

ETUDE

COMMENT S'ALIGNER
SUR UNE TRAJECTOIRE
COMPATIBLE
AVEC LES 1,5 C° ?

Analyse de la faisabilité technique et mise en perspective de l'ampleur et de la rapidité des mesures à mettre en place.

Table des matières

I. Préambule.....	3
II. Quel niveau de réduction en France ?	6
II.1. Les émissions produites sur le territoire : 157 Mt CO2e en 2030.....	7
II.2. La balance de nos émissions annuelles de GES (import – export) : 93 Mt CO2e en 2030.....	8
III. Types de mesures nécessaires par secteur.....	9
III.1. Résidentiel	10
III.2. Bâtiment tertiaire	14
III.3. Mobilité	15
III.4. Agriculture	23
III.5. Industrie de l'énergie.....	26
III.6. Aménagement	28
III.7. Emissions liées à l'aviation.....	29
III.8. Services et biens de consommation	31
IV. Conclusion.....	35

Historique des mises à jour :

- Février 2019 : Ajout techniques, données et graphiques

Auteurs : Charles Adrien LOUIS, Guillaume MARTIN - B&L évolution

Relecture : Sylvain BOUCHERAND ([B&L évolution](#)), [Communauté d'Avenir Climatique](#), [La Maison Bleue](#)

I. Préambule

Ce document a pour objectif de mettre du concret sur ce que signifie une trajectoire compatible avec les 1,5°C. C'est-à-dire, **une trajectoire qui permette de limiter le réchauffement climatique à une augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre de 1,5°C** par rapport au niveau préindustriel. Cette trajectoire étant issue des données scientifiques présentées dans le rapport spécial 1,5°C publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) en Octobre dernier. Il permet de juger sur des éléments plus compréhensibles **la faisabilité de cette trajectoire et d'appréhender l'effort** nécessaire et le type de mesures nécessaires pour y parvenir.

Ce document se limite à **une étude macroscopique de la faisabilité**, essentiellement d'un point de vue technique. **Aucune analyse sociale ou économique** n'est réalisée. L'ensemble des mesures pourrait tout à la fois réduire ou creuser le déficit budgétaire, réduire ou creuser les inégalités. Il ne s'agit ni de proposer un programme réaliste économiquement, ni de proposer un programme souhaitable socialement, ni de proposer un programme jugé acceptable politiquement, mais simplement **une suite de mesures**, aussi synthétique que possible, **qui permettrait de respecter, en France, une trajectoire compatible avec les 1,5°C**. Ces mesures sont accompagnées d'éléments de réflexion sur les difficultés qu'elles engendrent sans prétendre à aucune exhaustivité.

Nous ne cherchons pas à ce que vous adhérez ou soyez séduits par les mesures présentées. Notre objectif est **d'aider à comprendre l'ampleur des efforts à réaliser** afin que chacun puisse juger de leur faisabilité ou de leur réalisme dans le contexte actuel. Nous avons souhaité construire un ensemble de mesures qui pourrait conduire la France à suivre une « trajectoire 1,5°C », afin de pouvoir discuter de la difficulté et des compromis nécessaires pour s'inscrire dans une telle trajectoire. Les mesures sont à lire sous forme d'objectifs et de contraintes, nous n'avons pas cherché à dresser pour chacune d'elle l'ensemble des moyens à mettre en œuvre pour y parvenir.

Dans un premier temps, cette étude analyse le niveau de réduction des émissions de gaz à effet de serre auquel il faudrait consentir en France pour s'aligner sur une « trajectoire 1,5°C ». A partir de ces éléments, l'étude répertorie ensuite, secteur par secteur, un ensemble de mesures qui permettrait de s'aligner sur cette trajectoire. Une année de réalisation est parfois indiquée au niveau de chaque mesure, c'est l'année maximale à partir de laquelle la mesure doit être adoptée pour rester alignée sur la trajectoire.

Toutes les mesures prises une-par-une sont évidemment discutables. L'important ne réside pas dans telle ou telle mesure prise indépendamment mais bien dans **la cohérence de l'ensemble et dans l'équilibre entre les émissions de CO2** associées à chaque bloc de mesures **et les contraintes fixées** par la « trajectoire 1,5°C ». Cette étude donne les ordres de grandeur à atteindre. Chacun est libre de s'emparer et de proposer ses propres mesures.



COMMENT ALIGNER LA FRANCE SUR UNE TRAJECTOIRE 1,5°C ?

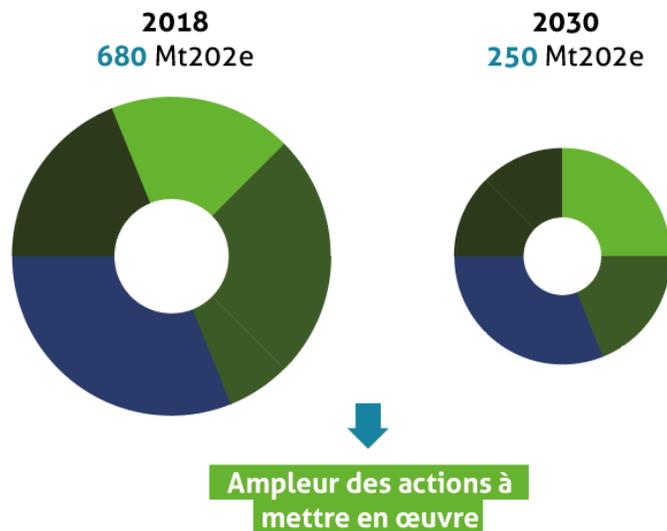
Pour rester alignés sur une trajectoire de réchauffement de 1,5°C, quelle est l'ampleur des mesures à mettre en oeuvre ?



RÉDUIRE LES ÉMISSIONS NATIONALES

Pour atteindre cet objectif, les émissions nationales doivent baisser

de **63%** d'ici à **2030**



[Découvrir l'infographie](#)

LOGEMENT

- **1 000 000** de logements rénovés par an
- **Division par 2** de la consommation électrique (hors chauffage) par personne
- **Chauffage à 19°C pour tous**
- **Toutes les nouvelles constructions** sont en habitat collectif avec une surface moyenne de 30m² par personne

TRANSPORT

- **Division par 2** du nombre de véhicules en circulation
- **Suppression** des lignes internes disposant d'une alternative par la route ou le fer
- **Généraliser** le télétravail, le covoiturage, l'éco-conduite et l'usage du vélo
- **50%** de trains en plus
- **Multiplication par 6** du nombre de km fait en vélo par personne

AGRICULTURE

- **Division par 3** de la consommation de viande et produits laitiers
- **0** produits transformés et emballés
- **0** artificialisation des sols

PRODUITS ET SERVICES

- **Multiplication par 4** de la durée de vie des appareils électroniques
- **Division par 3** du flux de données échangées
- **1kg** de vêtement par an par personne
- **Fin** des publicités



* Volume de CO₂ émis par un objet, une entreprise, un humain, dans son mode de vie ou de fonctionnement.

L'Empreinte carbone des français doit
 ➡ être divisée par **2,7** ⬅

[Découvrir l'infographie](#)

II. Quel niveau de réduction en France ?

La sortie du rapport spécial du GIEC sur les 1,5°C tend à confirmer l'intérêt pour tous de mettre en œuvre dès maintenant des mesures drastiques pour limiter le réchauffement climatique à +1,5°C par rapport au niveau préindustriel.



Concrètement, qu'est-ce que cela signifie pour un pays comme la France et est-ce réellement atteignable ?

En 2017, les émissions du territoire ont augmenté de 3% par rapport à 2016, du fait, en particulier, d'une croissance soutenue. Les véhicules de type SUV ne se sont jamais aussi bien vendus malgré leur consommation énergétique plus importante et les importations de consommables, en particulier le textile, sont au plus haut. Preuve, s'il en était besoin, que toutes les mesures mises en place jusqu'à présent n'infléchissent que très légèrement nos émissions de gaz à effet de serre (GES). L'économie reste essentiellement basée sur des flux de matières extraites des milieux naturels et la consommation d'énergie reste fortement corrélée à la santé économique. Viser plus de croissance semble, avec les moyens à disposition actuellement, incompatible avec la volonté de diminuer fortement les émissions de GES.

L'inventaire national indique que les émissions de GES territoriales sont de l'ordre de 6,6 tonnes de CO₂e par habitant. En revanche, l'empreinte carbone des Français, incluant l'ensemble des émissions importées, liées le plus souvent à la fabrication de biens de consommation à l'étranger, s'élève à 10,5 tonnes de CO₂e par habitant.

Combien doit-on émettre par individu en France en 2030 pour être compatible avec un réchauffement limité à 1,5°C ? La réponse à cette question dépend d'hypothèses, notamment sur le scénario envisagé (avec ou sans dépassement des 1,5°C, ampleur de l'effort de séquestration envisagé), de la population en 2030 et de la manière de répartir les efforts entre les pays.

Dans cette analyse, nous prenons en compte les hypothèses suivantes :

- Alignement sur un scénario 1,5°C avec faible dépassement
- Pas de mesures significatives sur l'augmentation de la population
- Un effort proportionnel aux ambitions déjà affichées par chaque pays

Avec ces hypothèses, l'empreinte carbone d'un individu en France doit s'établir en 2030 à 3,7 tonnes de CO₂e, soit le tiers de ce qu'elle est aujourd'hui. Ce budget est à répartir entre les émissions produites sur le territoire (environ 2,3 t CO₂e) et l'import d'émissions de GES (environ 1,4 t CO₂e). Cette distinction prend particulièrement son sens pour les émissions de GES réalisées sur le territoire et non délocalisables (chauffage, transport de personnes, agriculture...). Par simplification, nous traiterons l'ensemble des émissions liées aux biens produits sans différencier les produits importés de la fabrication locale, bien que nous verrons que la part de la production locale ne peut qu'augmenter. Ainsi la répartition 2,3 vs 1,4 n'est pas exacte et permet simplement de donner un aperçu de l'effort à faire.

II.1. Les émissions produites sur le territoire : 157 Mt CO2e en 2030

En s'appuyant sur la stratégie nationale bas carbone, nous pouvons orienter les budgets CO2 par grande activité.

Pour être en ligne avec une trajectoire 1,5°C, les budgets par activité pourraient être les suivants :

Secteur	Émissions de GES en 2030 (Mt CO2e)	Effort par rapport à 2017 (Mt CO2e)
Transport	31	- 101
Résidentiel	13	- 38
Tertiaire	6	- 19
Industrie	30	- 50
Industrie de l'énergie	35	- 20
Agriculture	38	- 48
Déchets	6	- 12

Cette répartition s'aligne en grande masse sur les efforts envisagés par secteur dans la stratégie nationale bas carbone, avec un doublement de l'effort. La répartition a été attribuée en fonction de ce qui semble envisageable par secteur.

Pour la suite de l'analyse, les émissions du transport intérieur, du parc résidentiel, du parc tertiaire, de l'agriculture sur le territoire et de l'industrie de l'énergie en France sont analysées secteur par secteur, au regard de la répartition proposée ci-dessus, soit environ 80% des émissions de GES du territoire.

Les 20% restant (industrie et déchets) sont repris dans une approche consommation avec l'ensemble des émissions importées. Cela résulte notamment du fait que les biens et services circulent, qu'on en importe mais également qu'on en exporte et qu'il est donc très difficile de déterminer quel bien ou quel service doit être produit sur le territoire ou doit être importé.

II.2. La balance de nos émissions annuelles de GES (import – export) : 93 Mt CO2e en 2030

Les mesures envisagées pour s'aligner sur cette trajectoire impliquent de maintenir certaines activités, en particulier la construction de logements et de matériaux de rénovation ainsi que la construction de véhicules propres.

Les émissions de GES liées à ces postes sont induites par les mesures prises sur d'autres postes et sont donc envisagées dans une comptabilité spécifique.

De même, afin de mutualiser l'approche agricole, nous traitons en commun les émissions de GES liées à l'agriculture sur le territoire et l'agriculture importée.

Les émissions résiduelles, après application des mesures sur les secteurs résidentiels, bâti tertiaire, transport, agriculture, industrie de l'énergie, construction des logements et construction de véhicules indiquent les efforts à faire sur les autres postes de consommation, dont l'analyse par secteur n'est pas effectuée de manière fine ici.

Nous pouvons synthétiser cette approche par la répartition sectorielle suivante :

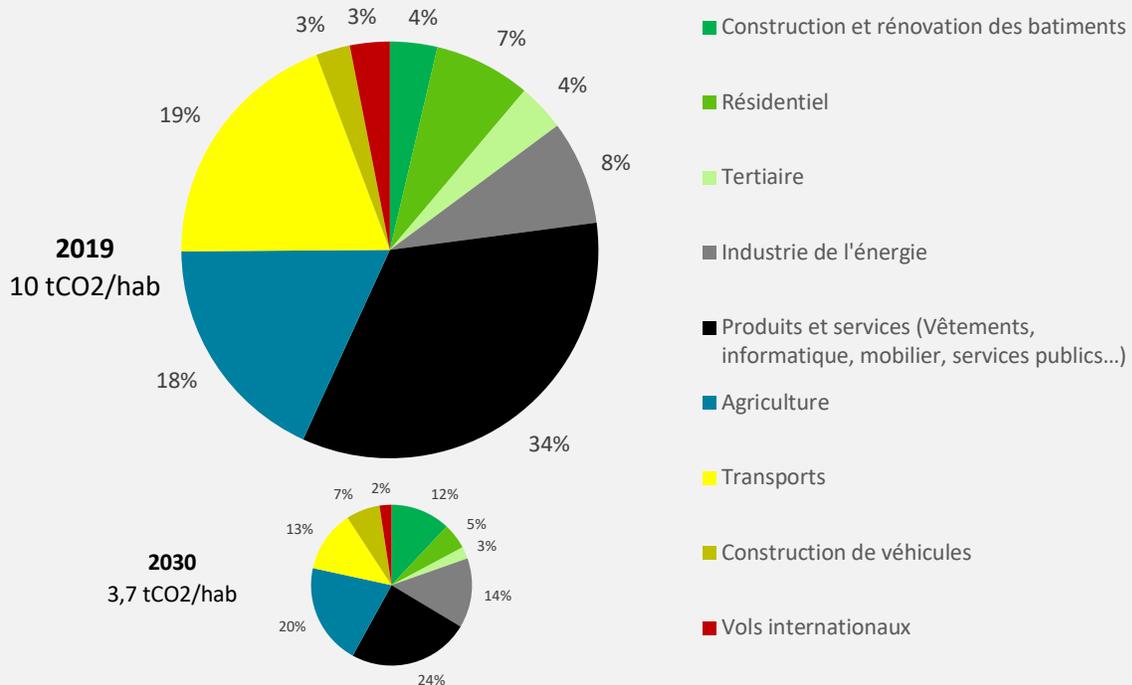
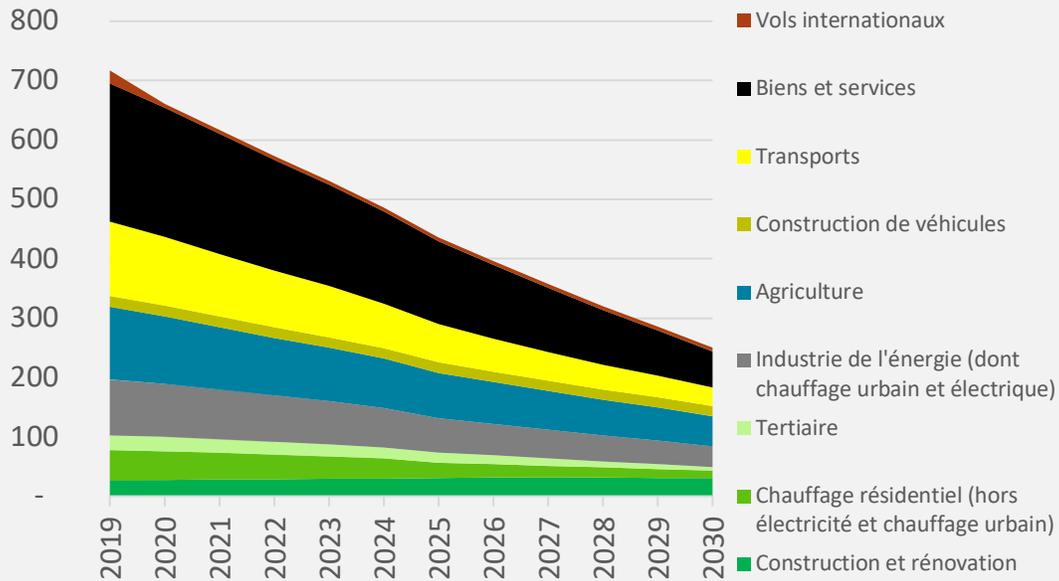
Secteur	Émissions de GES en 2030 (Mt CO2e)	Effort par rapport à 2017 (Mt CO2e)	
Transport	31	- 101	-76%
Construction de véhicules	17	- 1	5%
Résidentiel	13	- 38	-74%
Tertiaire	6	- 19	-76%
Construction et rénovation des bâtiments	30	+ 5	20%
Industrie de l'énergie	35	- 20	-36%
Agriculture	51	- 72	-58%
Vêtements, informatique, distribution, gros électroménager, mobilier, services publics, services privés (hors consommation des bâtiments en France)	61	- 170	-73%
Vols internationaux	6	- 16	-72%
TOTAL	250	- 432	-63%

Mise à jour Février 2019 :

Le graphique ci-dessous présente la modélisation de la trajectoire de baisse des émissions selon le programme de mesures détaillées dans ce document. Au-delà de la valeur finale des émissions en 2030, la somme de toutes les émissions cumulées entre 2019 et 2030 (l'aire sous la courbe) doit respecter le budget CO2 donné par le GIEC dans son rapport 1,5°C.

Cette modélisation a été obtenue à partir des facteurs d'émissions de la base carbone de l'ADEME.

Empreinte carbone de la France en MtCO2e



III. Types de mesures nécessaires par secteur



III.1. Résidentiel

Les émissions de GES du résidentiel sont constituées des émissions de GES produites lors de la combustion d'énergie sur place, principalement pour le chauffage, mais également pour l'eau chaude sanitaire et la cuisson.

A cela, il faut ajouter les émissions de GES liées à la production d'électricité ou de chaleur distribuée par réseau de chaleur. Ces émissions entrent dans la comptabilité nationale dans le poste "industrie de l'énergie". Un regard croisé doit donc se faire entre ces deux secteurs car la conversion à l'électricité ou le passage sur un réseau de chaleur diminue les émissions associées au secteur résidentiel mais augmente en contrepartie celles associées à la production d'énergie.

Un dernier poste non négligeable est celui de la construction de logements neufs ou la rénovation de logements. Rénover une part significative des logements aura pour conséquence d'augmenter les émissions de GES liées à la construction de logements. Pour autant, il semble important de consacrer une part significative de notre budget carbone actuel à la rénovation thermique, en commençant par les habitations les plus énergivores, pour garder un certain confort thermique tout en réduisant nos consommations d'énergies liées au chauffage dans les décennies à venir.

Diminuer fortement les émissions de GES du résidentiel passe en premier lieu par une approche de sobriété et de diminution des besoins. Nous prenons ici une approche résolument ambitieuse sur la rénovation, qui semble plus acceptable que d'interdire le chauffage en hiver.

En visant 1 000 000 de logements rénovés par an d'ici 10 ans, cela signifie qu'il faut dès maintenant mettre en place la plus grande filière de formation jamais réalisée en France avec l'objectif de former 50 000 nouveaux artisans de la rénovation par an, dès 2020. Cela nécessite également de créer des vocations pour ce métier, et que celles-ci se répartissent convenablement sur l'ensemble du territoire, en particulier dans les milieux moins urbanisés où l'on retrouve le plus de précarité énergétique.

Cet effort seul ne suffira pas et il faut également adopter des mesures de sobriété en limitant la consommation de chauffage, et donc la température intérieure des logements.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur résidentiel.

Mesures	Commentaires
Augmenter rapidement le nombre de logements rénovés chaque année et rendre obligatoires les travaux à très haute performance environnementale.	Création de 50 000 emplois par an pendant 10 ans, ce qui nécessite des filières de formation, d'encadrement et des volontaires pour devenir rénovateurs.

<p>Viser systématiquement la norme BBC rénovation. Passer de 200 000 rénovations en 2019 à 1 000 000 de rénovations par an d'ici 2027 puis maintenir ce taux.</p>	<p>L'approche Dorémi (Negawatt) ou l'expérience P2E (The Shift Project) ne sont pas discutées ici, seul l'ordre de grandeur de l'effort à faire en matière de rénovation importe.</p>
<p>Augmenter le renouvellement des équipements de chauffage pour passer de 400 000 à 1 200 000 équipements de chauffage renouvelés par an d'ici 2026, puis maintenir ce taux de renouvellement. Les renouvellements ne peuvent se faire qu'en chauffage principal solaire, géothermique, pompe à chaleur air/eau, bois ou alimenté au biogaz. Les logements chauffés au fioul sont prioritaires sur le remplacement. En 2026 plus aucun chauffage au fioul n'est autorisé. Les chauffages au gaz naturel et électriques de type convecteur électrique sont progressivement remplacés.</p>	<p>Les filières de remplacements sont diverses, à adapter en fonction du contexte local, de la disponibilité d'un réseau, de l'ensoleillement ou la présence de potentiel géothermique. L'absence de droit à l'erreur impose de former des techniciens capables d'apporter un conseil pertinent sur tout le territoire, et de multiplier les moyens des espaces info énergie. L'alimentation au biogaz se fait soit par injection sur réseau spécifique, soit par utilisation du réseau de gaz naturel avec un système de certificat de garantie d'origine du même type que pour l'électricité.</p>
<p>La priorité en termes de rénovation et de changement d'équipement est donnée aux résidences principales.</p>	<p>Difficile de quantifier cette mesure, mais cela pourrait signifier que pendant quelques années, l'utilisation en saison froide des résidences secondaires soit proscrite.</p>
<p>Les constructions neuves sont portées et maintenues à 300 000 par an. Elles se font sans augmentation du parc bâti total mais visent à faire disparaître l'utilisation des passoires énergétiques en saison froide.</p>	<p>Un enjeu important est présent sur les matériaux utilisés. Des matériaux biosourcés et locaux sont à privilégier sans que cela soit quantifiable actuellement. L'utilisation de ces matériaux nécessite une appropriation par l'ensemble des acteurs : producteurs, architectes, ouvriers, artisans...</p>
<p>Interdiction de construction de nouvelles maisons individuelles, sauf habitat léger. Les constructions neuves sont exclusivement de l'habitat collectif avec une surface par habitant maximale de 30 m²</p>	<p>L'habitat collectif consomme moins au m² et permet d'envisager la mise en place de réseaux de chaleur ou la collecte des ordures ménagères pour la méthanisation. Par ailleurs, limiter l'étalement urbain permet de préserver la capacité de séquestration des sols et limite les besoins de mobilité tout en augmentant la rentabilité des commerces de proximité.</p>
<p>Mise en application immédiate d'une diminution de 2°C de la température moyenne des logements (hors logements spécifiques nécessitant le maintien d'une température plus élevée).</p>	<p>Passer la température moyenne de 21° à 19° dans les logements. A noter qu'une loi sur ce sujet a déjà été mise en application lors des chocs pétroliers et a été renforcé par le décret n°2015-1823 du 30 décembre 2015.</p>

<p>En 2025, mise en place d'un couvre-feu thermique, coupure des chauffages non décarbonés entre 22h et 6h pour atteindre une température moyenne de 17°C dans les logements.</p>	
<p>L'espace utilisé par personne doit être réduit de 20% d'ici 2030 pour passer de 40m² par personne actuellement à 32 m² par personne.</p>	<p>Favoriser la cohabitation, l'intergénérationnel, le bon dimensionnement de son appartement ou de sa maison en fonction du nombre d'occupants.</p>
<p>Usages spécifiques de l'électricité : sobriété dans les consommations, passer progressivement de 4 à 2 kWh d'électricité par jour et par personne. Instaurer une taxation progressive pour garantir à tous l'accès au premier kWh et décourager de consommer plus de 3 / 4 kWh d'électricité par jour.</p>	<p>L'objectif est d'inciter à un arbitrage entre les usages pour les particuliers : plus de télévision ou plus de machines à laver, utilisation de la climatisation ou du matériel informatique...</p> <p>Un effort doit également être mené pour lisser la pointe de 19h (effacement, tarification incitative...).</p>

Effets :

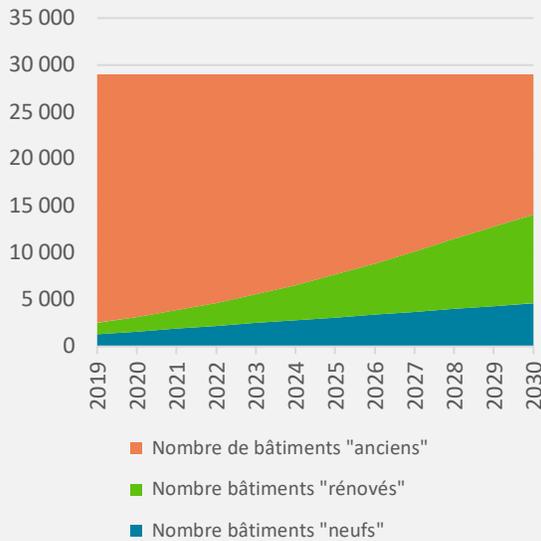
L'ensemble de ces mesures sont des mesures de transition, le temps que tout le monde récupère un logement rénové, avec des dispositifs de production d'énergie renouvelable. Les restrictions s'entendent sans auto-consommation. La collectivité assure la production d'un minimum nécessaire via les réseaux centralisés et l'appoint se fait par des réseaux plus locaux ou de l'auto-consommation.

- Les émissions directes des bâtiments passent à 12,4 Mt CO₂e en 2030 auxquelles il faut ajouter 2,5 Mt CO₂e pour l'amont (extraction, transport et distribution du gaz principalement)
- Les émissions indirectes pour chauffage (électricité et réseau de chaleur) passent de 8,4 Mt CO₂e à 4,3 Mt CO₂e
- Les émissions indirectes pour l'électricité spécifique passent de 7,7 Mt CO₂e à 3,9 Mt CO₂e, soit une division par deux de la consommation d'électricité spécifique.
- En 2030, encore 50% du parc est constitué de bâtiments non rénovés.

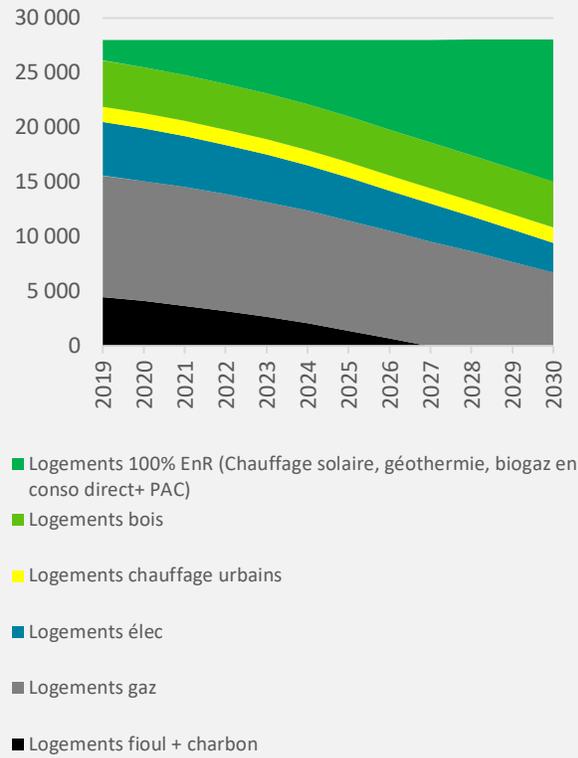
Mise à jour Février 2019 :

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution du parc de logement induite par les mesures proposées. Le nombre de logement reste identique. La moitié du parc de logement est rénové en 2030. Les chauffages au fioul ont disparu en 2026.

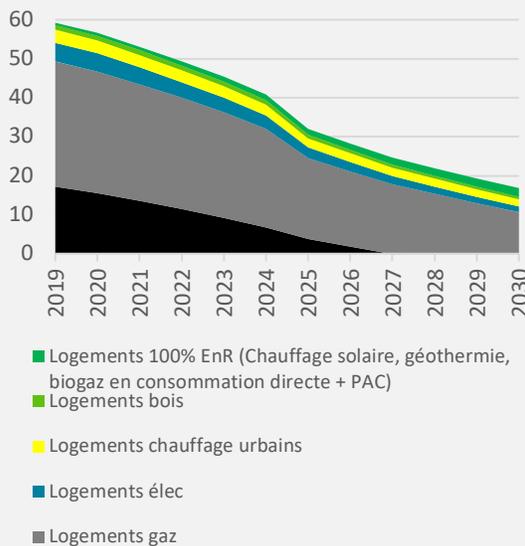
Evolution du parc de logement (en milliers de logements)



Evolution du parc de logement (en milliers de logements)



Evolution des émissions liées au chauffage (en MtCO2e)



Le graphique ci-contre présente les émissions du résidentiel (hors électricité spécifique, comptée dans l'industrie de l'énergie).

La rupture de pente entre 2024 et 2025 s'explique par la mise en place du couvre-feu thermique.



III.2. Bâtiment tertiaire

L'activité tertiaire se caractérise par une consommation importante d'énergie et donc d'émissions de GES par l'utilisation des bâtiments. Qu'il s'agisse de commerces, de magasins de grande distribution, de bâtiments administratifs ou de bureaux dans lesquels s'entassent des millions d'employés.

De même que pour le résidentiel, d'importants efforts doivent être menés pour réduire les besoins énergétiques de ces bâtiments, ce qui passe par des efforts de rénovation mais également de sobriété.

Le tertiaire se caractérise néanmoins par une utilisation plus intensive d'électricité spécifique, nécessaire à l'activité fournie, qu'il semble difficile de fortement baisser sauf à supprimer le service en question. Cependant, les horaires de travail, beaucoup plus alignés sur l'activité solaire, rend plus facile l'utilisation d'électricité en provenance de panneaux photovoltaïques. Par ailleurs, de nombreuses zones possèdent une emprise au sol significative (bâtiment + parking) qui permet d'envisager l'installation massive de panneaux photovoltaïques.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur tertiaire.

Mesures	Commentaires
Augmenter rapidement le nombre de bâtiments rénovés chaque année et rendre obligatoires les travaux à très haute performance environnementale. Viser systématiquement la norme BBC rénovation. Passer à 50 000 000 m ² rénovés par an en 2025 et maintenir ce rythme.	Comme pour le résidentiel, de nombreux emplois de rénovation à créer, avec une tendance peut-être plus faible à l'artisanat.
Augmenter le renouvellement des équipements de chauffage pour supprimer l'ensemble des chauffages au fioul d'ici 2026, soit 18% de la surface.	
Interdiction de construction de nouvelles surfaces tertiaires et réappropriation des friches et des espaces vacants, en particulier en centre-ville pour diminuer les besoins de déplacement.	Du fait de la réorientation des emplois vers plus d'emplois de terrain (construction, artisanat, agriculture), il n'est pas nécessaire d'augmenter la surface utile pour le secteur tertiaire.
Limitation de la température à 19°C dans les espaces où les personnes circulent (commerces, hall d'entrées...) et à 22°C dans les espaces où les personnes sont moins mobiles.	Le sentiment de froid est plus présent lorsqu'on est immobile.
Usages spécifiques de l'électricité : encourager fortement l'utilisation du solaire PV pour le tertiaire	

III.3. Mobilité

Les émissions de GES du secteur de la mobilité se répartissent entre les véhicules légers (transport individuel de personnes), qui représentent 58% des émissions de GES, soit environ 76 Mt CO₂e, les véhicules utilitaires légers, qui représentent 19% des émissions de GES, soit environ 25 Mt CO₂e et les véhicules lourds (poids lourds et bus) qui représentent 23% des émissions de GES, soit environ 30 Mt CO₂e.

Véhicules utilitaires légers (VUL)

Les VUL ont de multiples usages. Environ 75% des km parcourus par les VUL le sont par des professionnels, le reste par des particuliers.

Les VUL à usage professionnel sont le poumon de l'économie de proximité : artisans dans le BTP - les petits travaux - le commerce, transport logistique urbain, déménagement, véhicules de services - réparation, ambulance, pompiers, tracteurs ou petits engins agricoles, services publics - transport de personnes en situation de handicap - de scolaires parfois - ramassage des déchets - gestion de la voirie...

De ce fait, ce secteur doit être prioritaire sur la conservation des distances parcourues.

En revanche, il se prête bien à une conversion vers un parc tout électrique : véhicules déjà assez lourds pour lequel un surpoids des batteries est moins dommageable, qui consomment beaucoup (9,3 l / 100 km en moyenne) avec de nombreuses accélérations / décélérations.

Les usages particuliers de VUL sont plus discutables et le parc de VUL utilisé par les particuliers est un parc composé majoritairement d'anciens véhicules (achats d'occasion pour une seconde vie).



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports en véhicules utilitaires légers.

Mesures	Commentaires
Interdiction à la vente de VUL neufs thermiques à partir de 2022	3 ans pour orienter la production de VUL neufs vers l'électrique. Le renouvellement naturel du parc permettra alors d'avoir 70% de VUL électriques en 2030.
Maintien du nombre de véhicules neufs mis en circulation, soit environ 440 000 par an	Nécessaire au renouvellement du parc vers des VUL électriques, mais induits de fortes émissions liées à la construction de VUL électriques
Interdiction à la vente de VUL neufs pour un usage particulier dès maintenant.	Les VUL à usage particulier ne semblent pas prioritaires, ces derniers doivent se rabattre sur le marché de l'occasion. Exception peut être faite pour les véhicules de tourisme (caravane)

Diminution de 2% par an des km parcourus par les VUL à usage professionnel.	Soit 20% de km parcourus en moins en 2030. Ce qui peut s'envisager par une meilleure relocalisation de l'économie, l'installation de hubs logistiques de proximité... Les transports induits par la rénovation massive ou la mise en place de circuits courts rend cet objectif d'autant plus ambitieux
Diminution de 5% par an des km parcourus par les VUL à usage personnel - Interdiction des VUL à usage personnel dans les zones urbaines	Soit un peu plus de 40% de km parcourus en moins en 2030.

Effets :

- D'ici 2030, les émissions de GES liées à l'usage de VUL (combustion) passe de 25 Mt CO2e à 5,5 Mt CO2e. (auxquelles il faut rajouter 1,4 Mt CO2e pour l'amont (fabrication) des carburants
- Les émissions de GES liées à l'électricité représentent 1,3 Mt CO2e supplémentaires
- Les émissions liées à la construction de véhicules électriques représentent environ 6 Mt CO2e par an

Véhicules de transports de personnes 

Le transport en commun de personnes hors avion représente un peu plus de 6 Mt CO2e, essentiellement lié aux bus et autocars (90%), le reste étant parcouru sur voies ferrés.

La diminution de l'utilisation de véhicules personnels induit une plus grande utilisation des transports en commun de personnes. Nous prenons l'hypothèse que 20% des trajets qui ne seront plus faits en voiture le seront en transport en commun routier ; 20% le seront en transport en commun ferré et les 60% restant en transport doux ou sans report de transport.

Nous supposons également que le taux de remplissage des transports en commun augmentera de 50% environ.

D'un point de vue motorisation, les transports en flotte captive (réseau de bus) peuvent s'orienter vers l'électrique, l'hydrogène et dans une plus large mesure vers le biogaz. Pour les transports plus longue distance (cars "macron" et autres cars), le gazole reste le carburant principal.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports en communs de personnes.

Mesures	Commentaires
A partir de 2023, tous les nouveaux bus mis en circulation sont au biogaz ou à l'électricité	
Doublement de la flotte de bus et cars d'ici 2030	
Mise en circulation de 50% de trains en plus d'ici 2030	Essentiellement sur de la desserte locale, les grandes lignes représentant déjà une part très importante des distances parcourues

Effets :

- Les émissions liées à l'utilisation de transport en commun routier et ferré augmentent de 50% pour s'établir à 9 Mt CO2e par an en 2030.

Transports métropolitains en avion 

Les transports intérieurs en avion représentent 5 Mt CO2e par an.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports métropolitains en avion.

Mesures	Commentaires
Suppression des lignes internes disposant d'une alternative par la route ou le fer en moins de 4h dès 2022.	L'avion apparaît comme un surplus impossible à maintenir dans un contexte de diminution radicale des émissions de GES. Seules les lignes ne présentant pas d'alternatives crédibles peuvent être maintenues.
Interdiction à la mise en circulation de nouveaux engins dès 2020.	

Transports de marchandise en véhicules lourds

Il est nécessaire de faire diminuer drastiquement la quantité de km parcourus par les poids lourds sur les routes, mais peu d'alternatives sont envisageables à court terme.

Les poids lourds effectuant des trajets longs et transportant de grosses charges, un passage à l'électrique ne semble envisageable que par la création d'infrastructures spécifiques "autoroutes électriques", or le budget carbone ne rend pas possible la création de ces infrastructures.

Par conséquent, le report modal est la solution à privilégier : transport ferré, fluvial et maritime. Ce qui aura certainement des conséquences sur la rapidité du service de transport.

Pour s'aligner sur la trajectoire proposée, il est nécessaire de diviser par 3 le nombre de tonnes.km transportées par la route.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports de marchandise en véhicules lourds.

Mesures	Commentaires
Interdiction des poids lourds dans les zones urbaines à partir de 2022	Obligation de faire la logistique du dernier km en véhicules électriques VUL. Le fait de ne plus pouvoir livrer à domicile oblige un transfert de charge, ce qui fait perdre l'avantage du transport routier par rapport au fret.
Vitesse maximale autorisée de 80 km/h	Gain de 5 à 10% sur les consommations
Interdiction de dépassement des poids lourds sur les routes à 2 voies	Les dépassements créent des effets accordéons sur la circulation des autres véhicules et engendrent un surplus de consommation. Cette mesure a également pour effet de "lasser" les poids lourds et favoriser un report modal.
Interdiction des transports de transit en France.	Un poids lourd qui va d'Espagne en Belgique ne peut passer que par le rail.
Mise en place d'une pollutaxe dès 2020	

Transports individuels

Un changement complet du parc de véhicules n'est ni souhaitable, ni réellement possible. Ce qui signifie qu'il faut en premier lieu agir sur la diminution du besoin de déplacement.

La part de véhicules non thermiques peut augmenter progressivement, mais compte-tenu de la priorité mise sur les VUL et de la difficulté de transformer radicalement la filière de production en un délai court ainsi que du coût carbone de la fabrication des véhicules électriques, les véhicules non thermiques ne représenteront pas plus de 20% des véhicules en 2020.

Une question sur le renouvellement du parc se pose et va conduire à un changement de rapport à la voiture individuelle : il n'est pas cohérent de maintenir un nombre identique de véhicules si la quantité de km parcourus diminue radicalement. Par conséquent, il faut envisager le non-renouvellement d'un nombre significatif de véhicules (entre un sur deux et deux sur trois). Le véhicule personnel ne peut donc plus être la norme et oblige à repenser son rapport à la voiture pour un usage plus collectif de cette dernière. Cela pourrait avoir pour effet de favoriser le covoiturage.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports individuels.

Mesures	Commentaires
Interdiction de commercialiser un véhicule dont la consommation est supérieure à 4 l / 100 km en 2020 ; 3l / 100 km en 2023 et 2l / 100 km en 2027.	Fini les SUV, place aux véhicules sobres
Instauration dès 2019 d'un permis national d'éco-conduite	L'éco-conduire diminue de 10% - 15% les émissions de GES d'un véhicule. Il est impératif que tout le monde pratique l'éco-conduite pour éviter un gaspillage énergétique important. Avoir un régulateur d'accélération au lieu d'un régulateur de vitesse pourrait aussi être efficace.
Limitation à 110 km / h de la vitesse sur autoroute	
Interdiction des véhicules thermiques en centre urbain à partir de 2024.	La norme en ville doit être le transport doux et le transport en commun. Seuls les véhicules professionnels pourront encore circuler jusqu'en 2030.
En 2024, toutes les voies urbaines doivent être cyclables. Les infrastructures cyclables	Favoriser l'usage du vélo

<p>sécurisées doivent progressivement s'étendre sur tout le territoire notamment le long des grands axes de circulation qui relient les villes moyennes aux centres-bourgs des campagnes.</p>	
<p>Interdiction progressive de la circulation des véhicules en fonction de leur classe Crit'Air à partir de 2024, de manière à ce que tous les véhicules construits avant 2018 ne circulent plus en 2030.</p>	
<p>Augmentation du taux de remplissage de 1,6 à 2,5 personnes par véhicule d'ici 2028</p>	<p>Mesure rendue possible par le changement d'usage des véhicules. Pour comparaison l'Association Negawatt table sur un taux de 1,9 en 2030.</p>
<p>Généralisation des horaires fixes de travail de manière à simplifier la mise en place de transports en commun et le covoiturage</p>	<p>Un frein au développement du covoiturage et la peur de ne pas trouver de véhicules pour rentrer chez soi. Ce qui est induit par la trop grande flexibilité des horaires actuelles. Réunions qui s'éternisent, bouclages de dossiers tardifs ne doivent plus être la norme. Tout comme pour les scolaires, le temps de travail doit être plus fixe, ce qui facilite l'organisation, la mise en place de navette et le covoiturage. Le télétravail en fin de journée peut être une variable d'ajustement.</p>
<p>Toute personne habitant à plus de 10 km de son lieu de travail et ayant un emploi télétravaillable doit télétravailler 2 jours par semaine à partir de 2025.</p>	<p>Habiter loin de son travail devient très complexe à gérer dans un monde contraint en énergie. La sortie du mode de vie carbonée relocalise beaucoup d'emplois donnant l'opportunité à chacun de rapprocher lieu de vie et lieu de travail, à condition, parfois, de sortir de son hyper-spécialisation pour retrouver une fonction plus basique.</p>
<p>L'aménagement doit être pensé pour favoriser le transport doux</p>	<p>Tout nouvel aménagement doit être accessible à vélo. Fini les zones commerciales non praticables et excentrées des centres-villes, les banlieues pavillonnaires sans service de proximité...</p>
<p>Pour les petits trajets <5km, la norme doit être au transport doux.</p>	<p>Cette mesure implique que les infrastructures (voies et parking sécurisés pour du transport multimodal, service de réparation...) s'adaptent à ces nouveaux modes de déplacement. Les produits et services devront également évoluer (généralisation des vélo cargo, petits</p>

	<p>commerces drive pour vélo, généralisation de l'assistance électrique pour le déplacement de matériel ou aller chercher les enfants à l'école, etc).</p> <p>Enfin, cette mesure impliquant des changements culturels et comportementaux importants, un volet éducatif (apprendre à faire du vélo, choisir son équipement, auto-réparation...) devra également être déployé très rapidement.</p>
--	---

Effets :

- Diminution du nombre de véhicules.km de 70% en 2030 par rapport à 2018.
- 20 millions de véhicules en circulation en 2030 contre près de 40 millions aujourd'hui
- Consommation moyenne des véhicules thermiques de 3,3 l / 100 km en 2030
- Diminution du nombre de km parcourus par personne en voiture de 50% en 2030 par rapport à 2018.

Evolution des trajets par personne en nombre de km annuels

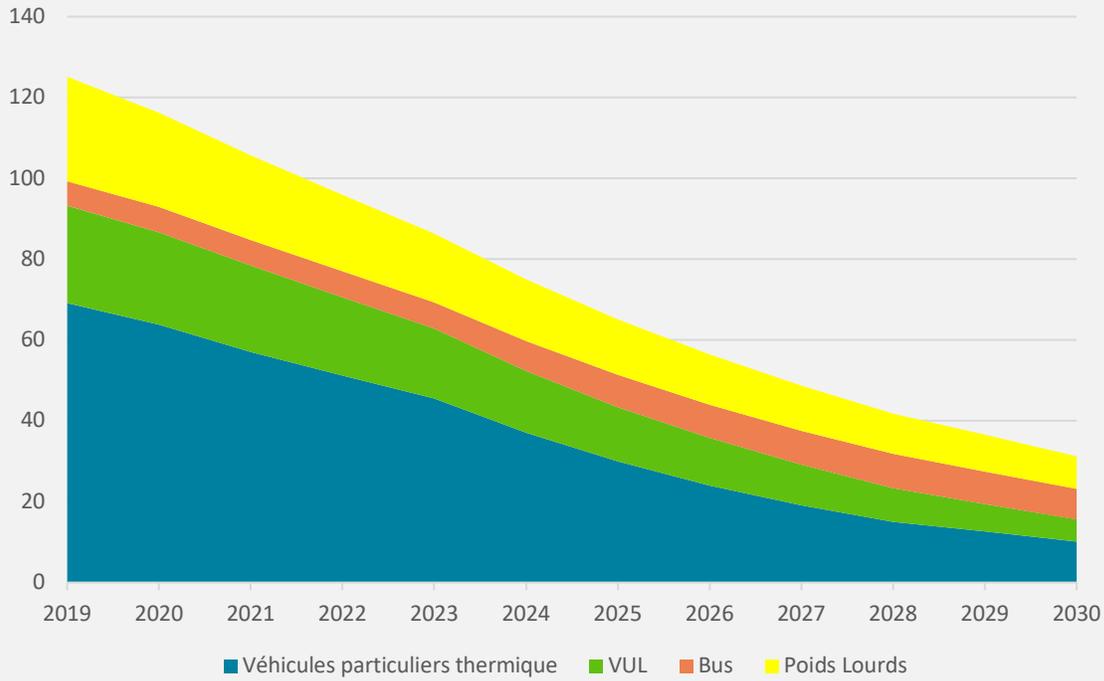
type de véhicule	2018	2030
Voiture	13 000	6 500
VUL particulier	800	450
Transport en commun	1 000	2 300
Train	1 900	3 200
Vélo	400	2 400
Marche supplémentaire		350
TOTAL	17 100	15 200

Soit une perte de mobilité d'environ 11% en 2030 par rapport à 2018 et une perte de mobilité passive (voiture, train, bus) d'environ 25%. Il est à noter que la plupart des projections actuelles, y compris le scénario NégaWatt, tablent sur un maintien, voire une hausse de la mobilité.

Mise à jour Février 2019 :

Le graphique ci-dessous présente la modélisation de la trajectoire de baisse des émissions du secteur des transports selon le programme de mesures détaillées dans ce document.

Evolution des émissions liées aux transports (en MtCO2e)



III.4. Agriculture

Les émissions de GES de l'agriculture proviennent pour une large part de l'alimentation carnée : viande et produits laitiers. En première approximation, on peut considérer qu'un tiers des surfaces agricoles en France sont dédiées à l'élevage et deux tiers des surfaces sont dédiées à la culture.

Les émissions sur le territoire sont quant à elles réparties en parts égales, environ 50% pour l'élevage et 50% pour la culture. Les émissions de l'élevage proviennent en grande partie des bovins et du méthane produit par leur rumination et la gestion de leurs effluents, alors que les émissions des cultures sont liées à la fabrication et l'utilisation de produits azotés, aux produits fossiles utilisés par les engins agricoles ou pour chauffer les serres et aux changements d'usage des sols (défrichage, mise en culture de prairies...).

A cela, il faut ajouter les émissions liées aux produits importés. Une part importante de ces produits est liée à l'alimentation carnée : viande directe, mais surtout alimentation pour les animaux.

Les estimations diffèrent selon les sources, mais on peut considérer qu'environ 50 Mt CO₂e sont issues de la culture, dont 42 Mt CO₂e sur le territoire et 75 Mt CO₂e sont issues de l'élevage, dont 43 Mt CO₂e sur le territoire.

Sur les 85 Mt CO₂e liés à l'agriculture sur le territoire, seules 60 Mt CO₂e sont consommées sur le territoire. Un nombre conséquent d'échanges ont donc lieu, tant dans le sens des importations que des exportations.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur de l'agriculture.

Mesures	Commentaires
Toute parcelle de jardin doit devenir productive. Instaurer dans les PLU l'obligation de mettre en place des parcelles potagères plutôt que des places de parking dans les permis de construire.	Les jardins de la victoire, utilisés lors des guerres mondiales permettent de reconnecter les gens à la Terre, et de contribuer à l'effort global. Leur rôle est d'assurer localement une production de produits de base, ce qui permet de prendre plus de risques dans la reconversion des parcelles agricoles vers une agriculture durable
Le taux de conversion de parcelle en agriculture de conservation (bio ou procédés faiblement émissifs en carbone) doit passer de 200 000 hectares par an à 1 000 000 d'hectares d'ici 2028	Les enjeux par ailleurs de séquestration carbone imposent de plus petites parcelles, un développement de l'agroforesterie et le développement de haies bocagères ou de l'arbre isolé. Tout cela implique de multiplier par 2, le nombre d'agriculteurs et passer de 800 000 à 1 500 000 agriculteurs d'ici 2030. Cela nécessite de la formation, de l'encadrement et des vocations pour s'installer sur les territoires. Une parcelle en agriculture faiblement émissive produit 3 fois moins de GES qu'une parcelle en

	<p>agriculture conventionnelle. Le terme bio est utilisé pour simplifier, mais il s'agit bien d'un ensemble de pratiques agricoles soutenables qui sont à utiliser.</p>
<p>Interdiction du labour profond lorsque celui-ci n'est pas indispensable. Interdiction des intercultures laissant les sols à nu.</p>	<p>En retournant la terre, le labour profond empêche le développement d'une vie abondante dans le sol et diminue ainsi le carbone séquestré.</p>
<p>Tout territoire doit tendre vers une autonomie alimentaire et en matériaux de construction, ce qui nécessite de diversifier les cultures sur le territoire, maintenir de l'élevage là où c'est nécessaire pour maintenir des prairies, et avoir une utilisation productive soutenable des forêts.</p>	
<p>La consommation de viande doit diminuer de 10% par an à partir de 2020 pour atteindre 25 kg par personne et par an en 2030 contre environ 90 kg aujourd'hui. La consommation de produits laitiers suit la même tendance.</p>	<p>En particulier la viande dans les produits cuisinés doit tendre vers 0. Le budget consacré à la viande reste sensiblement le même pour un ménage, la qualité remplaçant la quantité. L'impact carbone de la viande peut aussi être réfléchi en privilégiant les filières les moins émettrices (volaille, plutôt que bovin), mais cela doit se faire en prenant en compte l'ensemble des externalités positives ou négatives des filières. Le maintien de bovins sur le territoire reste pertinent pour l'entretien des paysages, le stockage carbone des prairies et reste nécessaire pour une production de lait / crème.</p>
<p>Circuits courts privilégiés : Les réseaux de distribution de viande et produits laitiers doivent s'approvisionner dans un périmètre de 100 km maximum.</p>	
<p>Interdiction progressive des produits transformés substituables.</p>	<p>Mesure difficile à chiffrer, bien qu'il soit assez simple de percevoir l'intérêt de passer progressivement vers plus d'aliments bruts que de produits transformés. Cela diminue le nombre de déchets, la quantité d'emballages, de fret et de besoins frigorifiques de maintien de la chaîne du froid. La révolution culturelle peut passer par une réappropriation de la cuisine, qui invite à une vie plus simple, plus lente. Substituables car certains produits ne peuvent se vendre que transformés (pains, beurre, huiles, vins...).</p>

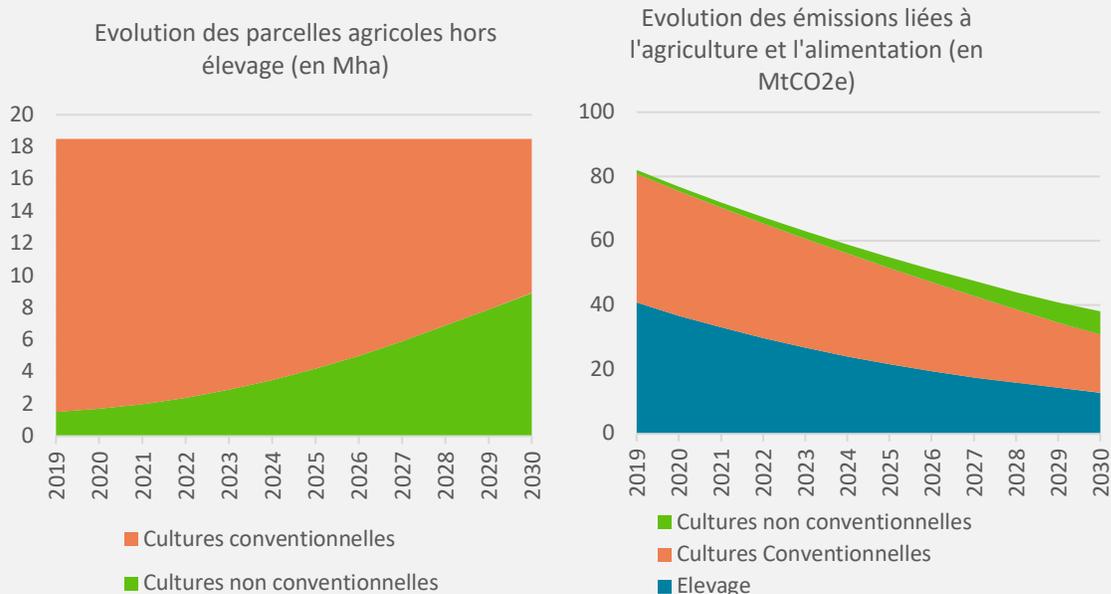
Instauration de quotas pour limiter la consommation de produits importés. En particulier café, chocolat, fruits exotiques.	
Toute exploitation réalise un audit énergétique.	Permet de limiter le gaspillage énergétique et de réduire les émissions de CO2 des exploitations. Cela passe par la généralisation des démarches de type Clim'Agri ou Cap'2ER à toutes les exploitations.

Effets :

- Les émissions de GES des produits de culture passent à 28 Mt CO2e dont 90% proviennent du territoire
- La surface en agriculture à faible émission atteint 50% de la surface agricole utile en 2030
- Les émissions de GES des produits carnés passent à 23 Mt CO2e en 2030.

Mise à jour Février 2019 :

Le graphique ci-dessous présente la modélisation de la trajectoire de baisse des émissions du secteur de l'agriculture. Le graphique de droite présente l'évolution des parcelles agricoles en millions d'hectares.





III.5. Industrie de l'énergie

L'industrie de l'énergie prend en compte l'ensemble des émissions de GES liées à la production et au transport de l'énergie. Production d'électricité, maintien d'un réseau de distribution adéquat, mais également réseaux de chaleurs et production de la chaleur associée et bien sûr raffinage et distributions des produits pétroliers ou gaziers.

Ainsi, ce poste est très dépendant des quantités énergétiques nécessaires pour couvrir l'ensemble des besoins décrits plus haut.

Tant qu'il restera du pétrole consommé, il sera nécessaire de le produire, et l'électrification de certains usages rend difficilement envisageable une baisse importante des émissions de GES liées à l'utilisation de l'électricité, dans un contexte français où le mix électrique est déjà principalement décarboné.

Etude des besoins :

Par simplification, nous retirons toute production électrique à usage individuel, considérée comme un appoint de consommation pour les ménages qui en installent, c'est à dire l'essentiel des panneaux photovoltaïques sur petite toiture.

Les mesures proposées permettent d'envisager une diminution de la consommation d'électricité pour les secteurs résidentiel et tertiaire et l'augmentation modérée des véhicules électriques ne compense pas cette baisse, si bien que nous pouvons envisager une diminution de 30% de la consommation d'électricité à horizon 2030, dont plus de la moitié est liée à des mesures de sobriété dans l'habitat.

Le premier impératif est de ne pas augmenter les émissions de GES de notre mix électrique, ce qui suppose de ne pas créer de nouvelles centrales charbon, fioul et gaz.

D'un point de vue émissions de GES, avoir un mix essentiellement nucléaire ou essentiellement à base d'énergies renouvelables n'est pas très différent. Nous pourrions donc nous limiter à faire fonctionner le parc existant et développer de manière tendancielle les énergies électriques renouvelables.

Cependant, le maintien ou le développement à terme du parc nucléaire, dans un contexte très contraint en déplacements, en capacité à maintenir une excellence scientifique, en disponibilité des ressources rend plus prudent le fait d'envisager une diversification rapide de notre mix électrique.

D'un autre côté, si la production d'électricité française est essentiellement décarbonée, ce n'est pas le cas de nos voisins allemands et plus généralement de l'Europe. Or, rester sous les 1,5°C nécessite un engagement de tous les pays et stopper la production d'électricité à base d'énergie fossile en Europe est difficilement compatible à court terme avec la baisse de la part de nucléaire dans le mix.

Ainsi, pour être compatible avec une trajectoire 1,5°C, il semble pertinent tout à la fois de développer autant que possible les énergies renouvelables, tout en maintenant la même production globale. Le surplus de production liée à la baisse de consommation d'électricité étant exporté pour faciliter la transition électrique européenne et la sortie des énergies fossiles dans la production d'électricité à cette échelle.

La production d'électricité via les énergies renouvelables repose essentiellement sur le développement des capacités solaires et éoliennes.

Aujourd'hui, ces projets sont limités dans leur réalisation par les différents recours. Une augmentation significative et rapide des capacités installées dans les 10 ans à venir nécessite d'accélérer fortement ces processus.

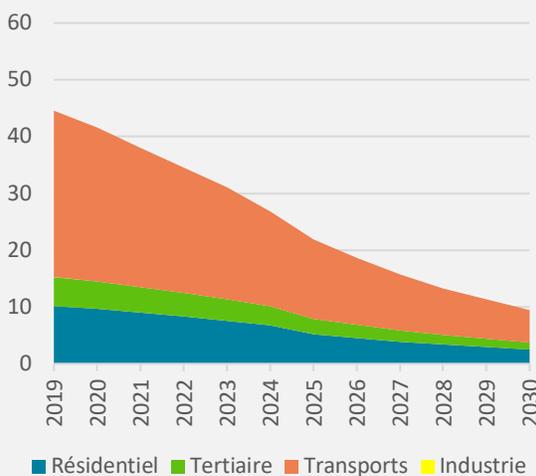
En prenant en référence le développement des énergies renouvelables en Allemagne sur la dernière décennie, nous pouvons estimer ajouter progressivement de 2 GW à 5 GW de puissance éolienne par an, soit environ 40 GW d'ici 2030, ce qui permettrait de produire entre 40 et 80 TWh annuellement à l'horizon 2030. Du côté du solaire, en passant progressivement à un ajout de 1 GWc à 5 GWc, installer également 40 GWc de solaire, soit 40 à 60 TWh annuel.

Nous pouvons donc estimer atteindre une production d'énergie électrique renouvelable de l'ordre de 80 à 140 TWh, soit environ 25% de la production actuelle à l'horizon 2030, ce qui permet d'envisager la fermeture de 20 GW de nucléaire d'ici 2030, soit 2 tranches de 900 MW par an.

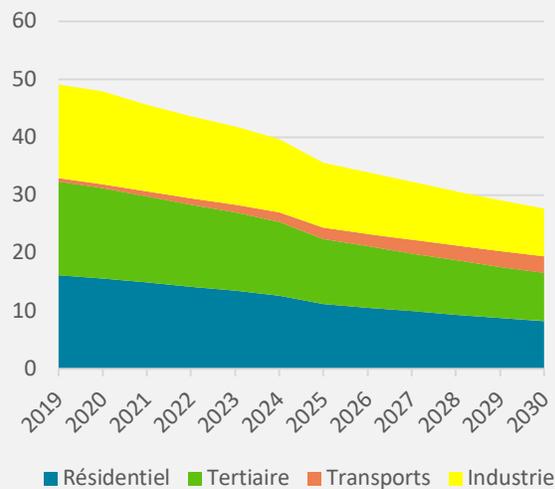
Mise à jour Février 2019 :

Les graphiques ci-dessous présentent la modélisation de la trajectoire de baisse des émissions du secteur de l'industrie de l'énergie (hors électricité à gauche et électricité à droite).

Evolution des émissions liées à l'industrie de l'énergie - hors électricité (en MtCO2e)



Evolution des émissions liées à l'industrie de l'énergie - électricité (en MtCO2e)





III.6. Aménagement

En compléments des blocs de mesures présentés ci-dessus, un certain nombre de mesures complémentaires sont nécessaires en matière d'aménagement du territoire. Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types complémentaires.

Mesures	Commentaires
Aucune nouvelle artificialisation du territoire dès 2019.	Au-delà des enjeux de biodiversité, l'artificialisation va à l'encontre des enjeux déjà exprimés. La densification du logement, la diminution des distances de transport, le retour à une agriculture moins intensive nécessitent d'arrêter toute artificialisation.
Tout nouveau projet de construction doit démontrer sa capacité à réduire significativement les émissions de GES sur l'ensemble du cycle de vie de l'aménagement.	L'étape de construction ou parfois de démantèlement d'un projet peut émettre plus que les économies réalisées durant son exploitation. Même en partant d'une bonne intention. Tout nouvel aménagement doit avoir comme but premier de réduire les émissions de GES et doit pouvoir démontrer que sur le cycle de vie complet de l'aménagement c'est effectivement le cas. Les métros du grand Paris illustrent parfaitement cet exemple. La construction du seul tunnel émettrait 40.000 tonnes de CO2 par kilomètre. Cet investissement ne compenserait, au mieux, ses émissions qu'au bout de quarante ans.
Revitalisation des éco-systèmes permettant de séquestrer du carbone	2030 n'est qu'une étape intermédiaire. Très rapidement, il faut arriver à une neutralité carbone, c'est-à-dire être en capacité de stocker plus de CO2 que ce qu'on émet. Cela nécessite de mettre en œuvre dès maintenant une ingénierie de conservation et de revitalisation des éco-systèmes types zones humides, tourbières, forêts, prairie et sols cultivés pour maximiser leurs potentiels de stockage de carbone. L'agroforesterie doit aussi devenir la norme, là où c'est pertinent.



III.7. Emissions extra-territoriales liées à l'aviation

Pour certains, ne plus prendre l'avion serait vécu comme une privation forte, pour d'autres, il s'agit déjà d'une réalité. Rappelons que seule une personne sur 7 dans le monde a déjà pris une fois l'avion et que chaque année, moins d'un Français sur deux effectue un trajet de plus de 100 km, excluant de fait l'avion.

Finalement, le tourisme longue distance n'est aujourd'hui pas la normalité pour l'humain, ni même pour le Français.

Pour autant, interdire complètement les vols long-courriers dès maintenant n'est pas envisageable tant notre économie reste liée à l'utilisation de ce moyen de transport. Des déplacements professionnels restent nécessaires, l'économie du tourisme ne peut se transformer instantanément pour accueillir une population plus locale et la démocratisation de l'avion, en démultipliant les échanges culturels, a joué un rôle important pour stabiliser un monde sans conflits majeurs.

Il reste néanmoins nécessaire de réduire de plus de 70% les émissions de GES liées à l'aviation pour atterrir en 2030 à une empreinte de 6 Mt CO2e pour les déplacements internationaux.

Si l'industrie de l'aviation a fait de gros efforts ces dernières années pour réduire la consommation des avions par passager kilomètre, on se rapproche aujourd'hui des limites physiques.

Ainsi, le respect du budget carbone alloué à l'aviation donne un quota carbone de 5000 km, soit 2500 aller / 2500 retours par individu sur l'ensemble des 12 prochaines années. Un tel quota n'est évidemment pas pertinent puisqu'il empêche tout le monde de se déplacer à plus de 2500 km de son domicile. On ne peut pas non plus simplement demander à chacun de réduire de 70% ses déplacements puisque cela rendrait de-facto l'avion inaccessible à une part importante de la population tandis qu'une autre part pourrait continuer à en jouir, à un rythme certes moins élevé.

Nous dressons donc un ensemble de mesures qui nous semble un peu plus acceptable socialement.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports en avion.

Mesures	Commentaires
Interdiction de tout vol hors Europe non justifié (cf mesures suivantes) à partir de 2020.	La norme doit être de ne pas prendre l'avion. L'interdiction peut être progressive pour viser en premier lieu le tourisme à utilité limitée puis s'étendre sur tous les vols non justifiés exprimés plus bas. Un intermédiaire peut être envisagé pour l'Europe de la même manière que pour les vols intérieurs en France.
Autorisation de deux vols aller / retour long courrier par jeune de 18 à 30 ans	Cette période correspond à celle où l'individu finit de construire son identité culturelle, il semble primordial de maintenir des

	échanges culturels dans cette période de construction identitaire.
Instauration d'une loterie nationale distribuant 500 000 vols par an.	Tout le monde est ainsi mis sur un pied d'égalité. Le déplacement n'est plus la norme, ni réservé à une population aisée, sans pour autant être supprimé.
Obligation de justifier de l'intérêt d'un déplacement professionnel	Les déplacements professionnels doivent se limiter aux plus importants. L'obligation de justifier les raisons de son déplacement vise à supprimer tout vol de confort ou non nécessaire.



III.8. Services et biens de consommation

Les services et biens de consommation sont considérés ici comme la variable d'ajustement. Une fois pris en compte les émissions de GES nécessaires à maintenir des conditions de vie décentes sur les besoins fondamentaux : s'alimenter, se loger, se déplacer, le reste à émettre est à répartir entre les différents postes de consommation et les différents services, publics et privés.

Se pose alors ici une question importante : quels services ou quels biens sont à privilégier ? Nous avons dans les lignes précédentes pris le parti de conserver deux secteurs : la construction / rénovation de bâtiments et la construction de véhicules.

Pour le reste, en grande masse, la répartition des émissions actuelles est la suivante :

Poste	Émissions de GES en Mt CO2e
Services publics	75
Services privés	30
Courants dont vêtements	45
Informatique / Hifi	45
Électroménagers, mobiliers et autres	30

Rappelons à ce stade que le reste à émettre, du fait des hypothèses définies au début, correspond à 61 Mt CO2e, soit moins que ce qui est actuellement émis du fait des seuls services publics.

A supposer que nous fassions des efforts importants en termes d'efficacité énergétique et de décarbonisation du mix énergétique mondial, nous pourrions réduire d'un tiers les émissions de GES à service équivalent, soit environ 150 Mt CO2e. Ce chiffre est encore 2,5 fois trop élevé. Il est donc nécessaire d'agir sur une diminution des services publics et du pouvoir d'achat ou du moins de la quantité de biens consommés.



NB : La multitude des services et biens concernés rend difficile l'analyse en coût carbone et ne permet pas d'aboutir à un exercice de comptabilité comme pour les secteurs précédents, d'autant plus que très peu de données sont accessibles au niveau des services publics. Par ailleurs, si nous pensons pouvoir apporter des éléments pertinents sur les mesures permettant de réduire les émissions de GES de différents secteurs comme le résidentiel, le transport ou l'agriculture, c'est que nous sommes confrontés régulièrement, dans le cadre des PCAET¹ que nous accompagnons, à ce genre d'exercice et nous en maîtrisons les ordres de grandeur. En revanche, sans données précises en matière de comptabilité carbone il nous est plus difficile d'estimer l'impact de tel ou tel mesure de réduction ou d'optimisation dans les services.

¹ Voir http://bl-evolution.com/nos_prestations/climat/plan-climat-air-energie-territorial/

Il apparaît ainsi difficile de maintenir dans le même temps des soins de santé de qualité, la possibilité d'utiliser du matériel médical complexe, l'ensemble des soins apportés aux personnes dépendantes... avec un système éducatif portant la grande majorité des élèves à un niveau baccalauréat, la possibilité de faire des études pointues, du matériel de recherche performant... avec la rénovation des infrastructures, le maintien voire le développement d'un réseau ferré, la construction de pistes cyclables et le maintien d'une voirie non dégradée... avec les services culturels, des installations sportives de qualités... avec l'ensemble des fonctions régaliennes, une justice fonctionnelle, un service de sécurité intérieure comme extérieure... avec le maintien de services bancaires, assurantiels et le maintien d'activités économiques hors-sols... avec la consommation de vêtements neufs tous les ans, le remplacement de son smartphone tous les deux ans, de son PC tous les 3 ou 4 ans et en consommant tout un tas de gadgets connectés.

Au vu des ordres de grandeurs cités dans le tableau précédent, une conclusion qui semble s'imposer est que la numérisation de nos modes de vie est incompatible avec une trajectoire de 1,5°C. Vouloir rester sur cette trajectoire, conduit donc à engager rapidement une dénumérisation de nos modes de vie, ou a minima un travail drastique visant la sobriété numérique.

Une autre conclusion est qu'il est impossible de maintenir notre capacité à se procurer des biens courants et en particulier des vêtements de la même manière qu'actuellement.

Quelques mesures pour une sobriété du numérique 

Concernant les données mobiles, un smartphone nécessite d'émettre entre 40 et 60 kg CO2e en moyenne, mais ce n'est que la partie émergée de l'iceberg. Bien souvent, on oublie que pour que ces derniers fonctionnent, il faut un réseau performant et des infrastructures de stockage de données. En première approximation, on peut répartir les émissions de la communication (que ce soit téléphonique ou via internet) en trois parts plus ou moins égales : la fabrication des terminaux (smartphone, ordinateurs...), l'infrastructure de réseaux (antennes relais, câbles, routeurs...) et l'infrastructure de stockage (centre de données).

Diviser par quatre les émissions du numérique ne se fait donc pas simplement en conservant 8 ans au lieu de 2 ans son smartphone, mais doit passer par une sobriété dans la consommation de données (en diminuant de manière importante la consommation de vidéo) et dans la création de nouvelles infrastructures.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur du numérique.

Mesures	Commentaires
Limitation du nombre d'équipements en service à un instant donné. Normalisation de la location plutôt que la vente de terminaux mobiles ou fixes. Augmentation de la durée de vie	L'ensemble de ces mesures vise à réduire la fabrication de nouveaux appareils. En rendant le constructeur responsable de l'allongement de la durée de vie des terminaux, celui-ci doit les rendre plus durables et le marché doit s'orienter pour favoriser l'échange de matériel d'occasion.

minimale des terminaux à 4 ans pour un smartphone, 8 ans pour un ordinateur portable et 12 ans pour un écran.	Ces mesures peuvent s'appliquer directement pour le parc professionnel avant d'arriver progressivement dans le parc privé.
Interdiction à la vente de téléviseur de plus de 40 pouces	Les émissions de GES liées à la production de téléviseurs sont directement proportionnelles à la taille de l'écran.
Construction d'un unique réseau 5G.	4 opérateurs principaux en France construisent 4 réseaux différents pour chaque génération. Un unique réseau diminuerait significativement l'infrastructure tout en augmentant la couverture.
Interdiction des publicités en ligne intégrés aux sites internet	Les flux de données publicitaires représentent une part significative et à l'utilité discutable des sites internet. Les retirer permettrait de réduire d'autant les flux de données.
Le flux vidéo consommé doit être divisé par 3 d'ici 2030.	Le flux vidéo est le principal contributeur au trafic et augmente de 20% par an. En régime tendanciel, il devrait donc être multiplié par 4 en 2030, il faut prendre le chemin inverse. Cela passe par une diminution du temps passé par individu à regarder des vidéos, à une stagnation de la qualité et une meilleure efficacité énergétique.

L'industrie textile

Chaque individu en France achète 10 kg de vêtements neufs par an, soit 40 pièces par personne et par an et presque autant de seconde main. Nous pourrions raisonnablement vivre sans soucis vestimentaires pour les 10 prochaines années sans mise sur le marché de nouveaux vêtements et simplement en réutilisant les matières existantes. Ce secteur est emblématique des enjeux actuels : l'utilisation d'une quantité abondante de matières premières créant des tensions sur les ressources en eau, une confection délocalisée, fortement émettrice de GES du fait du mix énergétique des pays de production, des transports de plus en plus par voie aérienne, une obsolescence d'usage de plus en plus rapide, un très faible recyclage des matières...

La fast-fashion est donc incompatible avec une trajectoire tendant vers les 1,5°C de réchauffement climatique.



Le tableau suivant est un exemple de bloc de mesures types permettant, en les appliquant toutes, de réduire suffisamment nos émissions de GES pour s'inscrire dans une trajectoire compatible avec l'objectif de 1,5°C pour le secteur des transports en avion.

Mesures	Commentaires
Relocalisation d'une partie de la production	Une production plus locale évite des émissions de GES liées au transport et au mix énergétique carboné des pays actuels
Développement de l'artisanat de confection / retouche de vêtements.	Cela doit permettre d'augmenter la durée de vie moyenne d'un vêtement de 1 à 4 ans.
Limitation à 1kg de vêtements neufs mis sur le marché par an et par personne dès 2022.	

Les différentes mesures proposées visent à réduire respectivement par 4 et par 8 les émissions associées au secteur du numérique et du textile. Concernant les autres biens de consommations, les grandes notions comme l'économie circulaire, le réemploi, l'arrêt de l'obsolescence programmée et le retour à une consommation raisonnée ne sont pas des possibilités mais bien des prérequis nécessaires, sans pour autant être suffisants.

Un travail de relocalisation bien sûr, mais aussi de réorientation vers les secteurs les moins intensifs en carbone est également nécessaire. Derrière ces grands mots et ces grandes notions se cache le fait qu'une part significative de l'emploi doit être réorientée, qu'il faut des personnes qui réparent, qui fabriquent, qu'il faut savoir faire avec la ressource présente sur le territoire et que l'emploi de bureau ne sera plus un standard de vie.

Avec l'ensemble de ces mesures, nous pourrions réduire de 120 Mt CO₂e à environ 25 Mt CO₂e les émissions de GES liées aux biens de consommation, ce qui laisse un peu plus de 35 Mt CO₂e pour l'ensemble des services publics et privés et confirme l'impossibilité de maintenir à l'identique ces services.

Par exemple, maintenir un ensemble de soins pour tous, un système de santé qui permette à la majorité d'être en bonne santé ne semble pas compatible avec le maintien d'une technologie sophistiquée, coûteuse en énergie et en ressources, permettant la résolution de maladies plus rares, même en se mettant à privilégier un système basé sur la prévention (alimentation, activité physique...) plutôt que sur les soins curatifs..

De la même manière, une éducation complète pour tous, n'est peut-être pas compatible avec le maintien des grands équipements de recherche. En tout état de cause, une trajectoire pour rester sous les 1,5°C de réchauffement climatique nécessite de diviser par 3 les émissions de GES liées aux différents services, publics ou privés. Si une meilleure efficacité énergétique peut sans doute contribuer à un tiers de l'effort nécessaire, les deux autres tiers devront se faire par des mesures de sobriété et de suppression de certains services.

IV. Conclusion

Les mesures présentées ci-dessus sont pensées dans un **scénario sans rupture** (changement radical comme stopper la production d'énergie fossile du jour au lendemain) et tablent sur une capacité à mettre en action des moyens très importants, très rapidement. **C'est un scénario idéal, mais peu réaliste.** Un retard de 2 ans ou une incapacité à transformer les emplois de manière radicale oblige à avoir une vision qui nécessite des mesures de sobriété plus importantes.

Attendre 4 ans, donc la fin du mandat présidentiel actuel, avant d'entrer dans un grand basculement, **nécessitera de viser la neutralité carbone dès 2030** en France. Les changements structurels sont trop importants pour que cela soit envisageable.

L'ensemble des mesures évoqué est-il envisageable ? Si à titre individuel, une telle approche peut sembler acceptable, **il faut raisonner à l'échelle nationale pour en saisir les enjeux.** En termes d'emplois, cela nécessite la création de 1 à 2 millions d'emplois en 5 ans, souvent localisés. Soit près de 5% à 10% de la population qui doit se former, changer d'emploi et éventuellement déménager. Les conséquences liées au manque de capacité de déplacement et aux changements économiques entraîneront vraisemblablement un changement d'emploi pour un tiers supplémentaire de la population.

Sans un portage adéquat, la mise en œuvre semble en tant que telle très improbable, mais devient complètement impossible si nos voisins n'enclenchent pas eux aussi un tel changement.

Une goutte d'eau...

En effet, **la France ne représente même pas 2% des émissions de GES** mondiales. Même en mettant en place un programme de réduction drastique, l'effet sur les émissions de GES mondiales restera dans l'épaisseur du trait. **La mondialisation de l'économie rend même impossible de respecter les objectifs indiqués dans ce document** dans une approche consommation **si tous les pays n'enclenchent pas, aussi rapidement, un basculement aussi important.**

Peut-on embarquer tout le monde, sans gouvernance mondiale, avec les règles commerciales qui sont actuellement en vigueur et dans un contexte où certains dirigeants de grandes nations doutent des réalités du changement climatique ? Assurément non.

Peut-on partir dans un programme drastique de limitation de nos émissions de GES seuls ? L'Histoire a montré qu'une organisation humaine qui dissipe moins d'énergie avait peu de chance de s'imposer par rapport aux organisations les plus consommatrices d'énergie.²

A ce stade, **il apparaît donc nécessaire de constater qu'une trajectoire compatible avec un réchauffement climatique limité à 1,5°C est très improbable.** Seul un sursaut planétaire immédiat, c'est-à-dire avant 2020, et l'enclenchement, partout sur la planète, d'un ensemble complet de mesures d'un niveau comparable à celles décrites dans ce document pourrait permettre de rester sur cette trajectoire.

² Voir *Thermodynamique de l'évolution*, François Roddier ou bien *De l'inégalité parmi les sociétés : Essai sur l'homme et l'environnement dans l'histoire*, Jared Diamond

Les effets d'un réchauffement climatique de 1,5°C sont décrits avec précisions dans le rapport spécial du GIEC sorti en octobre 2018. Ce rapport a montré qu'un changement climatique de l'ordre de 1,5°C était déjà un changement significatif, qui aura des répercussions importantes sur nos sociétés. Par conséquent, au-delà de la mise en place de mesures ambitieuses d'atténuation des effets du changement climatique, **il apparaît nécessaire, dès aujourd'hui de mettre en place des stratégies de résilience et d'adaptation.**

Le monde dans lequel nous vivons dans les prochaines décennies sera un monde en mutation profonde et **les territoires et les organisations qui s'en sortiront le mieux seront ceux qui auront su l'anticiper le plus tôt et qui seront devenus les plus résilients.**

Chaque dixième de degré compte.

Faut-il pour autant baisser les bras ? Faire accepter à la population un ensemble de mesures complet aussi ambitieux que celui décrit dans ce document est improbable, obtenir un portage politique national semble impensable. **Malgré tout, ne rien faire serait pire.** Attendre 5 à 10 ans de plus pour agir et il faudra mettre en place un ensemble de mesures similaires pour rester sous les 2°C de réchauffement climatique par rapport à l'ère préindustrielle. Partir sur un ensemble de mesures moins ambitieuses, enclenché dès maintenant, a peu de chance de permettre de rester sous les 2°C et au-delà **les conséquences du changement climatique obligent à penser d'autres contraintes** : baisse importante des rendements agricoles, migrations massives, proliférations de maladies...

Nous avons trop attendu, c'est une évidence et une transition douce ne pourra se faire. Nous sommes dans une véritable course contre la montre. Chaque année compte. Chaque Gt CO₂e émise à son importance, chaque dixième de degré de réchauffement climatique entraîne son lot de désagréments.

Si nous voulons avoir à éviter de devoir gérer des baisses de rendement agricole importantes, créant des contraintes sur l'alimentation, des pénuries, voire des famines ; si nous voulons avoir à éviter de devoir gérer des migrations de plusieurs centaines de millions d'individus, pour lesquels leurs lieux d'habitation ne seront tout simplement plus vivables ; si nous voulons avoir à éviter de gérer l'arrivée sous nos latitudes de vecteurs de maladies comme le chikungunya, le paludisme ou la dengue ; **nous devons tout faire pour limiter autant que possible le dérèglement climatique.**

Pour cela, **il faut faire de la décarbonation de l'économie, un grand projet de société.** Il faudra rivaliser d'imagination, développer des récits, faire rêver autour de ce thème pour embarquer la majorité tout en restant lucide sur les difficultés engendrées.

C'est une véritable économie de guerre qu'il faut mettre en place, une économie de rationnement, d'efforts intenses qui nous sort de notre monde de confort. **Cela demande un effort important de la part de tous sur une décennie ou deux.** Cette grande transition, ce changement de paradigme ne se fera pas sans difficultés, sans conséquences sur nos modes de vies, se heurtera à nos barrières cognitives et entraînera certainement des rejets massifs.

Seulement, à en croire le rapport spécial sur les 1,5°C du GIEC, pour conserver des modes de vie décentes à moyen terme nous évitant d'entrer dans l'inconnu, c'est une nécessité, car chaque dixième de degré supplémentaire compte.

Quelle responsabilité pour la France ?

Les graphiques de la page 7 permettent de soulever plusieurs questions.

D'une part, en sommant les émissions de ce scénario entre 2019 et 2030, les émissions totales de la France s'élèvent à 5,7 GtCO_{2e} soit entre 1% et 1,4% du budget CO₂ compatible avec une limitation du réchauffement climatique à 1,5°C (420 à 580 GtCO_{2e} [1]). Or, la France ne représente « que » 0,9% de la population mondiale. Ainsi, même si ces mesures sont drastiques, elles ne corrigeraient pas totalement les inégalités actuelles induites par notre mode de vie et nos émissions de GES. D'autre part, si on ne considère que les émissions d'origine énergétique, la France ne compte « que » pour 1% des émissions (sans compter les émissions non énergétiques ou les émissions liés à nos produits importés). Cependant, en intégrant les émissions passées, la France représente près de 2% des émissions totales cumulées (37GtCO_{2e} [2] sur 2200 GtCO_{2e} [1]).

D'ailleurs, ce déséquilibre serait encore plus important si les données historiques permettaient d'intégrer les émissions liées aux procédés non énergétiques (agriculture, industrie...) et les émissions importées. A titre d'illustration, en 1990 et en 2016, les émissions énergétiques de la France s'élevaient à 368 MtCO_{2e} et 343 MtCO_{2e} (soit des montant relativement équivalents [3]). De même, l'empreinte carbone des français en 1990 est la même qu'en 2015 (environ 10 tCO_{2e}/hab en intégrant les émissions non énergétiques et la balance commerciale importation/exportation [4]). En intégrant les importations et les émissions non énergétiques, l'empreinte carbone de la France est estimée à environ 700 MtCO_{2e} soit presque deux fois plus que les émissions énergétiques. On peut donc estimer que « l'empreinte carbone cumulée des français » est égale au double des émissions énergétiques cumulées (37 x 2 ≈ 70 GtCO_{2e}).

Soit entre 3% et 4% des émissions cumulées totales (2200 GtCO_{2e}) pour un pays qui représente moins de 1% de la population mondiale.

En tant que français nous avons donc toute notre responsabilité à agir.

Sources :

[1] Special Report : Global Warming of 1.5 °C, IPCC 2018

[2] Our World in Data, WRI, consulté le 25/02/2019

[3] The Shift Project Data Portal, consulté le 25/02/2019

[4] Chiffres Clés du climat – France, Europe et Monde, Edition 2018

Mise à jour Février 2019 :

Références :

LPS 113 pressions agricoles mars 2012

LPS 190, les véhicules utilitaires légers juin 2014

datalab-42-rapport-comptes-transports-2017-aout2018

datalab-31-chiffres-cles-transport-mars2018-

1_RevueCGDD-ENTD-article_1_principales_tendances_08_12_10_cle2a1151

[Base Carbone] Documentation générale v11.0

Référentiel-Energie_Carbone_Niveau-de-performance

Chiffre clés de l'énergie, édition 2018

Chiffre clés du bâtiment, édition 2013

Chiffre clés du climat, édition 2017

Stratégie Nationale Bas Carbone 2015

Memoalim15viandes

Document de travail n°38, l'empreinte carbone, CGDD

tendanCIEL_2018_08_N60, Août 2018

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/index.php?id=515>

<https://www.observatoirebbc.org/publications/renovation>

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/energie-climat/s/climat-effet-serre-empreinte-carbone.html>

<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lessentiel/ar/206/1087/lempreinte-carbone-demande-finale-interieure-france.html>