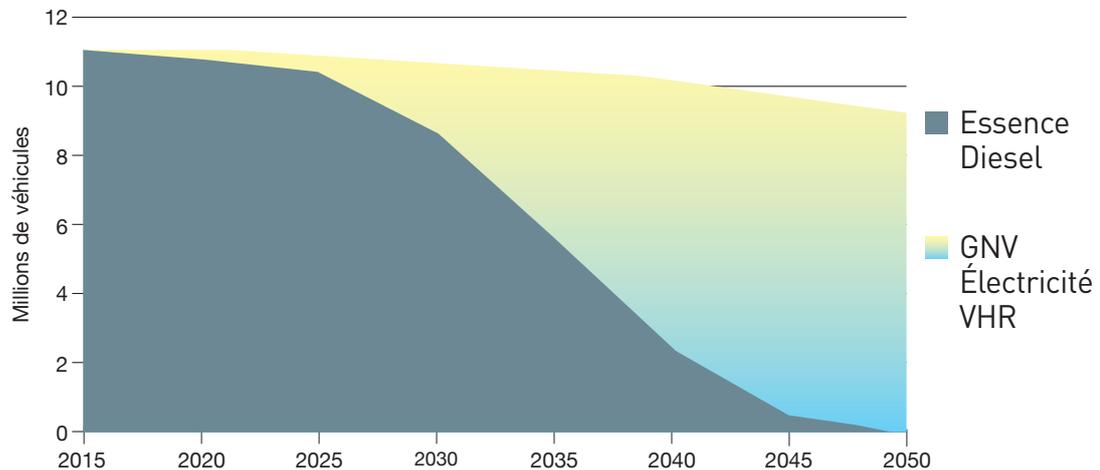
Le remplacement de véhicules thermiques par des véhicules à zéro émission à l'usage est le ressort principal de la décarbonation du transport (cf. Figure 13). L'étude ZEN 2050 ne sélectionne pas une technologie zéro émission particulière (électrique, gaz vert ou hydrogène). Pour la simplification de la modélisation énergétique, il a néanmoins été considéré que les véhicules consommaient de l'électricité, le gaz vert étant limité par la disponibilité de la biomasse.

Pour le transport de marchandises, l'augmentation du trafic est de +30%, avec une augmentation proportionnelle équivalente pour la route et le ferré (et donc en rupture avec la tendance actuelle pour ce dernier); elle reste donc très inférieure en volume pour ce dernier. Le ferroviaire bénéficie de l'abandon progressif du diesel au profit de l'électrification hybride, du gaz vert et de l'hydrogène.

Figure 13

Parc de véhicules particuliers

Étude ZEN 2050, EpE



Cas du transport aérien

Le secteur aérien est marqué par une forte croissance du trafic : de marginal en 1950, le nombre global de passagers annuels est passé à 2 milliards en 2005 puis 4 milliards en 2017^[26], en particulier du fait de ses progrès d'efficacité qui ont fait baisser ses coûts et du fort développement des compagnies low-cost^[27].

Le secteur se caractérise aussi par son caractère extraterritorial qui l'exclut largement des politiques climatiques nationales et des bilans climat nationaux : activité sans frontière, elle nécessite une approche systémique et une stratégie mondiale pilotée sous l'égide de l'OACI, considérant le risque de fuites de carbone entre pays.

L'industrie a pris des engagements forts au niveau mondial qui impliquent tous les acteurs du secteur dans la lutte contre le dérèglement climatique. Prenant en compte la prévision de doublement du trafic global en 20 ans (+3,5% de passagers/an en moyenne mondiale selon AITA), le secteur s'est engagé à diviser ses émissions par 2 à l'horizon 2050 par rapport à 2005^[28], et l'OACI a adopté le programme CORSIA^[29] pour une croissance neutre en carbone à partir de 2020.

Partant du constat que les solutions de compensation seront limitées dans le temps et l'espace et que les gains incrémentaux d'efficacité énergétique sont insuffisants seuls pour atteindre les niveaux de réduction nécessaires^[30], le secteur s'appuie notamment sur l'accélération du développement des ruptures technologiques (e.g. carburants répondant aux critères de durabilité de

l'OACI, propulsion électrique, avion à hydrogène...) et leur passage à l'échelle industrielle pour atteindre cet objectif sectoriel.

Dans le cadre des travaux de ZEN, le constat a été similaire : la répartition du budget carbone 2050 entre les secteurs implique une réduction des émissions nécessitant un découplage accéléré par rapport à la croissance du secteur aérien. Pour y parvenir, le recours aux biocarburants pourrait ne pas suffire, du fait de la disponibilité limitée de biomasse. La France est un pays plutôt bien doté en biomasse, donc il est probable que cette limite dans la disponibilité des biocarburants sera ressentie aussi dans le reste du monde. C'est pourquoi, en tenant compte de la croissance anticipée du trafic, et même si celle-ci doit se situer autour de +2,6% par an en Europe (source AITA), des ruptures technologiques apparaissent indispensables pour permettre de satisfaire un marché toujours très demandeur au niveau mondial, toutes choses égales par ailleurs.

La capacité du secteur à mobiliser ses ressources et à attirer des flux d'investissements pour soutenir les ruptures technologiques nécessaires sera donc déterminante, tout comme la mise en place de politiques publiques d'accompagnement nationales ambitieuses et cohérentes au niveau international, allant dans ce sens.

Le transport maritime international, non considéré dans le périmètre de l'étude, fait face aux mêmes complexités : extraterritorialité des bilans d'émissions, forte perspective de croissance et potentiel limité des gains incrémentaux d'efficacité énergétique.

LEVIERS

- **Augmenter la place des mobilités pédestres, actives et en commun:**
 - Offre de transports collectifs adaptée et solutions intégrées collectif-modes doux ;
 - Déploiement du télétravail, stimulation du covoiturage et de l'autopartage, véhicules deux-roues zéro émission ;
 - Densification urbaine ou revitalisation des centres-bourgs facilitant le rapprochement entre les habitants et les services, commerces et emplois et limitant la mobilité contrainte ;
 - Gestion par les collectivités locales de la place respective en ville de la voiture individuelle et des services de mobilité, ainsi que des infrastructures dédiées aux mobilités douces (vélo, piétons).

26 <https://www.air-journal.fr/2018-01-19-nouveau-record-avec-41-milliards-de-passagers-dans-le-monde-en-2017-5193395.html>

27 https://www.challenges.fr/economie/hausse-du-traffic-mondial-aerien-en-2017-avec-les-compagnies-low-cost_560990

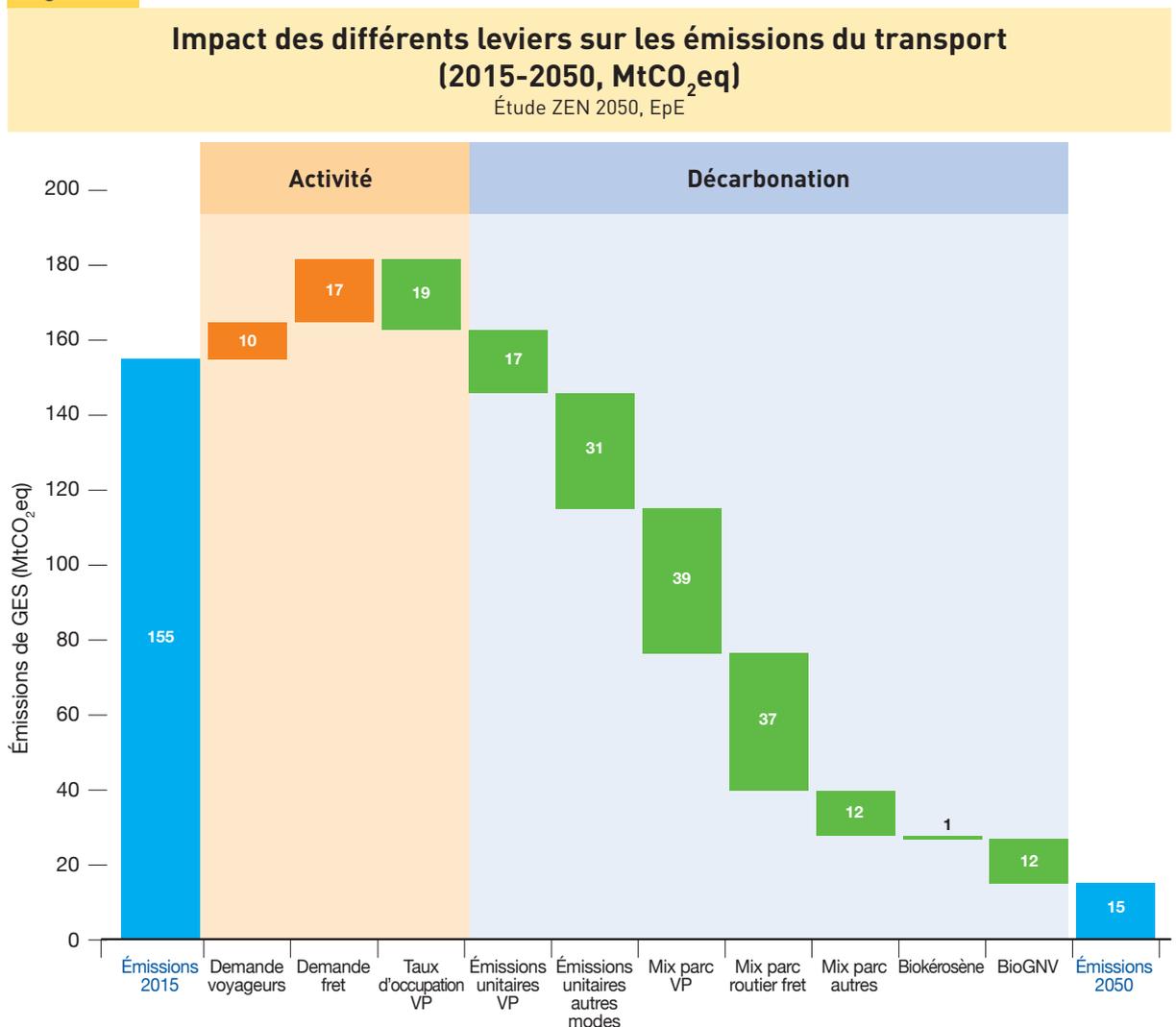
28 https://www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/Documents/fact-sheet-climate-change.pdf

29 Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation

30 https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/Resolution_A39_2.pdf

- **Pour les marchandises, favoriser une logistique optimisée** du point de vue des consommations d'énergie et correspondant aux besoins, en minimisant les distances parcourues, notamment en mutualisant en centre urbain ainsi qu'en adaptant les normes de délais de livraison. L'exonération de la TICPE pour les entreprises de transport, considérée comme subvention aux fossiles, devrait être remplacée par un mécanisme incitatif au changement de motorisation et à l'efficacité logistique, voire à des approvisionnements plus locaux.
- **Inciter au passage à des mobilités décarbonées pour les passagers et le fret :**
 - Planification à l'avance de la sortie des véhicules tout-thermiques;
 - Poursuite et amélioration de la visibilité du dispositif du bonus-malus ;
 - Ciblage des aides sur les populations ayant un fort besoin de mobilité lié à leur activité (monde rural par exemple), les autres qui ont un fort besoin de mobilité non lié à leur activité pouvant être plutôt incités à se rapprocher des zones urbaines ;
 - Développement de l'accès territorial au train pour les voyageurs par l'organisation du rabattement par les modes bas carbone complémentaires : co-voiturage, vélo...)
- **Développement du réseau de distribution d'électricité, d'hydrogène et de gaz**
 - Le développement des nouvelles infrastructures de ravitaillement et leur dimensionnement respectif sont un point critique, que ce soit pour l'électrique, le GNV ou l'hydrogène ;
 - L'investissement dans ces différentes infrastructures nécessite une réflexion approfondie sur la bonne segmentation et le bon timing en relation au déploiement des flottes.

Figure 14



3.6 Industrie

Depuis la fin des années 90, l'intensité énergétique de l'industrie a largement diminué. Cependant, le gisement lié à l'efficacité énergétique reste encore significatif et est évalué à 20% d'ici 2035⁽³¹⁾.

Les secteurs de la chimie, de la sidérurgie, du ciment et du verre représentent à eux seuls environ 65 % des émissions et 50% de la consommation d'énergie de l'industrie et concentrent la majorité des enjeux.

60% des émissions viennent de la combustion d'énergie et 40% de process industriels liés à des réactions chimiques (en particulier dans la chimie, la sidérurgie et le ciment-clinker).

Par ailleurs, les émissions de GES hors CO₂ (par exemple l'utilisation de HFC pour la réfrigération ou la production d'hydrogène) représentent environ 10% des émissions.

L'enjeu essentiel de ces quatre activités très émettrices est celui de la compétitivité. Le marché étant européen et global, la réduction des émissions suppose une cohérence avec les politiques des autres pays sauf à induire des fuites de carbone.

2050 : une industrie rénovée, décarbonée, voire relocalisée et des émissions de process résiduelles

En 2050, l'industrie pourrait réaliser une réduction d'un facteur 4 de ses émissions (selon les hypothèses de stabilité de volume et de non-délocalisations) : les émissions passeraient de 80 à 18 MtCO₂e, voire à 13 MtCO₂e, en prenant en compte le CSC. Les conditions de cette transformation (innovations, investissements, emplois) restent à dimensionner.

Dans les différents secteurs, la baisse des émissions peut être obtenue grâce à :

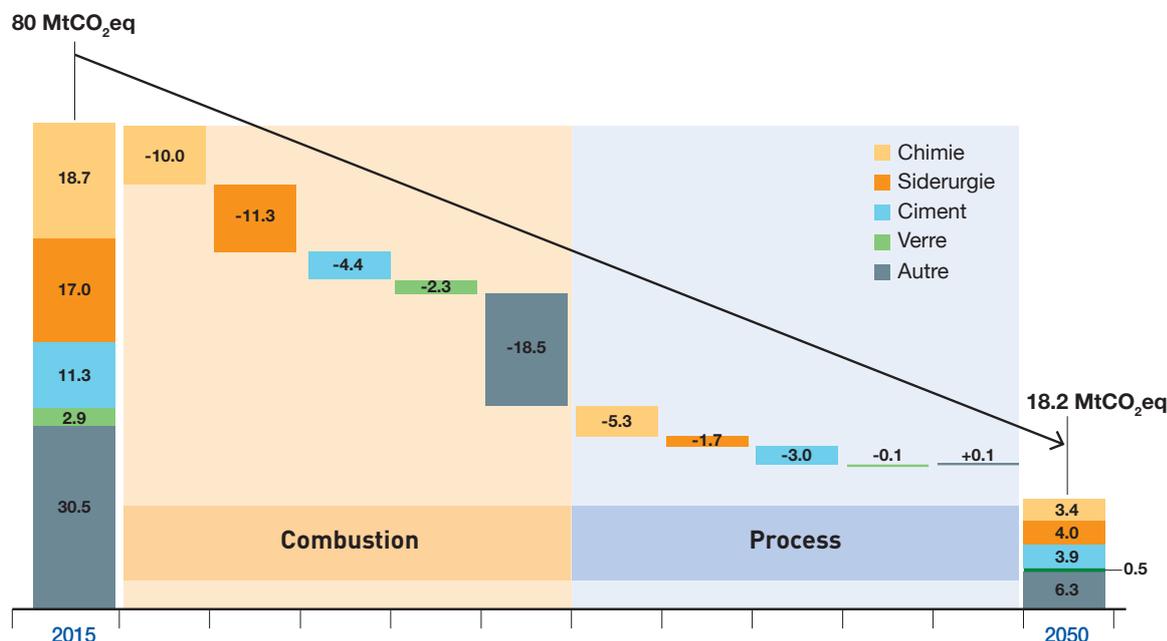
- La réduction du gaspillage et le recyclage de matières premières secondaires, acier, déchets de construction ou plastiques (50% du gisement estimé dans le scénario négaWatt) ;

- L'augmentation de l'efficacité énergétique (10 MtCO₂e) ;
- L'électrification des procédés qui atteindrait 50% de la consommation finale d'énergie de l'industrie ;
- L'utilisation de biomasse pour l'énergie et d'autres vecteurs décarbonés (pompes à chaleur très haute température et réseaux de chaleur, combustibles solides de récupération, biogaz, hydrogène) ;
- L'amélioration de la performance des processus (production d'hydrogène, diminution des fuites de gaz fluorés, séquestration du CO₂ par le béton lors de la production, etc.)

Figure 15

Évolution des émissions de gaz à effet de serre dans l'industrie (2015-2050, MtCO₂eq)

Étude ZEN 2050, EpE



Bien que fondée sur des hypothèses de croissance du PIB (SNBC provisoire, décembre 2018), l'étude fait l'hypothèse d'un niveau de production industrielle équivalent à l'actuel (en volume de production car directement corrélé aux émissions). Il est légèrement en baisse pour certaines branches industrielles, principalement du fait du choix de privilégier la rénovation des logements par rapport à la construction neuve et de la baisse du besoin en logements neufs.

S'il permet d'atteindre l'objectif des émissions territoriales, ce scénario imposerait à l'industrie de décorrélérer sa croissance en valeur de son volume de production, sauf à réduire la part de l'industrie dans le PIB. Un objectif de maintien ou de croissance de cette part pourrait diminuer les émissions importées en France et les émissions de la planète, au prix d'une faible dégradation des émissions du territoire France.

Les conditions de succès de l'étude ZEN 2050 sont très dépendantes des conditions techniques et économiques propres à chaque secteur d'activité. Cependant, les options de réduction à mobiliser peuvent être classées en trois catégories (niveaux de coût donnés à titre indicatif^[32] car l'étude n'a pas réalisé de chiffrage détaillé) :

- À coût nul ou négatif (27 MtCO₂) : réduction des gaspillages, efficacité, recyclage, chaleur ;
- À coût inférieur à 100 €/tCO₂ (19 MtCO₂) : filière secondaire acier, décarbonation gaz, switch électricité, biomasse, réduction gaz fluorés ;
- À coût supérieur à 100 €/tCO₂ (11 MtCO₂) : hydrogène vert énergie, valorisation de la vapeur, hydrogène vert process, biogaz.

LEVIERS Innovation et réduction des risques

La réalisation de projets de décarbonation de l'industrie est conditionnée par des modèles économiques favorables^[33]. Un prix du carbone européen, qui favorise systématiquement le déploiement de technologies bas carbone et son intégration dans un mécanisme qui protège la compétitivité des industries françaises et européennes contre des concurrents bénéficiant de politiques climatiques moins rigoureuses, apparaît ainsi comme un levier fondamental.

Différents autres leviers ont été identifiés :

- **Massifier le financement des technologies énergétiques bas carbone**
 - Généraliser l'utilisation de prix interne du carbone dans les décisions d'investissement, ce que faciliterait une meilleure visibilité sur l'évolution des prix ;
 - Inciter par des dispositifs de financement et de réductions de risques adaptés aux différents secteurs (rôle des associations professionnelles) ;
 - Aligner les critères de décision d'investissement avec les enjeux climatiques, en particulier par le prix du carbone donné par le marché européen.
- **Encourager l'innovation technologique** et soutenir les solutions émergentes ou en rupture :
 - Anticiper la définition des cadres réglementaires (e.g. utilisation de la CSC) ;
 - Favoriser les collaborations internationales massives à échelle européenne, étant donnée l'ampleur des recherches et les échéances de mise en œuvre (multitude de process, nombreux secteurs industriels considérés).
- **Encourager les bonnes pratiques environnementales**
 - Promotion de l'économie circulaire à tous les niveaux de l'économie et en particulier de la moindre consommation globale de ressources. Les entreprises de l'environnement développent déjà des technologies de pointe dans lesquelles la France a une position d'excellence à développer.
- **Substitution de matériaux**
 - Une exploitation forestière plus intensive (production augmentée de 50%) pourrait créer des opportunités industrielles si les filières aval de transformation du bois sont développées, alors qu'elles sont aujourd'hui marginales.

31 ADEME, Visions 2035-2050

32 Trajectoires de transition bas carbone en France au moindre coût, MTES, Novembre 2016

33 ENEA Consulting – Yannaël BILLARD. 2016. Financement de projets industriels productifs sobres énergétiquement

3.7 Production d'énergie

En raison de la structure du parc électrique français, la production d'électricité est déjà très peu carbonée. Les émissions de GES proviennent d'une fraction limitée de la production (7% de fioul, charbon, gaz en 2018)^[34].

Les émissions des réseaux de chaleur dépendent de la ressource énergétique qui les alimente. Alors que les énergies fossiles représentaient 57% de la production en 2013 (42% de gaz naturel, 9% de charbon et 4% de fioul), les émissions sont actuellement en réduction avec plus de 50% de la

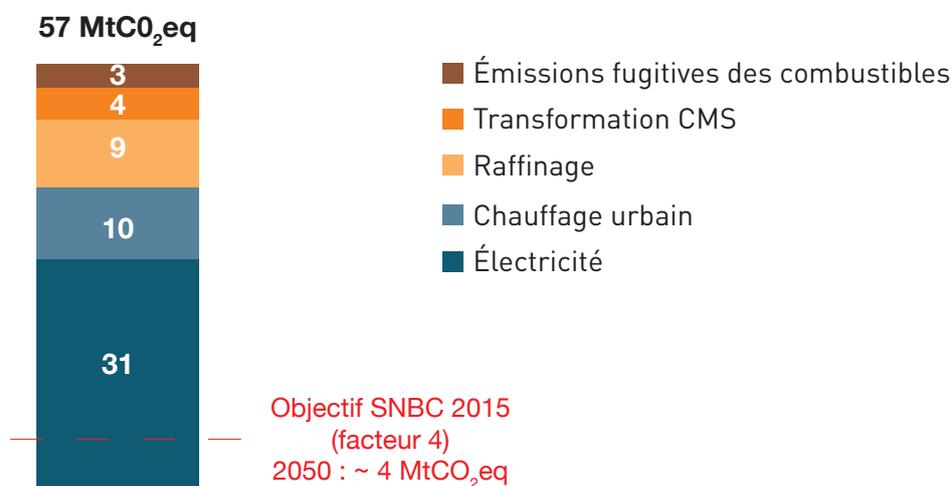
chaleur produite à partir de sources renouvelables et de récupération.

Les émissions nationales liées au raffinage sont en forte diminution (-32% vs 1990), notamment suite à la fermeture de plusieurs raffineries.

Les émissions fugitives de combustibles et celles liées à la transformation de combustibles minéraux solides (CMS) sont elles aussi en forte réduction du fait de la diminution de la production de coke.

Figure 16

Émissions directes totales du secteur énergie (2013, MtCO₂eq), SNBC



Dans le cadre d'une transition ZEN, la production d'électricité doit permettre de répondre à différents enjeux :

- Proposer un mix énergétique affranchi de la dépendance aux énergies fossiles, en particulier en accompagnant le développement des énergies décarbonées, intermittentes ou non ;
- Conserver une part de production pilotable suffisante pour répondre aux variations quotidiennes et saisonnières de la consommation énergétique, en particulier en diminuant l'utilisation des centrales thermiques via l'utilisation de moyens de flexibilité alternatifs.

La détermination exacte du mix énergétique fait l'objet de travaux importants dans le cadre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). En particulier, le renouvellement du parc nucléaire fait partie des débats.

L'étude ZEN 2050 est compatible avec les options de la PPE et de la SNBC et se limite à mettre en évidence des contraintes et marges de manœuvre du mix énergétique.

³⁴ <https://bilan-electrique-2018.rte-france.com/#>

2050 : économie d'énergie et électrification

Le secteur de la production d'énergie ne représente en France qu'une faible part des émissions de GES, soit 57 MtCO₂ ou 12% du total. Elles seraient ramenées dans ZEN 2050 à 9 MtCO₂.

Le secteur électrique

Le secteur électrique joue un rôle très important alors que la consommation finale d'énergie, tous vecteurs confondus, serait divisée par deux. Cette production serait répartie entre électricité nucléaire et renouvelable, les centrales au gaz éventuellement nécessaires pouvant être approvisionnées par du gaz renouvelable, en fonction de sa disponibilité.

L'évolution détaillée du mix énergétique, de même que les niveaux de consommation font par ailleurs l'objet de travaux spécifiques dans le cadre de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et de la SNBC.

- L'optimisation du réseau et la valorisation des flexibilités jouent un rôle significatif dans l'équilibre du système avec 25-30 TWh mobilisables (hypothèse conservatrice), en particulier grâce à la réutilisation en seconde vie des batteries des véhicules électriques (~13 TWh) et à l'utilisation par le réseau des batteries des véhicules électriques en recharge (vehicle-to-grid);
- Les moyens de flexibilité (effacement, stockage stationnaire, pilotage des chauffe-eau, ...), en complément aux centrales nucléaires, hydrauliques et gaz, permettraient de ne pas avoir à construire de nouveaux moyens de production fossiles après ceux déjà planifiés.

Pour le gaz

la consommation annuelle serait comprise entre 220 et 300 TWh, en nette diminution par rapport à 2016 (490 TWh). La production de gaz renouvelable deviendrait majoritaire, entre 195 et plus de 300 TWh (contre 0,7 TWh aujourd'hui), soit l'équivalent de 65% à 100% de la consommation, avec :

- 120-130 TWh issus de la méthanisation ;
- 65-130 TWh provenant de la gazéification^[35];
- 10-65 TWh de Power-to-Gas (méthanation).

Ici aussi, des travaux détaillés sur l'évolution du mix énergétique ont lieu dans le cadre de la PPE et de la SNBC. Les résultats varient selon les technologies considérées et la part disponible de gaz de sources renouvelables.

La production des réseaux de chaleur

pourrait atteindre un niveau d'énergie compris entre 54 TWh et 75 TWh contre 42 TWh en 2015. Leur approvisionnement inclurait une part de gaz pour l'appoint et intégrerait de la géothermie ainsi que de la biomasse énergie disponible, en prenant en compte l'incrément de production de biomasse entre 2015 et 2050.

Le gisement de biomasse, contrainte dimensionnante du mix énergétique

L'étude ZEN 2050 met en évidence la limitation de la quantité de biomasse disponible pour l'usage énergétique au regard des besoins de décarbonation de différents usages énergétiques (réseaux de chaleur, biogaz, chaudières, etc.).

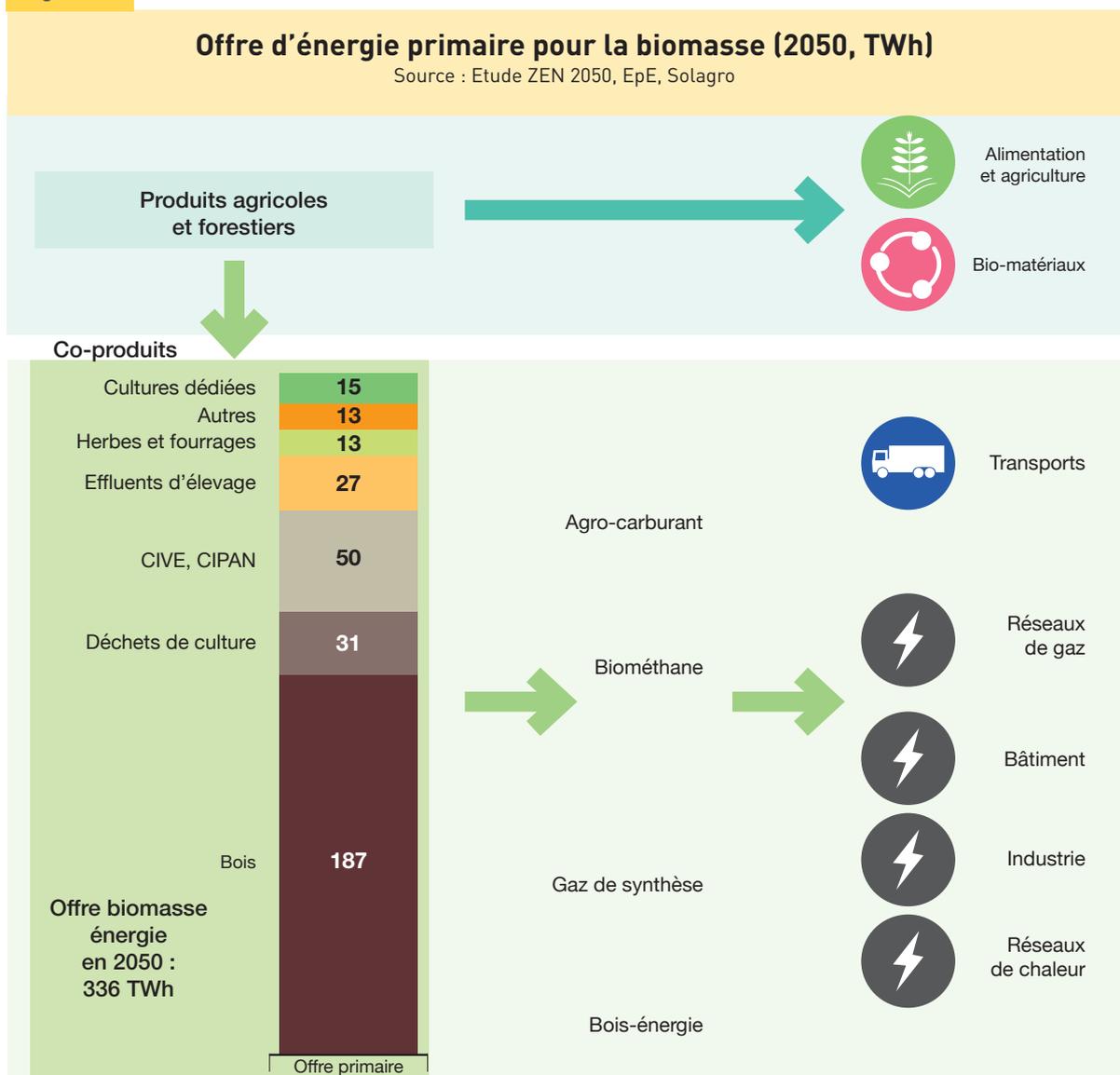
Ce constat soulève deux questions :

- Est-il possible et souhaitable d'augmenter la production de biomasse ? Nous avons fait l'hypothèse d'un puits de carbone significatif qui la limite.
- Quelle gouvernance pour arbitrer entre les différentes utilisations possibles de la biomasse ?

L'étude fait l'hypothèse que la très large majorité des usages énergétiques valorise des co-produits ou déchets agricoles et forestiers (cultures intermédiaires, rejets...) non utilisables pour l'alimentation. Cela pourrait être assuré par un mécanisme dédié, le marché ne pouvant faire seul cet arbitrage.

³⁵ <https://bilan-electrique-2018.rte-france.com/#>

Figure 17



LEVIERS

Même en l'absence de choix de composition du mix énergétique, différents leviers apparaissent comme incontournables :

- La prise en compte de la complémentarité des usages des différentes énergies ;
- Le développement massif des énergies renouvelables (biogaz, pyrogazéification, géothermie, chaleur renouvelable, photovoltaïque, éolien...) ;
- Une ambition forte quant à la biomasse, à la fois sur son volume et ses conditions de production ;
- Le développement de moyens de stockage et de flexibilité, en complément des centrales nucléaires, hydrauliques et gaz, afin de ne pas avoir à mobiliser de moyens de production fossiles ; le recours à l'hydrogène renouvelable, s'il est économiquement viable, est une solution attractive ;
- Le modèle économique de l'énergie pourrait être modifié : un prix du carbone faciliterait la rémunération du stockage et des énergies renouvelables ; d'autres mécanismes devraient rémunérer la disponibilité et la flexibilité plus que le volume d'énergie vendue. De manière générale, l'énergie serait plus coûteuse pour inciter à l'économie d'énergie, la réduction de volume compensant l'effet prix pour conduire à des budgets énergétiques stables.



3.8 Eau et déchets

En 2015, la France a produit 298 Mt de déchets par an dont : 80% de déchets inertes peu émissifs facilement valorisables (gravats, métaux, verre), 15% de déchets organiques principalement issus des ménages et émissifs, 5% de déchets plastiques.

Les fuites de méthane depuis les centres d'enfouissement sont la source principale d'émissions, suivies par les émissions dues à la combustion dans les centres d'incinération.

La feuille de route économie circulaire du gouvernement français a entre autres comme objectifs de réduire de 50% les déchets non dangereux mis en décharge en 2025 (base 2010), de tendre vers 100% de plastiques recyclés ou valorisés en 2025 et d'éviter l'émission de 8 MtCO₂ chaque année grâce au recyclage du plastique.

Fidèle aux principes de la hiérarchie de traitement des déchets, la réduction des émissions des déchets passe d'abord par une diminution de la quantité de déchets (de 290 kt en 2015 à 240 kt en 2050).

Ceci pourrait être obtenu par une réduction de la quantité d'emballages, par des progrès dans l'écoconception et par la réduction des différents gaspillages notamment alimentaires (-50% sur ce poste). La réutilisation de différents objets et leur durée de vie seraient aussi améliorées.

Dans un second temps, l'augmentation du recyclage des déchets (50% en 2015, 80% en 2050) limite l'incinération et l'enfouissement.

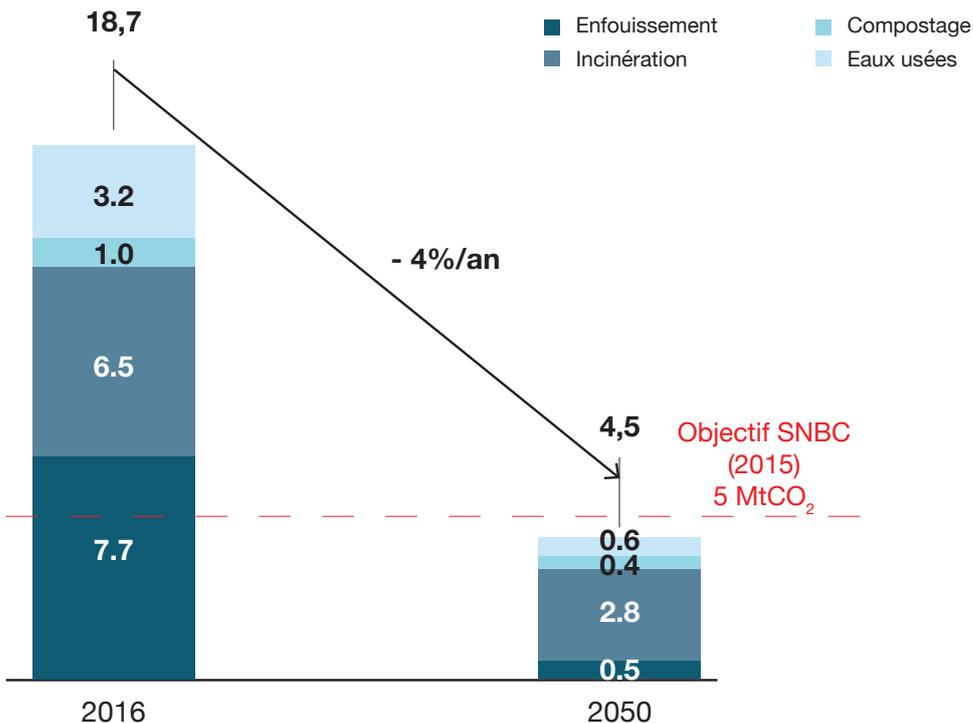
Enfin l'électrification des procédés (entre autres dans les stations de traitement des eaux usées) et le captage du méthane (80% en 2050 vs 45% en 2015) permettent de réduire les émissions relatives au traitement des déchets, et sa valorisation, de contribuer à l'augmentation de la part d'énergie dite renouvelable dans le mix gazier.

2050 : rien ne se perd !

Dans l'étude ZEN 2050, les émissions du secteur des déchets et des eaux usées sont réduites de 76% par rapport à 2015, passant de 18,7 à 4,5 MtCO₂e.

Figure 18

Évolution des émissions GES des déchets et eaux usées modélisée (2016-2050, MtCO₂e)
CITEPA, Carbone4



LEVIERS / L'économie circulaire en action

La mobilisation de leviers relatifs à la gestion des déchets, particulièrement dans une optique de long terme, peut s'appuyer sur les différents piliers de l'économie circulaire définis par l'ADEME^[36] : évolution de l'offre (achats durables, éco-conception, économie de la fonctionnalité et écologie industrielle, gestion et recyclage des déchets) et de la demande (consommation responsable et allongement de la durée d'usage). A ce titre, les leviers suivants pourraient également avoir un effet positif sur la réduction des émissions :

- Limitation de la production de déchets ménagers et tri accru avec la simplification des consignes de tri ;
- Diminution des déchets, particulièrement des plastiques, écoconception et meilleur recyclage par :
 - Augmentation du taux de collecte ;
 - Incorporation de plastiques recyclés dans les produits, y compris pour les produits importés ;
- Renforcement de la récupération et du recyclage des déchets inertes, en particulier les matériaux de construction ;
- Réorientation des flux par un coût accru des mises en décharge ;
- Renforcement du taux de captage et de valorisation du biogaz de décharge et des stations d'épuration ;
- Amélioration de la réparabilité des objets, sensibilisation des consommateurs sur les conditions actuelles de garantie ;
- Développement de la réutilisation des différents objets : revente, dons, mutualisation, réutilisation, réparation, etc.

► L'examen des différents secteurs fait apparaître de nombreuses opportunités et une nouvelle dynamique économique et industrielle, sauf pour certains secteurs fortement liés aux fossiles, qui sont confrontés à un défi de transformation fondamental.

La France ZEN 2050 pourrait donc être attractive pour le monde économique et pas seulement pour les consommateurs comme décrit au début de cette étude.

Néanmoins, le succès de cette transformation dépend d'un certain nombre de conditions qui seront précisées dans le chapitre suivant.

³⁶ <https://www.ademe.fr/expertises/economie-circulaire>



4

**CONDITIONS DE
SUCCÈS
DE LA TRANSFORMATION
ZEN 2050**

4.1 Une transition voulue et équitable

La principale condition de succès nous paraît être l'émergence d'une représentation partagée de ce qu'est une France neutre en carbone, et de l'effort à faire par les différents acteurs pour la construire.

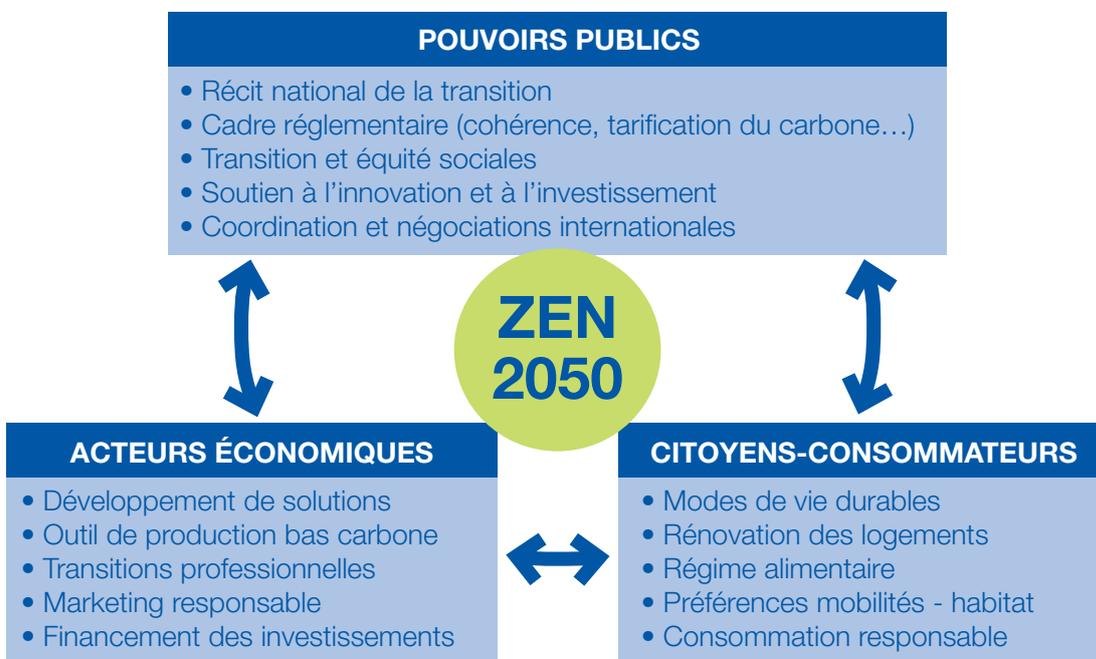
La transition vers la neutralité carbone à long terme appelle un renouvellement des comportements, des infrastructures, des technologies, des organisations et des institutions qui est aussi une magnifique opportunité pour la société. Tous les acteurs ont un rôle à y jouer, et tous peuvent en bénéficier si la transition est équitablement organisée et aide les plus impactés à s'adapter à la nouvelle donne. Nous avons aussi tous beaucoup à perdre si cette transition échoue : les dommages climatiques ont déjà commencé et s'aggraveront.

Nous avons vu dans les chapitres précédents les nombreux bénéfices de la transition ZEN, pour les habitants comme pour l'économie et pour la France dans le monde. L'étude fait surtout apparaître que les acteurs sont **solidaires** dans cette

transition : ils ont besoin les uns des autres pour qu'elle puisse se faire, comme les Etats sont solidaires les uns des autres dans l'accord de Paris. C'est pourquoi il est si important qu'ils partagent une représentation de ce qu'est cette France neutre en carbone et du rôle de chacun dans son avènement : les efforts sont plus faciles lorsque les acteurs les sentent partagés et convergents vers un but commun.

Trois catégories d'acteurs nous semblent pouvoir construire ensemble une France neutre en carbone dès 2050 : les particuliers, à la fois citoyens, investisseurs, actifs et consommateurs, les pouvoirs publics nationaux, européens et locaux, et les entreprises de tous les secteurs, grandes et petites. Les contributions respectives de ces acteurs à la mise de la France sur une trajectoire ZEN 2050, telles que nous les avons identifiées dans ce qui précède, sont présentées sur la figure ci-contre puis développées dans les sections suivantes.

Les actions de chacun



4.2 La nécessaire mobilisation des citoyens

La mobilisation des citoyens constitue sans aucun doute une condition essentielle de la réussite.

Les modèles de vie illustrés au chapitre 1 décrivent une société désirable, permettant l'atteinte de l'objectif ZEN tout en apportant de nombreux bénéfices aux habitants en termes

de confort, agrément de vie, santé et prospérité. Leur concrétisation nécessite toutefois des efforts de changements et des investissements individuels : la transition se fera avec les consommateurs-citoyens, ou ne se fera pas.

L'adoption de modes de vie durables

Dans le domaine de l'alimentation, les changements déjà repérables aujourd'hui préparent un rééquilibrage notable à terme des régimes alimentaires vers plus de végétal, moins de protéines animales et plus de production locale.

Dans les transports, les nouvelles mobilités – modes doux, collectifs, partagés – progressent et devront compenser les effets de l'aspiration au « toujours plus » en matière de mobilité.

Dans l'habitat, les progrès de l'efficacité sont notables, en revanche les difficultés rencontrées dans le déploiement des opérations de rénovation profonde devraient être surmontées : elles tiennent avant tout à l'importance des besoins d'investissement associés et aux difficultés de la prise de décision collective, notamment dans les copropriétés.

De plus dans ces deux derniers domaines, **les gains d'efficacité sont souvent annulés par les effets rebond**, avec par exemple l'augmentation volontaire de la température de chauffage après la rénovation. Des programmes d'accompagnement aux changements de pratiques tels que les défis « Famille à Energie Positive » montrent qu'il est possible de réduire, voire d'annuler, cet effet rebond.

Urbanisme et aménagements urbains constituent une dimension transversale et déterminante pour plusieurs des aspects mentionnés ci-dessus. Les formes urbaines étalées génèrent ainsi une mobilité contrainte et une plus faible accessibilité aux transports en commun.

Pour être efficace et possible, le développement de gammes de produits et services responsables de la part du secteur privé doit rencontrer une demande à satisfaire. L'éducation, la sensibilisation et la formation des personnes à ces enjeux et à la responsabilité individuelle faciliteront l'émergence de cette demande aujourd'hui marginale.

Tout changement dans les comportements et modes de vie est plus facile s'il est choisi. Aux entreprises de présenter des solutions attractives, aux pouvoirs publics de les rendre désirables et accessibles, pour que ces choix nouveaux de modes de vie soient effectivement adoptés par le plus grand nombre.

Les nombreux services numériques qui proposent de nouveaux comportements de consommation, voire de nouveaux critères pour décrire ce que veut dire « bien vivre »^[37], sont là pour témoigner de tendances de fond et d'une appétence croissante pour une vie plus en harmonie avec son environnement.

La formation des représentations et imaginaires collectifs qui guident nos décisions de consommateurs apparaît ainsi fondamentale, elles devraient évoluer puisque ce sont les usages et consommations à forte empreinte carbone qui ont jusqu'ici largement tiré la croissance économique et les profits des entreprises.

³⁷ Voir par exemple Good Life Goals, WBCSD

L'acceptation sociale

La faisabilité sociotechnique d'un déploiement massif des énergies renouvelables, notamment de l'éolien et des produits énergétiques issus de la biomasse, suscite déjà aujourd'hui des questions dans l'opinion. L'attachement à une conception « naturelle » de la forêt est fort et l'intensification de l'exploitation a déjà soulevé de fortes réticences (nuisances paysagères, bruit, trafic...).

Les expériences étrangères indiquent que dans le domaine énergétique, la possibilité pour les citoyens d'investir directement à travers des schémas coopératifs constitue le plus souvent un élément facilitateur important. Serait-ce en France aussi une condition de succès ?

Il existe aussi des écarts entre les aspirations individuelles et les résultats de l'étude ZEN concernant les formes urbaines : 80% de la population aspire à vivre dans une maison individuelle, 50% y vit^[38], alors que l'étude montre que l'étalement urbain devrait être fortement ralenti.

Des solutions existent qui réduisent les inconvénients perçus de la densité urbaine : intimité visuelle, isolation du bruit, qualité architecturale, accès à la nature même en ville, confort thermique en toute saison. Elles aident à revitaliser centres-bourgs et villes. Est-ce suffisant pour changer les aspirations ?

Enfin, les consommateurs sont aussi citoyens et électeurs : les décideurs politiques ont impérativement besoin de leur adhésion au projet collectif pour pouvoir prendre les décisions, souvent difficiles qui permettront de le réaliser.

La consultation d'un panel de citoyens (voir en annexe leurs recommandations) a fait apparaître une condition forte de cette acceptation : le sentiment général que la transformation organisée est équitable et ne laisse personne à l'écart, et même qu'elle contribue à une meilleure justice sociale.



4.3 Des politiques publiques ambitieuses et intégrées

Un récit national de la transition

L'Etat et les collectivités locales ont un rôle déterminant à jouer dans la mobilisation de la société vers la transition ZEN 2050. Nous avons vu plus haut que les politiques publiques de nombreux domaines influencent les émissions : la fiscalité, l'aménagement du territoire, l'investissement dans les infrastructures, les politiques de recherche, développement et innovation, les achats publics, le logement et la mobilité, l'agriculture, l'éducation, le commerce extérieur et la politique industrielle... Or pour que l'action climatique inspire ces politiques variées, il faut que le récit national de la transition climatique soit largement approprié, bien au-delà des cercles spécialisés de l'environnement.

Le premier rôle des pouvoirs publics pourrait donc être de faire largement inventer et partager, par l'ensemble du corps social, un récit national de ce que serait une France neutre en carbone. L'étude ZEN 2050 ne prétend que contribuer à cette construction. Au-delà du débat politique autour de la Stratégie Nationale Bas Carbone, le Grand débat national organisé au 1er trimestre 2019 a fait émerger des attentes fortes et des questions qui y contribuent aussi.

Des institutions, par exemple le Haut Conseil pour le Climat créé fin 2018, auront ensuite un rôle clé pour veiller à la mise en pratique de ce récit national et à la cohérence de toutes les politiques publiques en ce sens, bien au-delà des seules politiques environnementales.

³⁸ Faire la ville dense, durable et désirable, ADEME, 2018

L'accompagnement des populations vulnérables

Cet accompagnement relève à l'évidence de la collectivité, et de sa politique sociale ; la transition ZEN conduit à augmenter les prix de l'énergie, et demande un investissement significatif des ménages pour réduire leurs émissions. C'est donc un défi particulier que ne peuvent relever seules les populations vulnérables, même si elles sont souvent déjà faiblement émettrices, et vulnérables aux conséquences du changement climatique.

Il s'agit donc, comme cela est suggéré pour les autres politiques, d'intégrer le climat aux politiques sociales d'aide aux populations vulnérables et précaires déjà largement engagées par l'Etat et les collectivités locales.

Les politiques pourraient allier soutien à court terme et aide à la transition, par exemple accès à un logement social thermiquement rénové plutôt que chèque énergie, aide au déménagement pour se rapprocher de l'emploi ou des services indispensables, formation aux comportements d'économie d'énergie. Ceci suppose aussi la formation des Centres communaux d'action sociale (CCAS) et bailleurs sociaux à l'accompagnement des personnes précaires dans la sobriété, l'efficacité et la gestion énergétique dans leurs domiciles.

L'action dans ce domaine apparaît comme une condition pour que la transition ZEN soit largement perçue comme équitable.

Les incitations économiques et la fiscalité du carbone

Parmi les politiques publiques, les politiques économiques et fiscales sont les plus déterminantes dans tous les secteurs : elles créent les modèles économiques de l'agriculture, du développement urbain, de l'innovation industrielle, de la mobilité, de l'économie solidaire ou de l'économie circulaire. Toutes les politiques sectorielles devraient donc être revues pour intégrer les besoins et opportunités de la transition ZEN.

Parmi elles, le signal-prix sur les émissions peut jouer bien sûr un rôle particulier dans l'orientation des comportements des acteurs, mais à plusieurs conditions :

- Tous les acteurs ont besoin de visibilité sur l'évolution du signal-prix pour pouvoir investir ;
- Tous souhaitent comprendre l'utilisation du produit du prix du carbone (systèmes de

quotas ou de taxes), qu'il soit une aide à la transition des ménages vulnérables, au financement de la transition et/ou à la réduction d'autres charges notamment pour éviter les fuites de carbone ;

- Les subventions aux énergies fossiles, constituées surtout d'exemptions de taxes et de soutiens à certains secteurs émetteurs sont contreproductives dans une perspective de neutralité carbone, et leur réduction pourrait fournir des ressources importantes pour la transition, notamment celles des secteurs concernés ;

- La Valeur de l'Action pour le Climat telle que définie par la commission Quinet en février 2019, pourrait continuer à constituer un guide pour tous les investissements publics de long terme.

Le soutien à l'investissement et à l'innovation

Les études disponibles pour la France⁽³⁹⁾ font apparaître un déficit important d'investissements pour mettre l'économie française sur une trajectoire ZEN. Au niveau national, ce qui précède montre que l'investissement devrait être plus que doublé, passant de 30 milliards d'euros par an à 75 milliards d'euros par an à partir de 2030. Les collectivités locales représentent une large part de ce besoin, pour investir pour la rénovation thermique de leurs bâtiments, les systèmes de transport collectifs, les infrastructures adaptées, l'attractivité des centres urbains.

De nombreuses initiatives proposent d'accélérer cet investissement dans la transition, d'augmenter les ressources de financement ou de diminuer le risque associé aux investissements de transition. Elles peuvent stimuler tant l'investissement privé que public.

Politique de recherche et d'innovation. La transition nécessitera la combinaison d'innovations comportementales, technologiques et institutionnelles :

39 Panorama des financements climats d'I4CE, 2018

- les politiques de R&D dans tous les secteurs doivent intégrer très en amont la dimension climatique des innovations envisagées ;
- les recherches en sciences sociales devraient être impliquées dans ce processus, inscrire leur développement dans un contexte

assurant la co-construction des innovations avec les citoyens-usagers-consommateurs et inventer ce nouveau récit.

Le rôle des collectivités territoriales

Dans la transition, le rôle des territoires pour la transformation des grands systèmes, habitat, transports, activités productives sera essentiel, comme vu précédemment. La montée en puissance des rôles, responsabilités, compétences juridiques et fonctions des collectivités territoriales en matière d'énergie et de climat apparaît comme une des conditions clés de succès de la transition.

Les collectivités territoriales jouent en effet un rôle clé par :

- les pratiques, approches et stratégies climat-énergie dans le travail quotidien et l'élaboration des documents de planification territoriale à long terme (SRADDET, PCAET...) ;
- les initiatives locales, du type Territoire à Energie Positive (TEPOS) ;
- l'organisation du développement urbain par les documents de planification (SCOT, PLU, PLUI...), les incitations fiscales et leurs implications sur l'étalement urbain, la préservation des terres agricoles, l'attractivité des centres-villes et bourgs ;

- leur rôle de contact de proximité vis-à-vis des citoyens, illustré entre autres par le succès des projets locaux de développement d'énergies renouvelables.

Il paraît donc important que les collectivités disposent des moyens financiers, expertises et compétences des services et des élus, ainsi que des moyens d'actions institutionnels et réglementaires nécessaires à la contribution territoriale à la neutralité carbone nationale – là encore avec une solidarité entre elles selon leur géographie.

Les stratégies et politiques nationales auront aussi un rôle moteur dans la diffusion et la mise en œuvre par la plupart de bonnes pratiques territoriales adoptées par des collectivités pionnières.

Enfin, certains territoires pourraient être perdants dans la transition, car très liés à des secteurs fortement émetteurs. La solidarité nationale devrait être exercée pour y amener des activités nouvelles et organiser la conversion des territoires en liaison avec les entreprises.

La coopération internationale

En 2015, la France était à l'origine de 0,9% des 36 milliards de tonnes de GES émises chaque année^[40]. Au-delà des considérations de responsabilité, d'exemplarité et de possibilités économiques respectives des Etats, l'effort de la France s'inscrit dans une dynamique européenne et mondiale.

En particulier, l'Europe est en charge de plusieurs politiques essentielles pour le climat : la politique agricole commune, la politique du commerce extérieur, une large part de la politique de R&D et de la politique climatique, les grandes politiques d'infrastructures. Parmi les conditions de succès de la neutralité carbone figure donc l'évolution de ces politiques pour les rendre plus cohérentes avec ces ambitions climatiques.

Dans cette optique, là où des accords de libre-échange existent ou sont négociés, l'inclusion de clauses environnementales et notamment l'engagement à respecter l'Accord de Paris et travailler conjointement à sa mise en œuvre, est essentielle. Ces accords peuvent également être l'occasion de faciliter le développement et la diffusion de produits et services favorables à la transition. L'Europe ferait ainsi de l'accès à son vaste marché une condition du renforcement de l'ambition climatique de ses partenaires.

40 Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2018, CGDD

Etude *Climate Paths for Germany*

L'Allemagne s'est fixé comme objectif de réduire ses émissions de **80 à 95% d'ici 2050** par rapport aux niveaux de 1990, mais les débats se poursuivent depuis des années sur les modalités.

Le BDI (fédération des industries allemandes) a réalisé en 2017 une étude⁽⁴¹⁾ afin de proposer des stratégies industrielles compatibles avec ces objectifs. Ces travaux ont duré 10 mois et mobilisé plus de 70 fédérations membres et 300 experts.

Elle conclut que les mesures existantes conduiraient à une réduction de 65% des GES, qu'un renforcement des mesures aboutissant à 80% de réduction est économiquement et technologiquement viable pour l'Allemagne indépendamment du comportement du reste du monde. Un scénario à 95 % de réduction ne serait en revanche plausible qu'en cas de politiques coordonnées des pays du G20.

Elle estime les investissements additionnels cumulés à 1500-2300 Mds€ pour des coûts nets de 500-1000 Mds€ ; les effets sur le PIB seraient neutres ou légèrement positifs alors que les opportunités créées sur le marché mondial seraient de 1000-2000 Mds €/an d'ici 2030.

Alors que le prix du carbone apparaît comme incontournable pour le déploiement des technologies bas carbone, il est aussi un élément de renchérissement des coûts (partiellement compensé par l'économie d'énergie) et donc il crée un risque pour la compétitivité internationale de l'industrie française. Sur ce sujet, l'Europe est la mieux placée pour agir : d'une part en adoptant des dispositions qui empêchent les distorsions intra-communautaires, d'autre part en adoptant une politique déterminée qui combine positivement la réduction des émissions et le développement des échanges internationaux.

Il paraît donc indispensable qu'elle privilégie dans certains cas la réduction des émissions par rapport au développement des échanges internationaux.

Si des mécanismes aux frontières paraissent difficiles à envisager pour tous les produits, il serait sans doute possible de faire de l'accès au marché européen un levier de la réduction des émissions, et de réserver les avantages douaniers des accords bilatéraux ou multilatéraux aux pays qui adoptent des politiques climatiques en ligne avec l'accord de Paris. Ceci faciliterait la montée du prix du carbone européen, et sans doute de ceux des autres pays, jusqu'aux niveaux nécessaires au déploiement des solutions bas carbone sans fuites de carbone ni destruction de l'activité économique française et européenne.

Des convergences stratégiques nationales pour lutter contre le changement climatique faciliteraient d'ailleurs le développement accéléré de technologies en répartissant les coûts de développement, générant des économies d'échelle et en mutualisant les gains d'apprentissage.

Enfin, une partie des émissions françaises vient de l'utilisation de produits fabriqués à l'étranger. En plus de la diminution de l'empreinte globale, l'amélioration des performances environnementales des autres pays devrait réduire la consommation énergétique de ces produits et la consommation d'énergie en France.

Si la France et l'Europe veulent jouer un rôle significatif sur l'évolution de l'effet de serre, elles ne peuvent cantonner leur action à leur seul territoire.

Pour décider et mener à bien toutes ces politiques, les pouvoirs publics ont besoin du soutien des citoyens dont les représentants votent les lois, et qui savent parfois aussi se faire entendre plus bruyamment. Ils ont aussi besoin des acteurs économiques qui supporteraient les impacts de ces politiques et mettraient les solutions appropriées sur leurs marchés.

41 <https://bdi.eu/themenfelder/energie-und-klima/klima2050/>

4.4 Le rôle des entreprises

Développement de solutions

Même si elle ne fait pas appel à des innovations technologiques de rupture, l'étude met en évidence le déploiement de nombreux produits et services nouveaux : véhicules électriques, solutions de rénovation du logement, produits éco-conçus et efficaces énergétiquement, économie de la fonctionnalité, services énergétiques nouveaux, etc. C'est aux entreprises de fournir ces solutions et d'en réduire le coût à la fois pour les rendre accessibles aux consommateurs et pour en tirer des opportunités commerciales dans une compétition mondiale exacerbée.

Il s'agit là d'un investissement important tant financier qu'humain, souvent risqué même si les politiques publiques les encouragent. La course technologique peut conduire à des impasses,

certaines solutions peuvent s'avérer plus coûteuses qu'anticipé, ou leur marché limité. Il s'agit d'une révolution technologique et industrielle dans laquelle les entreprises doivent gérer leurs risques et leurs opportunités.

Dans cette révolution, la confiance dans le fait que l'objectif climatique est partagé par les consommateurs est essentielle. Les entreprises ont en fait besoin de leurs consommateurs pour réussir la transition et les consommateurs doivent pouvoir avoir confiance dans les solutions proposées. Parmi eux, les clients publics sont essentiels pour l'adoption de certaines solutions, la commande publique exemplaire pouvant être un atout clé de la transition.

Modernisation des outils de production

La modernisation des outils de production et l'amélioration de leur efficacité énergétique, de même que la décarbonation de leurs sources d'énergie nécessiteront aussi des efforts d'investissement importants. La mobilisation des collaborateurs sur ces enjeux climatiques s'est avérée dans le passé plus difficile que prévu, tant

la pression sur le cœur de métier de l'entreprise est forte. Il s'agit donc de ramener le climat et l'énergie au centre des priorités de haut en bas de l'organisation, de trouver de nouveaux fournisseurs et de nouvelles solutions, d'en faire une priorité de la gestion.

Transitions industrielles et professionnelles

Les effets de la transition diffèrent selon les secteurs : l'activité de certains sera particulièrement impactée (en particulier ceux fortement liés aux énergies fossiles), d'autres verront leur activité croître de façon importante (énergies renouvelables, rénovation du bâtiment, développement des transports doux, partagés et collectifs) ou encore vivront des évolutions internes au secteur (cas de l'automobile avec le passage massif du véhicule thermique à l'électrique). La baisse de certaines activités sera concomitante avec des opportunités de réindustrialisation.

Ces besoins d'évolutions concerneront nombre d'employés : transitions industrielles et professionnelles iront de pair. Les entreprises sont amenées à anticiper, organiser et favoriser ces transitions professionnelles.

Au-delà des évolutions des professions spécifiques aux métiers de la transition énergétique, une grande partie des professions verra aussi un besoin

d'élargissement de ses compétences (cas des artisans du bâtiment), tel que mis en évidence dans le Plan de programmation des emplois et des compétences (cf. encadré).

Dans ces transitions, les acteurs économiques ont aussi besoin de la compréhension et de l'adhésion de leurs salariés à ces changements, de politiques d'accompagnement et de formation, locales souvent, nationales parfois, pour faciliter la transition de tous les acteurs et en particulier les plus vulnérables.

La plus grande difficulté rencontrée dans l'accélération de la transition bas carbone est la question du rythme de la transition : soumises aux contraintes de la concurrence et aux exigences de leurs actionnaires, les entreprises doivent assurer leurs résultats à court terme, fondés sur des solutions carbonées, tout en investissant pour largement déployer les solutions bas carbone a priori moins rentables en début de cycle de vie.

Plan de programmation des emplois et des compétences

Confié à Laurence Parisot et publié fin février 2019, son objectif est de déterminer à quelles conditions « les politiques d'emploi, de formation et d'évolution professionnelle pourraient être en cohérence et en synergie avec les objectifs fixés pour la transition énergétique et écologique (TE) ».

Sept des huit études prospectives analysées prévoient une création nette de 160 000 à 600 000 emplois, selon les hypothèses d'intensité de la TE. En revanche, les destructions et créations d'emplois ne se feront pas toujours simultanément et sur les mêmes territoires ; le rapport préconise d'évaluer les opportunités et risques par filières et par régions.

Si le rapport met en lumière quelques nouveaux métiers propres à la TE, il insiste surtout sur l'ampleur « spectaculaire » des évolutions de compétences dans de nombreux métiers existants et le besoin de compétences globales et transversales dans tous les métiers : sensibilisation, écoconception, mise en commun et coordination des compétences et convergence avec la transition numérique.

Le rapport préconise de développer les formations ayant un lien avec la TE, leur visibilité et leur attractivité, leur adéquation avec les besoins des branches professionnelles et de mettre l'accent sur les dimensions d'interdisciplinarité et de transition numérique. Le besoin d'outils de suivi et de pilotage précis de l'évolution des emplois est aussi mentionné.

Pour les entreprises et acteurs financiers, être ZEN c'est donc développer la vision de leur propre devenir dans la France et le monde de la neutralité carbone en 2050, penser et effectuer la transition du modèle d'activité actuel au modèle futur, créer les conditions internes – techniques, humaines et financières – et externes – dialogue avec les

pouvoirs publics, les clients et les fournisseurs – de cette transition (voir les recommandations de la TCFD, Task force on Climate-related Financial Disclosures). Pour eux comme pour les autres acteurs, l'action volontaire isolée ne conduit pas au rythme suffisant de transformation.

La transition ZEN décrite dans cette étude devrait se dérouler sur 30 ans, de 2020 à 2050, soit un laps de temps très court, une génération à l'échelle des personnes ; les modes de vie mettent plus longtemps à changer ; un logement change de propriétaire une ou deux fois en trente ans, guère plus. On change de voiture plus souvent, mais la voiture elle-même dure quinze ans, parfois dans d'autres mains.

A l'échelle des entreprises aussi, ce délai est court : les investissements faits aujourd'hui fonctionneront encore en 2050, les avions dont le développement est lancé aujourd'hui deviendront majoritaires sur le marché à cette échéance.

La France est sortie du charbon entre 1970 et 2000 environ, un bouleversement de l'agriculture et de nos habitudes alimentaires s'est fait depuis 1990, la diffusion du téléphone portable et des modes de vie associés a été encore plus rapide. Une révolution en trente ans est donc possible.

Les trajectoires qui partent de la situation actuelle et aboutissent à une France neutre en carbone en 2050 sont très vulnérables à un retard au démarrage. Réduire les émissions de 4,5% par an est déjà très ambitieux ; les réduire de 5 à 6% par an si nous reportons l'inflexion ne serait-ce que de quelques années ne serait plus crédible.

C'est pourquoi cette étude se conclut par quelques recommandations d'actions, que les membres d'EpE recommandent d'engager au plus tôt si l'on souhaite que la neutralité carbone de la France en 2050 reste possible.



5

RECOMMANDATIONS

1 / Mobiliser l'ensemble des Français en faisant partager la conscience de l'urgence climatique ainsi que le projet d'une France neutre en carbone en 2050

Une appropriation collective de l'image de la société à 2050 paraît nécessaire ; la cohérence entre l'étude ZEN 2050, la nouvelle stratégie nationale bas carbone, la nouvelle stratégie européenne et de nombreux travaux et messages issus de citoyens ou de réseaux sociaux inspire confiance dans l'émergence d'une telle représentation.

L'organisation de campagnes de communication et de débats locaux ou sectoriels avec les citoyens, salariés, consommateurs, pouvoirs publics serait essentielle à cette appropriation et à l'organisation des efforts parallèles de chacun.

Cette recommandation est une demande forte et spontanée du panel de citoyens de l'étude ZEN 2050.

La première recommandation s'adresse donc à tous les acteurs pour qu'ils accélèrent leur réflexion sur leur place dans cette trajectoire, sur les actions possibles pour y contribuer, sur les alliances entre acteurs et les rôles et responsabilités de ces acteurs pour faire une opportunité de la création d'une société ZEN.

Au-delà du niveau national une extension de ce récit à une échelle européenne voire internationale faciliterait la cohérence et l'efficacité de la lutte globale contre le changement climatique. Les Nations-Unies, la CNUCC et les instances globales pourraient dans cette optique jouer un rôle d'orchestration.

2 / Agir à l'international pour faire de l'accès au marché européen un levier de la décarbonation mondiale, et du marché carbone européen le levier d'une transformation industrielle compétitive

L'empreinte carbone des Français et des Européens est fortement dépendante de la décarbonation des importations, alors que des entreprises supportant le coût de la transition seront plus difficilement compétitives sur le marché mondial : cette ambition climatique et industrielle paraît aujourd'hui incompatible avec la priorité systématique accordée par l'Europe au libre-échange. Il est donc recommandé que la France incite l'Europe à réserver un accès largement ouvert à son marché aux seuls pays qui partagent ses ambitions et ses efforts climatiques : l'accès au marché européen sera ainsi une forte incitation à l'ambition climatique.

Par ailleurs, les technologies et solutions décarbonées (CSC, hydrogène renouvelable, industries de la biomasse, stockage de l'énergie...) ne

seront déployées en Europe ou ailleurs que si un prix du carbone suffisant les rend compétitives dans la durée par rapport aux autres technologies. Le marché carbone européen devrait donc être géré en ce sens, en donnant aux acteurs une visibilité suffisante sur la réduction des volumes, donc l'augmentation des prix et sur les modalités préservant la compétitivité internationale des acteurs européens. En parallèle, les pouvoirs publics pourraient étendre le champ d'utilisation de la valeur de l'action pour le climat et utiliser systématiquement des valeurs du carbone cohérentes avec ces niveaux pour leurs politiques et leurs décisions d'investissement.

Enfin, l'accélération des exportations françaises, qui ont une signature carbone nettement plus faible que la plupart des pays du monde, favoriserait la réduction des émissions mondiales.

3 / Donner une place positive à la fiscalité carbone en affichant ses objectifs, sa trajectoire, l'utilisation de ses revenus et les mesures sociales qui l'accompagneront pour qu'elle soit ressentie comme équitable

Le renforcement de la fiscalité sur les émissions et la montée des prix de l'énergie sont une condition de la transition. Réglementation et signaux économiques sont complémentaires : la réglementation permet d'anticiper et limiter le signal-prix, mais celui-ci reste indispensable pour éviter que les solutions techniques n'aboutissent à un accroissement des émissions par effet rebond.

La prise en compte de l'impact sur les ménages, en particulier les plus vulnérables est également une condition de réussite.

La lutte contre la précarité énergétique liée au logement mais aussi à la mobilité pourrait être confiée aux services sociaux pour qu'ils combinent soutien financier temporaire et action pour changer la dépendance des ménages aux émissions. Ceci implique de former les services sociaux aux enjeux globaux et sectoriels de la transition. Certaines entreprises actives sur ces sujets pourraient y être associées. Les ménages, notamment les plus défavorisés, doivent pouvoir bénéficier d'expertise ou de conseil pour engager des investissements pertinents et adopter des comportements générateurs d'économies.

Nous proposons d'explicitier l'usage des recettes de la contribution climat-énergie et de faire en sorte qu'un montant équivalent soit dédié à la transition, avec les recommandations suivantes :

- Afficher à l'avance la trajectoire de la contribution climat-énergie pour guider les investissements des particuliers (logement, mobilité) ; sur une longue période, l'affichage pourrait se faire en prix final de l'énergie plutôt qu'en montant de taxe, comme c'est le cas pour le tabac ;
- Afficher l'utilisation de ses revenus et l'impact dans un contexte général de stabilisation, ou réduction de la pression fiscale. Ceci devra conjuguer des exigences d'acceptation sociale, d'équité sociale et d'efficacité climatique. Les allègements d'autres charges pourraient être affichés à l'avance, pour encourager les activités bas carbone ;
- Réduire puis supprimer les aides aux fossiles, directes ou indirectes, et afficher cette réduction auprès du public, pour réaffecter ces économies à la transition ;
- Intégrer ses conséquences sociales aux politiques d'aide sociale, comme vu ci-dessus.

4 / Investir en mobilisant les secteurs privé et public pour la transition et en intégrant les transitions professionnelles et de territoires

Les besoins en investissements nécessaires aux trajectoires ZEN 2050 sont importants : les investissements publics et privés pour la rénovation thermique du bâti, le développement de la biomasse, l'électrification des véhicules particuliers et le développement des services de mobilité et des transports collectifs ferrés notamment, le renforcement des réseaux électriques et autres (hydrogène, réseaux de chaleur, transports en commun...) devraient passer de 30 Mds€ par an à plus de 75 Mds€ par an à partir de 2030 (tous les secteurs n'ayant pu être étudiés), auxquels s'ajouteront les besoins à dimensionner pour l'industrie, l'agriculture et la forêt, soit une réorientation forte de près de 10% de l'investissement national actuel (environ 500 Mds€). En contrepartie, certains autres investissements seraient réduits, et l'investissement supplémentaire net est plus modeste.

Un plan national d'investissement public (et privé par effet de levier) accélérerait la transition, et serait d'autant plus aisé à soutenir que ces financements seraient dans le même temps détournés des activités intensives en émissions par les perspectives de prix du carbone perçues par l'ensemble des acteurs et de la communauté financière, banquiers et investisseurs institutionnels.

Ce plan d'investissement devrait être dirigé en priorité vers les territoires fortement dépendants d'activités qui seront impactées par la transition.

Les moyens de la formation professionnelle devraient être orientés dans le sens de la transition écologique, en particulier vers la conversion des emplois dans les secteurs ou activités négativement affectés.

5 / Aménager le territoire en cohérence avec l'objectif climatique

L'étalement urbain rapide actuel a des impacts à la fois sur l'agriculture, le climat et la biodiversité mais aussi sur l'accessibilité à de nombreux services. « Construire la ville sur la ville » (le bourg ou le village), rénover les centres et y concentrer des services de proximité, a des avantages en termes de confort, de gestion du temps, d'économie dans l'accès aux transports en commun, aux infrastructures et aux services et commerces qui font aujourd'hui la qualité de vie. La ville dense est compatible avec une présence significative de la nature dans l'espace urbain, reconnue comme

précieuse pour la résilience climatique et le bien-être des habitants.

Nous proposons que le modèle de l'étalement urbain (logement et centres commerciaux ou zones d'activité) soit réorienté au plus tôt dans un sens propice à la transition climatique, à la fois par l'adaptation des finances locales, et par des représentations sociales à transformer par les acteurs publics et privés. Nous recommandons aussi de diviser par deux la vitesse d'artificialisation des sols.

6 / Développer, gérer et valoriser les différents services de la biomasse

La biomasse issue des déchets, de l'agriculture ou de la forêt et ses produits joueront un rôle clé pour remplacer les fossiles, et la disponibilité de biomasse sera, hors importations, un facteur contraignant pour l'économie, même dans l'hypothèse d'une forte efficacité énergétique.

Les politiques forestières devraient à la fois doubler le puits de carbone et maximiser la ressource disponible, selon des dynamiques territoriales

différenciées favorables aux différents services rendus par les forêts aux populations locales.

La gestion des concurrences et synergies entre les usages et services (alimentation, alimentation animale, biodiversité, capture de carbone, amendement des sols, matériaux) à satisfaire par la biomasse devrait être encadrée localement et nationalement par une gouvernance intersectorielle.

7 / Rénover les bâtiments en introduisant des dispositifs effectifs d'obligation et des accompagnements financiers

La rénovation est l'un des chantiers de transition les plus importants et les plus difficiles, compte-tenu en particulier de la multiplicité des décideurs impliqués ; des dispositifs d'obligation de rénovation bas-carbone adaptés aux différents types de bâti (individuel, collectif privé, bâtiments publics) devront donc être définis et appliqués sans délai. Une obligation au moment des transmissions de propriété ou d'établissement des baux longs nous paraît à privilégier pour l'habitat individuel ;

une obligation échelonnée dans le temps nous paraît à privilégier pour les copropriétés, par exemple liée à l'obligation de ravalement là où elle existe.

Le plan d'investissement visé plus haut devrait être largement mobilisé par les acteurs publics et privés pour financer cette transformation, en conditionnant les aides à l'ambition des programmes de rénovation.

8 / Basculer vers les mobilités non émettrices et programmer la sortie des motorisations fossiles

La transformation des mobilités devrait associer l'introduction rapide des modes bas carbone, modes doux, transports collectifs, mobilité électrique, biogaz et hydrogène vert et la sortie des options intensives en émissions de gaz à effet de serre et de polluants locaux.

Pour que l'objectif ZEN puisse être atteint en 2050, la place des véhicules thermiques dans le parc

automobile ne peut être que marginale à cette échéance, et la commercialisation des véhicules tout-thermiques devrait être arrêtée bien avant. La place des véhicules hybrides rechargeables, serait dimensionnée par la disponibilité limitée en biocarburants.

9 / Moderniser l'industrie en incitant à l'investissement bas carbone

Parce qu'un prix du carbone croissant est une condition nécessaire mais non suffisante de la bonne orientation des décisions des entreprises, les investissements bas carbone (efficacité énergétique, économie circulaire, électrification des procédés) devraient être encouragés par des dispositifs appropriés, aides à la conversion industrielle et sociale, à l'innovation, prévention des fuites de carbone, réductions de risque, modalités préservant la compétitivité internationale des acteurs français. L'affichage de trajectoires de prix du carbone tant pour les industriels que pour les consommateurs devrait faciliter le financement de ces investissements.

Compte tenu de l'ambition de la neutralité carbone, toutes les pistes méritent d'être explorées et développées, car toutes les solutions seront nécessaires. Certains secteurs apparaissent toutefois comme particulièrement contributeurs : efficacité énergétique, stockage de l'énergie, économie circulaire (au prix d'une réduction des besoins en matériaux neufs), CSUC, industries du bois et de la biomasse, véhicules et systèmes de mobilité décarbonés, y compris pour l'aéronautique, chimie de la biomasse.

10 / Accompagner l'évolution de l'agriculture vers un modèle de qualité

Il paraît urgent de repenser le modèle économique européen de l'agriculture, des espaces ruraux et des politiques agricoles, actuellement fondé sur l'insertion dans un marché mondial indifférencié. Le développement de filières de qualité de l'amont à l'aval répondant aux enjeux d'économie agricole, de nutrition et de santé, de productivité, d'écologie, de diversification des produits et des services rendus par les exploitations agricoles (alimentation, bioéconomie, biomasse, puits carbone, etc.) et leur juste valorisation, permettront de générer

de nombreux bénéfices : bilan net positif en emplois, renforcement de la résilience, réduction des émissions agricoles, préservation de la biodiversité, réduction des importations et de la déforestation importée, préservation des sols.

Les aides devraient être orientées vers les exploitations appliquant ces nouvelles pratiques, ou les clients (restauration collective publique ou privée) stimulant cette nouvelle offre par l'évolution de leurs cahiers des charges.

11 / Mieux se nourrir en renforçant les habitudes alimentaires saines pour les humains et le climat

Une modification des modèles de consommation alimentaire est déjà initiée, favorable à la réduction des émissions et à la santé. Elle devrait être accélérée et pérennisée par des politiques alimentation-santé, des actions dans la restauration collective publique ou privée et la réduction du gaspillage alimentaire.

Ces politiques tireront aussi la transformation du modèle agricole en ouvrant aux produits d'une agriculture d'un nouveau modèle (moins d'intrants, polyculture, diversification des produits) des marchés plus importants et rémunérateurs qu'aujourd'hui. Le gaspillage alimentaire devrait être divisé par deux, de même que la consommation de viande.

12 / Éduquer à l'environnement et au climat à tous les niveaux

Les jeunes générations actuelles à l'école ou étudiantes vont pour beaucoup consacrer leur vie professionnelle à cette transition, et doivent y être préparées. Des programmes dédiés doivent être développés et intégrés depuis le premier cycle

jusqu'à l'enseignement supérieur et tous les formateurs doivent y être formés dans toutes les disciplines, des sciences de la nature aux sciences techniques et humaines.

13 / Réorienter la publicité pour faire évoluer les habitudes de consommation vers des modes de vie durables

Les entreprises jouent à travers la publicité un rôle clé dans la formation chez les consommateurs des représentations des modes de vie désirables. Or ce flux de communication conduit aujourd'hui souvent à une survalorisation d'équipements ou de services fortement émetteurs.

La communication sur les produits pourrait progressivement mettre un accent positif sur l'économie de moyens matériels pour la satisfaction des besoins, par exemple au profit de services.

Deux points pourraient faire l'objet d'une action volontaire des entreprises :

- Les représentations sociales sous-jacentes dans la publicité tendraient vers celles des modes de vie durables ;

- Une meilleure cohérence entre la place des produits dans le flux publicitaire et leur place dans une trajectoire ZEN permettrait progressivement d'aligner les habitudes de consommation avec les trajectoires souhaitables.

14 / Anticiper les impacts du changement climatique et les besoins d'adaptation des territoires

Les effets du changement climatique (vagues de chaleur, érosion du trait de côte, dégradation de la ressource en eau, hausses des précipitations et sécheresses...) sont déjà perceptibles et le seront d'autant plus en 2050, même si le monde suit une trajectoire compatible avec l'Accord de Paris.

Bien que l'étude n'ait que peu abordé ce point, nous recommandons d'anticiper dès aujourd'hui ces impacts et de renforcer la résilience des territoires. Cette approche territorialisée est celle retenue dans le second plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) publié fin 2018.



Par quoi commencer ?

Ce qui précède pourrait être un vaste programme, pratiquement un programme de développement sociétal et économique d'un genre nouveau, impliquant de nombreux acteurs. L'étude elle-même n'est en effet qu'un début, une contribution d'entreprises à un projet partagé à réaliser ensemble, en cohérence avec la SNBC et la stratégie de long terme de l'Union européenne. A court terme, ceci supposerait au moins :

- Un travail avec les patronats des pays européens, puis avec les pouvoirs publics pour faire évoluer les politiques européennes dans un sens favorable au climat, R&D, Politique Agricole Commune, commerce extérieur en particulier ; une trajectoire ZEN n'est viable qu'au sein d'un mouvement européen, et plusieurs pays européens ont des programmes de même nature à rapprocher ;

- Que ces éléments servent de points d'appui si une loi sur la neutralité carbone, reconnaissant l'urgence et la nécessité de l'action devait être étudiée;

- Des explorations complémentaires en vue de construire des feuilles de route associant les entreprises et d'autres parties prenantes et précisant les coûts, financements, modalités d'accompagnement, étapes, etc.

- Des dialogues approfondis au sein des secteurs et des territoires qui se sentiraient plus particulièrement concernés par une transformation profonde.

Les solutions sont là, les entreprises sont déjà engagées. L'étude ZEN2050 propose une vision ambitieuse et exigeante d'un destin commun à réaliser ensemble, entreprises, citoyens et pouvoirs publics. Les entreprises sont prêtes à s'inscrire pleinement dans ce mouvement si la nation prend collectivement la décision de le conduire.



ANNEXES

Le panel citoyen

L'objectif de la consultation citoyenne, organisée selon la méthodologie IPSOS, était d'obtenir d'un panel de citoyens des réactions et opinions sur les recommandations projetées, afin d'évaluer leur acceptabilité et le cas échéant de les amender.

Le panel était composé de 23 citoyens qui avaient été choisis pour illustrer la diversité de la population française : âge, sexe, profession, origine géographique, type de logement, niveau d'études, etc. Aucun n'était spécialiste des enjeux ni des politiques de l'environnement, ni militant. Il ne leur a pas été demandé de se positionner sur la faisabilité des recommandations formulées par le panel, ni sur toutes les recommandations.

La consultation citoyenne s'est déroulée lors de deux weekends.

Le premier a permis de présenter le contexte et les enjeux de l'étude. Différents experts et organisations⁴² ont abordé les sujets du changement climatique, des comportements collectifs et individuels, de la rénovation des logements, de la mobilité, de la fiscalité...

Le dernier jour a été consacré à un débat à huis clos entre citoyens pour débattre des pistes proposées par l'étude ZEN2050 et rédiger une déclaration citoyenne dans laquelle le panel a été invité à exprimer son ressenti, ses divergences et points de consensus, ses questions.

L'analyse complémentaire d'IPSOS met en évidence l'évolution de la perception du sujet par le groupe : d'une position initiale, où les participants se sentaient peu impliqués, ni sensibilisés, ni responsables, ni acteurs face à une problématique globale, ils sont passés à un certain scepticisme « *Quand j'ai lu votre phrase, je me suis dit : alors là, c'est une belle utopie* », puis ont pris conscience au fil des interventions du rôle qu'ils pouvaient eux aussi jouer « *Entreprises, citoyens et politiques, on est tous concernés et tous coupables* ».

L'écart entre d'une part cette indifférence initiale et d'autre part leur conscience de l'enjeu et leur implication à la fin de la consultation est, comme ils l'expriment au début de leur avis, un des principaux enseignements.

Pour autant, le consensus entre tous les participants n'a pas été atteint sur toutes les solutions. Tous ont partagé le constat qu'une communication transparente et engageante est nécessaire à la fois pour augmenter la compréhension des enjeux mais surtout pour faire accepter les efforts que chacun doit fournir.



42 Jean Jouzel, Stéphane Labranche, CITEPA, Réseau Action Climat, Association des Maires de France, Ministère de la transition écologique et solidaire, Rodolphe Meyer, Patrick Criqui, Total, EpE

Propositions citoyennes

Une France neutre en carbone

Le panel citoyen tient à émettre un premier ressenti sur l'intitulé-même de cette conférence citoyenne : une France neutre en carbone. Puisque l'expression « neutre en carbone » n'est pas comprise de la quasi intégralité du panel. Si à la fin de ces deux week-ends, tout le panel pense avoir bien compris l'expression, il était très loin d'en avoir saisi le sens à l'origine.

Cela étant posé, tout le panel est très conscient à l'issue de cette conférence de la nécessité, l'urgence même qu'il y a à prendre le problème à bras le corps. Et tous, aussi, déclarent n'être pas conscients au démarrage de cette conférence de l'ampleur du problème, ampleur qui fait dire à certains membres du panel qu'il s'agit d'une véritable révolution à effectuer.

Voici les réactions du panel à certaines propositions formulées par l'étude ZEN2050.

▲ Recommandation 1

Mobiliser l'ensemble des Français en faisant partager la conscience de l'urgence climatique ainsi que le projet d'une France neutre en carbone en 2050.

A l'issue de ces échanges, l'ensemble du panel est tout à fait d'accord avec cette recommandation puisque tous se rendent compte que cette représentation n'était déjà au préalable pas partagée par eux-mêmes. Cette recommandation semble d'autant plus nécessaire qu'une partie du panel considère que c'est bien leur génération (30 à 50 ans) qui est moins consciente du problème alors que leurs enfants semblent davantage sensibilisés. A l'inverse, d'autres membres considèrent que leurs enfants baignent dans l'hyper consommation.

▲ Recommandation 3

Donner une place positive à la fiscalité carbone en affichant ses objectifs, sa trajectoire, l'utilisation de ses revenus et les mesures sociales qui l'accompagneront pour qu'elle soit ressentie comme équitable.

Le panel est tout à fait d'accord avec cette recommandation de donner une place positive à la fiscalité carbone, aux conditions expresses suivantes :

- Une indispensable transparence sur la collecte, sur l'utilisation, sur la redistribution qui doit être intégralement consacrée à la cause
- Une fiscalité proportionnelle aux revenus.

L'idée d'un prix du litre d'essence à 2€ envisageable à trois ou cinq ans divise le panel. Si une majorité la considère comme efficace, simple à mettre en œuvre et inévitable, l'autre partie du panel la refuse si aucune alternative raisonnable n'est proposée aux consommateurs. Les favorables émettent cependant des conditions à cette fiscalité, et notamment à celle concernant l'essence :

- A nouveau la transparence absolue sur l'utilisation des fonds
- La création d'un fonds vert alimenté par cette fiscalité
- La gratuité des transports en commun.

Le panel citoyen suggère dans cette thématique de fiscalité carbone :

- La création d'une TVA à taux différencié suivant l'empreinte carbone du produit ou du service
- La création d'un bonus-malus pour récompenser l'utilisation de modes de transports alternatifs aux véhicules thermiques individuels quand c'est possible
- Lors des appels d'offres publics, favoriser les entreprises locales et vertueuses.

▲ Recommandation 4

Investir en mobilisant les secteurs privé et public pour la transition et en intégrant les transitions professionnelles et de territoires.

Le panel reconnaît avoir pris conscience de l'ampleur et de la rapidité des transitions, professionnelles et de territoires, impliquées par la transition énergétique. Cela étant, le panel est mal à l'aise avec cette recommandation puisqu'il ne se sent pas concerné concrètement par sa mise en place.

Le panel suggère néanmoins :

- De diversifier les entreprises dans les bassins mono-industriels
- De favoriser l'accès au télétravail dès lors que les entreprises se délocalisent
- D'anticiper le besoin de formation.

▲ Recommandation 5

Aménager le territoire en cohérence avec l'objectif climatique.

Le panel citoyen est d'accord avec l'arrêt de l'étalement urbain et avec la densification des villes et des villages aux conditions suivantes :

- Dynamiser les cœurs de ville et, impérativement, densifier la sociabilité
- Améliorer l'attractivité des cœurs de ville : végétalisation, nouveaux types d'architecture qui maximisent l'espace disponible, jardins partagés, commerces de proximité, services de santé, mise à disposition de logements par les entreprises et les collectivités
- Interdire l'extension et la création de zones commerciales en périphéries de villes
- Proposer un pôle de service dans l'intercommunalité pour desservir le monde rural
- Réhabiliter les gares ferroviaires et développer les voies ferrées
- Faciliter l'accès à la propriété par des aides financières afin de limiter l'habitat périurbain
- Inciter les propriétaires (privés et publics) à mettre sur le marché les logements vides.

▲ Recommandation 7

Rénover les bâtiments en introduisant des dispositifs effectifs d'obligation et des accompagnements financiers.

Le panel est tout à fait d'accord avec cette recommandation. Il diverge en revanche fortement sur l'idée d'une obligation de rénovation. Les uns considérant l'obligation nécessaire, les autres préférant l'incitation. Tous s'accordent pour associer à cette recommandation un certain nombre de conditions :

- L'accompagner d'aides provenant du fonds vert, d'avantages fiscaux, de financements attractifs avec des taux bas carbone proposés par les banques, de réductions des droits de succession / taxe foncière en cas de rénovation, de crédits d'impôts
- Mieux former les certificateurs qui sont jugés peu dignes de confiance
- Labelliser les entreprises de rénovation de proximité
- Prioriser la rénovation énergétique des plus précaires.

▲ Recommandation 8

Basculer vers les mobilités non émettrices et programmer la sortie des motorisations fossiles.

Le panel est d'accord avec cette recommandation mais il se divise sur les mises en application :

- Les uns considérant que le véhicule thermique a encore de l'avenir, notamment du fait des innovations sur les biocarburants
- Les autres s'accordant sur la nécessité de développer davantage l'autopartage et les transports électriques de toutes sortes (trottinettes, vélos, téléphériques urbains, etc.) permettant l'abandon progressif des véhicules tout thermiques

Le panel s'accorde sur la nécessité du développement des transports en commun, certains même suggérant leur gratuité. Il suggère également une taxe dissuasive sur la carte grise pour les grosses cylindrées ; cet argent permettrait d'alimenter le fonds vert.

Le panel suggère également d'instaurer une contribution financière aux poids-lourds étrangers traversant le territoire français. Une partie du panel émet des réserves sur cette recommandation et préconise plutôt une incitation au niveau européen.

▲ Recommandation 11

Mieux se nourrir en renforçant les habitudes alimentaires saines pour les humains et le climat.

Le panel est tout à fait d'accord avec cette recommandation. Il préconise notamment le bien-manger, de la crèche à l'EHPAD : une journée sans viande, favoriser les produits de saison, les producteurs locaux, les circuits courts, l'étiquetage bas carbone sur les produits. Le panel préconise la TVA réduite sur les produits de première nécessité et les produits précédemment cités, ce qui annule les surcoûts.

Le panel suggère également le développement de l'agriculture urbaine et une formation permettant aux agriculteurs de passer aux cultures HVE*.

▲ Recommandation 12

Éduquer à l'environnement et au climat, à tous les niveaux.

Le panel agréé unanimement cette recommandation. Il suggère notamment de généraliser les sorties pédagogiques à la ferme, les cours sur le climat/ le local / l'environnement dès le plus jeune âge.

Le panel suggère aussi d'expliquer aux plus jeunes la notion même de neutralité carbone.

▲ Recommandation 13

Réorienter la publicité pour faire évoluer les habitudes de consommation vers des modes de vie durables.

Le panel est unanime, il s'agit d'une nécessité. A ce titre, il suggère :

- De réglementer les publicités pour des produits et services émetteurs de CO₂
- De réglementer les supports publicitaires énergivores (panneaux lumineux / LCD)
- De diffuser des campagnes très impactantes sur le sujet de la neutralité carbone
- De mieux faire comprendre en les illustrant concrètement les indications d'impact CO₂ sur les produits et services du quotidien
- D'inciter les entreprises à communiquer davantage sur leurs actions en faveur de la neutralité carbone (à l'instar de ce que le panel a découvert vis-à-vis de Total).



En conclusion, le panel tient à souligner l'importance de chaque acteur (consommateurs/citoyens, entreprises et pouvoirs publics) à prendre part à cette transition.

* Haute Valeur Environnementale

Sigles

ADEME	Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
AITA	Association internationale du transport aérien
BECCS (BECSC)	Bio-Energy with Carbon Capture and Storage (Bioénergie avec captage et stockage du carbone)
CCNUCC (UNFCCC)	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (United Nations Framework Convention on Climate Change)
CCAS	Centre Communal d'Action Sociale
CIRED	Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CUC (CCU)	Captage et Usage du CO ₂ (Carbon Capture and Usage)
CSC (CCS)	Captage et Stockage du CO ₂ (Carbon Capture and Storage)
CREDOC	Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
DNTE	Débat National sur la Transition Energétique
EpE	Entreprises pour l'Environnement
ETS	Emission Trading Scheme (Système communautaire d'échange de quotas d'émissions)
FREC	Feuille de route Economie Circulaire
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC (IPCC)	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (Intergovernmental Panel on Climate Change)
I4CE	Institute for Climate Economics (Institut de l'Economie pour le Climat)
AIE	International Energy Agency
MtCO ₂ eq	Millions de tonnes équivalent dioxyde de carbone

OACI	Organisation de l'aviation civile internationale (institution des Nations-Unies)
PAC (électricité)	Pompe à chaleur
PAC	Politique Agricole Commune
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
Pkm	Passagers par kilomètre
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PLUI	Plan Local d'Urbanisme Intercommunal
PNACC	Plan National d'Adaptation au Changement Climatique
PNNS	Programme National Nutrition Santé
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PRG	Pouvoir de réchauffement global
PSE	Paiement de services environnementaux
PV	Photovoltaïque
SCOT	Schéma de Cohérence Territoriale
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires
SME	Systèmes de Management de l'Energie
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
TEPOS	Territoire à énergie positive
TICPE	Taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques
Tkm	Tonnes par kilomètre
VHR	Véhicule hybride rechargeable

Lexique

Artificialisation des sols	Transformation de sols agricoles, boisés ou naturels par des aménagements en sols bâtis, revêtus ou stabilisés, qui les rendent partiellement ou totalement imperméables.
BioGNV	Gaz naturel pour véhicules renouvelable utilisé comme carburant, produit à partir de biomasse.
Biomasse	Part biodégradable des déchets ménagers, de l'agriculture, de l'élevage, de la sylviculture et de l'industrie.
Compensation (carbone)	Mécanisme technique ou financier qui consiste à contrebalancer les émissions de gaz à effet de serre qui résultent d'une activité ou d'un projet par la réduction d'autres émissions ou le stockage de la quantité de carbone équivalente.
Décarbonation	Réduction partielle ou totale des émissions de gaz à effet de serre.
Digestat	Résidu issu du processus de méthanisation de matières organiques.
Ecoconception	Conception d'un produit ou service en prenant soin de limiter l'impact environnemental qu'il aura au cours de son cycle de vie.
Ecologie industrielle	Principe de management environnemental et une des composantes de l'économie circulaire qui a pour but de limiter les impacts de l'industrie à travers l'échange de ressources entre entreprises.
Effluents d'élevage	Déchets de l'élevage, constitués en majeure partie par les lisiers et fumiers, valorisables en épandage comme engrais organiques ou par méthanisation.
Electrolyse	Production de l'hydrogène à partir d'eau par consommation d'électricité. C'est donc un stockage potentiel d'électricité.
Emissions négatives	Combinaison de l'utilisation des solutions d'utilisation de la biomasse avec des méthodes de capture de CO ₂ (CSC/CUC). Exemple BECCS.
Méthanation	Production de méthane par une réaction entre hydrogène et CO ₂ .
Méthanisation	Dégradation de matière organique en CH ₄ et CO ₂ (digestion anaérobie).
Neutralité carbone	Définie par l'accord de Paris comme « l'équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre ».
Pile à combustible	Production d'électricité par une réaction d'oxydo-réduction, typiquement entre du dihydrogène et de l'oxygène.
Power-to-Gas	Processus de production de gaz à partir d'électricité, qui permet notamment de stocker de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables. Il consiste en une électrolyse d'eau pour former du dihydrogène, éventuellement suivie d'une réaction de méthanation avec du CO ₂ pour produire du méthane.
Puits de carbone	Ensemble des systèmes, naturels ou artificiels, qui permettent de stocker du carbone de manière pérenne.
Pyrogazéification	Processus de production de gaz de synthèse (ou syngaz) qui consiste à chauffer des déchets à des températures comprises entre 900 et 1200°C en présence d'une faible quantité d'oxygène.
Réseau de chaleur	Système de distribution de chaleur générée de façon centralisée desservant plusieurs usagers via des canalisations enterrées, principalement pour l'industrie le chauffage ou la production d'eau chaude sanitaire.
Valeur de l'action pour le climat	(Anciennement Valeur tutélaire du carbone) Valeur d'une tonne de carbone définie par l'Etat, différente de la valeur de marché du carbone. Elle guide l'évaluation des politiques et investissements publics en permettant une meilleure prise en compte de la pertinence de la réduction des émissions.
Vehicle-to-grid	Utilisation des batteries des véhicules électriques ou hybrides en charge pour stocker de l'énergie et la réinjecter dans le réseau selon les besoins.

A propos d'EpE et de l'étude ZEN2050

L'Association Française des Entreprises pour l'Environnement (EpE), créée en 1992, est un lieu de dialogue entre responsables d'entreprises, dirigeants ou responsables pour l'environnement, qui partagent la vision de l'environnement comme source de progrès et d'opportunités, échangent leurs bonnes pratiques et élaborent ensemble des méthodes efficaces pour mieux intégrer l'environnement à leurs stratégies et à leurs opérations.

La Commission Changement Climatique d'EpE a commencé à travailler sur le sujet de la neutralité carbone au lendemain de la signature de l'Accord de Paris, fin 2015.

En 2017, le lancement du Plan Climat par Nicolas Hulot annonce ce nouvel objectif, la neutralité carbone dès 2050. EpE décide alors de lancer l'étude ZEN2050 pour explorer ce que signifie une société neutre en carbone. Comment vivent les Français ? Comment se déplacent-ils, se nourrissent-ils ? A quoi ressemblent nos villes, nos emplois, notre économie ? Est-ce faisable ? A quelles conditions ?

Les 27 membres porteurs de l'étude et EpE l'ont pilotée avec le support d'un groupement d'experts (le consortium), et en établissant de nombreux contacts avec des experts académiques, des acteurs du monde économique et de la société civile.

Un panel de parties prenantes, le Cercle d'Inspiration, a été réuni à trois moments clés de l'étude pour apporter un regard critique et exprimer avis et recommandations.

Le Cercle d'Inspiration

ADEME, Afep, Association des Maires de France, CFDT, Confédération Paysanne, Conseil Economique pour le Développement Durable, Cour des comptes, FNH, FNSEA, Forum Français de la Jeunesse, HEC, INRA, Institut de l'Elevage, Institut de la transition environnementale (Sorbonne Université), I4CE, IDDRI, INRA, Institut de Médecine Environnementale, Institut de l'élevage, MEDEF, NUMA, Pole Emploi, Réseau Action Climat France, Sidièse.

Claire Tutenuit, Déléguée générale d'EpE et directrice de publication, remercie les très nombreux représentants des entreprises impliqués dans le comité de pilotage, le consortium, les participants au Cercle d'Inspiration, les intervenants et les citoyens qui ont pris part à la consultation ainsi que l'ensemble des acteurs rencontrés.

Sont aussi remerciés l'équipe d'EpE, David Laurent pour la coordination de l'étude, l'agence Octobre-Novembre pour le graphisme et la mise en page et Julien Colas-Jacob, Clarisse Da Col, Christine Ecoffard, Clémentine Fischer, Sylvie Gillet, Gaïa Marchesini, Valérie Philip pour leur aide à la réussite de ce projet.

Les membres d'EpE :

AIR FRANCE • AIR LIQUIDE • AIRBUS GROUP • AXA
• BASF FRANCE • BAYER FRANCE • BCG • BNP
PARIBAS • CAISSE DES DÉPÔTS • CHANEL •
CIMENTS CALCIA • CREDIT AGRICOLE S.A /
AMUNDI • DELOITTE • ÉCONOMIE D'ÉNERGIE •
EDF • ENGIE • ERM FRANCE • GROUPE ADP •
HERMES • IMERYS • GROUPE INVIVO • KERING •
GROUPE LA POSTE • LAFARGEHOLCIM • MARSH •
MICHELIN • PAPREC GROUP • PRIMAGAZ •
RENAULT • REXEL • RTE • SAINT-GOBAIN •
SANOFI • SCHNEIDER ELECTRIC • SÉCHÉ
ENVIRONNEMENT • SIACI SAINT HONORE • SNCF
• SOCIÉTÉ GÉNÉRALE • SOLVAY • SUEZ • TOTAL •
VALLOUREC • VEOLIA • VESUVIUS • VINCI •

Le consortium

Enerdata

Expertises : prospective énergétique, politiques, research, modélisation, ...

30 ans d'expérience sur les marchés nationaux / internationaux de l'énergie.

Accompagnement d'acteurs publics/ privés.

Toutes énergies, tous secteurs, tous pays.

www.enerdata.net

Carbone 4

Expert de la transition énergétique et de la prospective long terme.

Accompagne de nombreux acteurs de l'économie française dans leur transition bas carbone.

Intervient sous l'égide d'Alain Grandjean, président du comité des experts du DNTE.

www.carbone4.com

Solagro

Prospective transition énergétique, spécialiste biomasse et agriculture.

Accompagnement d'acteurs, expertise technique de terrain (agriculteurs, entreprises, collectivités locales).

Innovation, R&D, structuration de filières.

www.solagro.org

Stéphane La Branche

Sociologue

Expert, membre du GIEC pour ses travaux sur les volets sociaux, politiques et institutionnels de la transition énergétique et le climat : valeurs, modes de vie, pratiques...

CIREN - SMASH

Philippe Quirion, Economiste, Directeur de Recherche au CIREN.

Membre du bureau exécutif d'un important réseau d'ONG françaises sur le changement climatique.

Z E N

z é r o é m i s s i o n n e t t e

2 0 5 0



AIRBUS



GROUPE RENAULT

