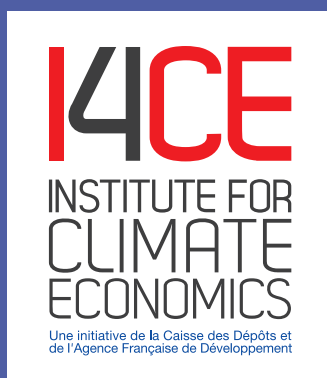




Paris,
Octobre 2022

Panorama des financements climat

Edition 2022

Auteurs : Maxime **Ledez** | Hadrien **Hainaut**

L'Institut de l'économie pour le climat (**I4CE** – Institute for climate economics) est une association experte de l'économie et de la finance dont la mission est de faire avancer l'action contre les changements climatiques. Grâce à ses recherches appliquées, l'Institut contribue au débat sur les politiques liées au climat. Il rend aussi publiques des analyses pour appuyer la réflexion des institutions financières, des Etats et des collectivités locales.



www.i4ce.org

Le rapport a été préparé avec le soutien du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du Ministère de la Transition énergétique, de l'ADEME et de la Fondation européenne pour le climat. Les informations et opinions exposées dans ce rapport n'engagent que la responsabilité des auteurs.



ERRATA

Par rapport à la version mise en ligne en octobre 2022, cette version corrige des erreurs de totaux dans le chapitre dédié aux besoins d'investissement. Ces corrections ne remettent pas en question les principaux messages du rapport.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	2
INTRODUCTION	5
MÉTHODE	6
Les chroniques d'investissements	7
Les besoins d'investissements	10
INVESTISSEMENTS CLIMAT : UN SURSAUT ENCORE FRAGILE	13
Une nette augmentation des investissements climat en 2021	13
A court terme, une croissance fragile des investissements climat	15
L'état des investissements climat par secteur	16
LE DÉCROCHAGE DES INVESTISSEMENTS FOSSILES SE PROLONGE MAIS LEUR REBOND RESTE POSSIBLE	18
Des investissements fossiles bien en-deçà des niveaux d'avant crise	18
La France n'est pas à l'abri d'un rebond à moyen terme	19
L'état des investissements fossiles par secteur	20
INVESTIR DAVANTAGE POUR GARDER LE CAP SUR LES OBJECTIFS CLIMAT	22
Des investissements climat supplémentaires de 14 milliards d'euros par an pour une transition frugale, et jusqu'à 30 milliards d'euros par an dans un scénario technologique	22
Des priorités d'investissements qui dépendent de la stratégie de transition	24
Les priorités d'investissements pour la neutralité carbone, selon le scénario	25
Les investissements fossiles devront décroître pour se rapprocher de zéro en 2050	29
Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, les investissements totaux des secteurs étudiés ne seront pas forcément plus élevés qu'aujourd'hui	30
INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX	32
BIBLIOGRAPHIE	33

RÉSUMÉ

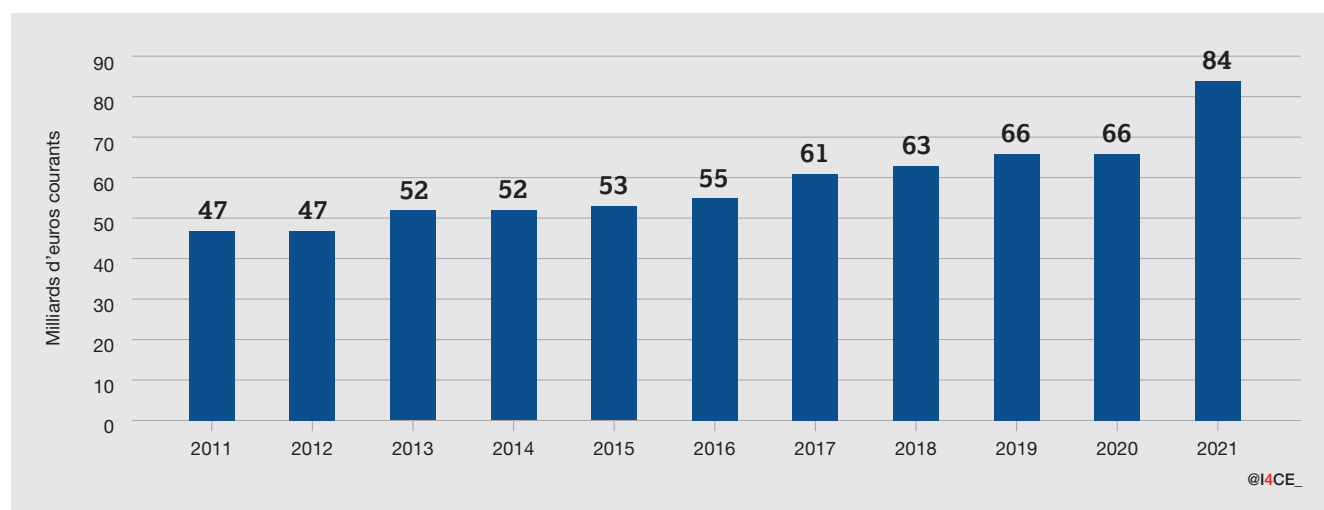
En 2022, la France paie au prix fort une dépendance aux énergies fossiles entretenue par un manque chronique d'investissements dans la décarbonation de l'économie. Cette édition du Panorama dresse un état des lieux détaillé de ces dépenses cruciales réalisées par les ménages, les entreprises et les pouvoirs publics, dans la rénovation des logements, les achats de véhicules électriques, les énergies renouvelables, ou encore les infrastructures ferroviaires, cyclables et des transports en commun urbains. De façon encourageante, les investissements climat ont fortement progressé l'an dernier, portés, entre autres facteurs, par des réglementations favorables et par les soutiens publics du plan de relance. Mais leur sursaut reste fragile, et l'analyse de plusieurs scénarios de transition montre qu'il faut encore accroître les investissements climat pour garder le cap sur la neutralité carbone et réduire durablement la dépendance aux énergies fossiles.

Un sursaut encore fragile des investissements climat

Après avoir résisté à la crise sanitaire, les investissements climat des ménages, des entreprises et des administrations publiques augmentent fortement et atteignent 84 milliards d'euros en 2021, soit 18 milliards de plus qu'en 2020. Ils progressent dans la plupart des secteurs, notamment dans les véhicules électriques et hybrides, les énergies renouvelables,

ou encore dans la rénovation énergétique des bâtiments. Ce sursaut s'explique par le décalage des projets retardés en 2020, mais aussi par la réglementation, surtout dans l'automobile, et par les soutiens publics accrus, notamment grâce au plan de relance.

FIGURE 1 : LES INVESTISSEMENTS CLIMAT EN FRANCE



Toutefois, le niveau atteint en 2021 reste fragile. Face à des matériaux plus chers, au manque de main d'œuvre et d'expertise, les ménages, les entreprises et les collectivités ont de plus en plus de mal à entreprendre et à financer leurs projets d'investissements climat.

Et les prix exceptionnellement élevés des énergies les privent soudainement d'une partie de leurs capacités de financement.

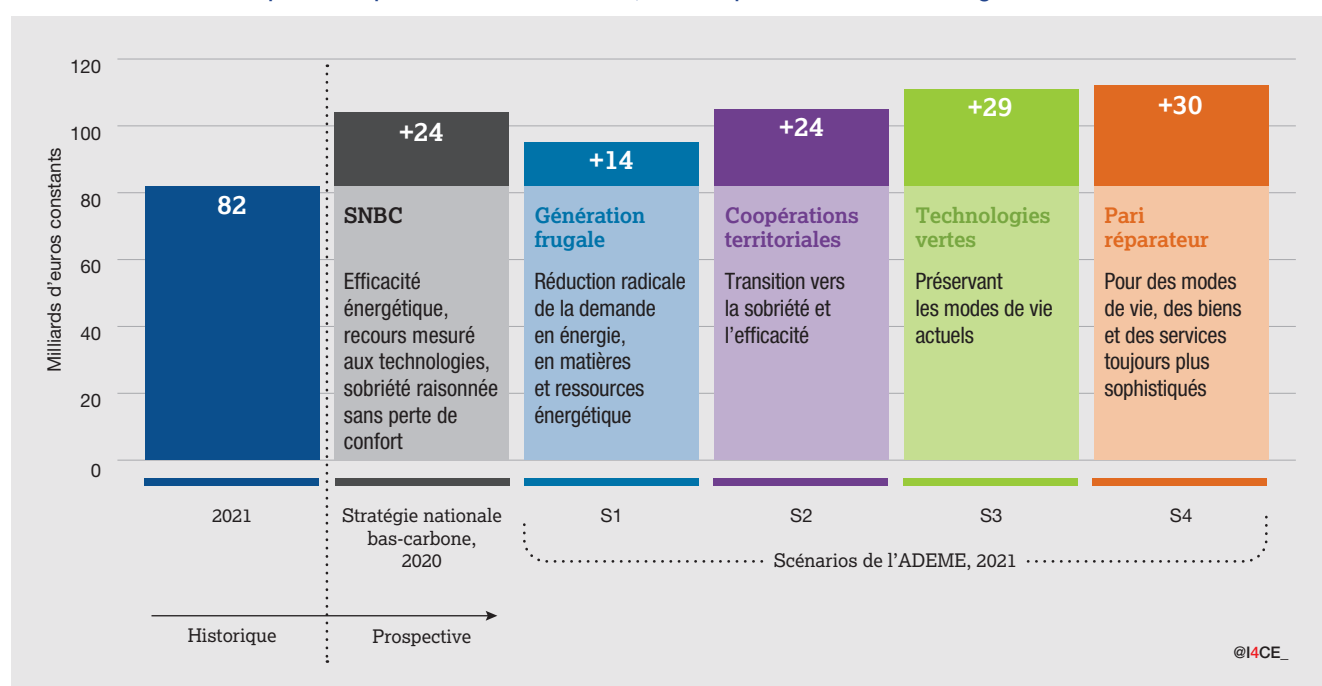
Il faut encore investir davantage pour garder le cap sur les objectifs climat

Malgré leur croissance notable, les investissements climat restent insuffisants. A partir des scénarios « Transition(s) 2050 » de l'ADEME, nous avons estimé les investissements climat supplémentaires qu'il faudrait réaliser dans les bâtiments, les transports et la production d'énergie pour s'engager sur le chemin de la neutralité carbone. Ils se situent entre

14 milliards d'euros par an pour une transition frugale, et jusqu'à 30 milliards d'euros par an dans un scénario où les progrès techniques préservent les modes de vie. Des montants minimums, qui ne couvrent pas les besoins dans l'agriculture, l'industrie ou encore l'adaptation au changement climatique.

FIGURE 2 : LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS CLIMAT 2021-2030

Investissements annuels publics et privés dans les bâtiments, les transports et la branche énergie



NB : Dans cette figure, des ajustements sont introduits afin de comparer les réalisations et les besoins pour un même périmètre géographique et sectoriel. Par conséquent, le montant des investissements climat est légèrement différent de celui présenté plus haut. Tous les ajustements sont présentés dans l'annexe 4.

Le gouvernement révisé en ce moment sa stratégie climat et devra trancher parmi ces scénarios de transition. Mais quel que soit le scénario retenu, il impliquera d'investir plus dans les équipements et les infrastructures bas-carbone, notamment pour atteindre le nouvel objectif européen de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre de 55 % d'ici 2030 par rapport à leur niveau de 1990. Et tandis que

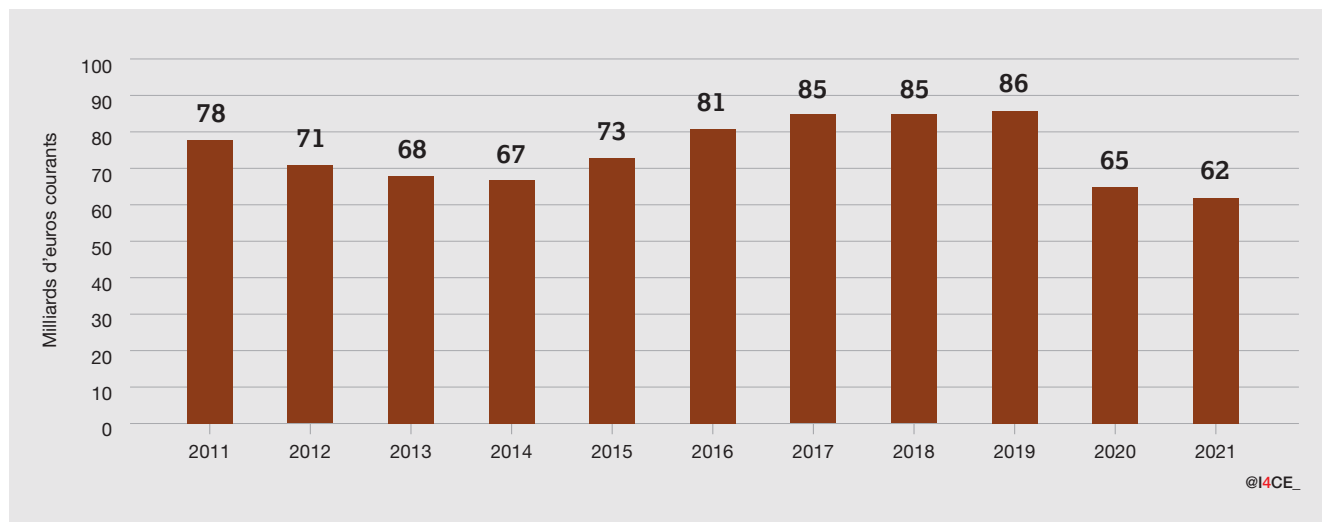
les financements du plan de relance se terminent à la fin de l'année, les pouvoirs publics doivent programmer des moyens dans la durée pour continuer à accompagner les ménages et les entreprises. C'est notamment l'enjeu des débats budgétaires de l'automne, puis de la loi de programmation énergie-climat (LPEC), prévue d'ici l'été 2023.

Les investissements fossiles décrochent, mais peuvent encore rebondir

Les investissements fossiles ont fortement diminué depuis la crise sanitaire, et s'élèvent à 62 milliards d'euros en 2021. Ce décrochage s'explique principalement par le recul des immatriculations des véhicules thermiques, provoqué par les difficultés d'approvisionnement en semi-conducteurs

mais aussi par des réglementations plus exigeantes sur les émissions des véhicules. Pour atteindre les objectifs nationaux, les investissements fossiles doivent encore être divisés par deux d'ici 2030.

FIGURE 3 : LES INVESTISSEMENTS FOSSILES EN FRANCE



Cependant, les investissements fossiles peuvent encore rebondir. Si les difficultés d'approvisionnement finissent par se résoudre, davantage de véhicules thermiques pourraient être immatriculés. Et si la crise énergétique se prolonge, elle pourrait amener de nouveaux investissements dans

l'importation de gaz ou dans les centrales thermiques. Pour éviter ce rebond et réduire durablement la dépendance aux énergies fossiles, il faut sans attendre accélérer les investissements climat.

INTRODUCTION

Les investissements d'aujourd'hui déterminent les émissions de gaz à effet de serre de demain. Les ménages, les entreprises, et les pouvoirs publics investissent dans des bâtiments, des équipements ou des infrastructures. Ces installations, par leur fonctionnement, conditionnent le niveau de la consommation d'énergies fossiles dans le temps et les émissions de GES associées, qu'il convient de réduire impérativement en raison de l'urgence climatique.

A travers sa prochaine stratégie climat prévue pour l'été 2023, la France doit tenir compte du nouvel objectif européen de réduire les émissions nettes de GES de 55 % entre 1990 et 2030, bien au-delà des objectifs initiaux, et conserver l'objectif de neutralité carbone à horizon 2050. Afin d'éclairer les concepteurs des prochaines Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), plusieurs organisations ont réalisé des exercices prospectifs, qui permettent d'établir quels sont les chemins possibles à suivre pour atteindre la neutralité carbone en 2050, en particulier l'ADEME, à travers son rapport « Transitions 2050 ». Au sein de ce travail, l'ADEME a produit quatre scénarios de décarbonation très contrastés, dans le but d'identifier différentes voies

possibles vers la neutralité carbone et d'en débattre pour les prochaines SNBC et PPE. Ainsi, ces quatre scénarios se traduisent par des dynamiques d'investissements différenciées dans les secteurs de l'économie nationale.

Le Panorama des financements climat donne un état des lieux sur la réalisation des dépenses stratégiques pour la transition bas-carbone, et identifie les investissements supplémentaires à réaliser dans les différents secteurs économiques selon les scénarios de décarbonation. L'édition 2022 du Panorama des financements climat comprend :

- ❶ La situation des investissements climat jusqu'à fin 2021, ainsi que les perspectives d'évolutions pour les années 2022 et 2023 ;
- ❷ La situation des investissements fossiles jusqu'à fin 2021, ainsi que les perspectives d'évolutions pour les années 2022 et 2023 ;
- ❸ Les besoins d'investissements identifiés d'après les SNBC et PPE (2020), et d'après les scénarios « Transitions 2050 » de l'ADEME (2021).

AVERTISSEMENT

Les résultats présentés dans ce rapport remplacent ceux des précédentes éditions du Panorama des financements climat et ne peuvent y être comparés. En effet, des changements dans les sources, la méthode ou le périmètre de l'étude entraînent la révision des résultats pour toute la période couverte par l'étude. Cependant, les comparaisons entre années présentées dans cette édition et ses annexes restent valides, car à méthode constante.

MÉTHODE

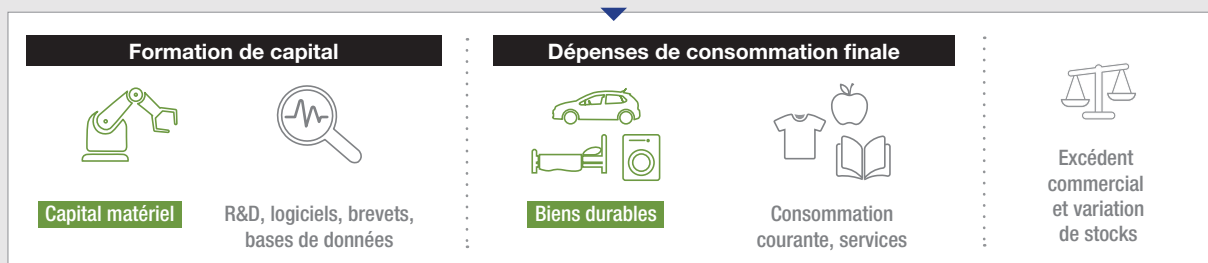
Le Panorama mesure les investissements climat et fossiles réalisés en France de 2011 à 2021, et documente leurs perspectives d'évolution à court terme. Il compare les investissements actuels aux besoins à partir de plusieurs scénarios climat pour la période 2021-2050.

LE PÉRIMÈTRE DU PANORAMA DES FINANCEMENTS CLIMAT

Les dépenses structurantes en France

Chaque année, le revenu national est consacré à la formation de capital (FBCF) et aux dépenses de consommation. Le capital matériel et certains biens sont prévus pour durer des années : leur acquisition aujourd'hui structure l'économie de demain.

Produit intérieur brut



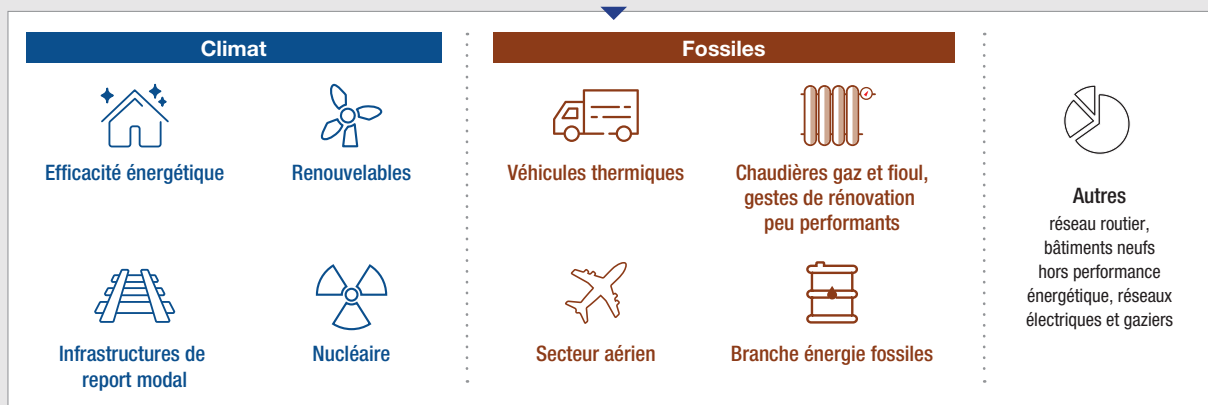
Dans trois secteurs

L'étude examine les investissements dans trois secteurs du bilan de l'énergie : les bâtiments, les transports et la branche énergie. L'industrie, l'agriculture, les déchets et la forêt ne sont pas couverts.



Investissements climat et fossiles

L'étude classe les investissements selon leur contribution à la transition bas-carbone.



@I4CE_

Les chroniques d'investissements

Définition des investissements

Le Panorama étudie la fraction de la richesse produite en France (PIB) dépensée en investissement.

- Plus spécifiquement, l'étude examine, la formation brute de capital fixe (FBCF), c'est-à-dire, en comptabilité nationale, les dépenses d'acquisition d'actifs matériels et immatériels (Eurostat, 2013). La notion d'actif tient à ce que les dépenses serviront pour produire des biens et des services pendant plus d'un an, ce qui les distingue des biens de consommation. Les actifs dont il est question dans l'étude sont des équipements matériels comme les bâtiments, les infrastructures de transport, de réseau, les chaufferies, les centrales électriques, etc.
- De plus, l'étude examine la consommation de biens dits durables, au sens où ils offrent des services aux consommateurs pendant plus d'un an. Cela inclut notamment les achats de véhicules neufs, lorsqu'ils sont réalisés par les ménages¹.

Les secteurs couverts

Cette étude ventile les investissements en secteurs, d'après la nomenclature du bilan de l'énergie et des émissions de GES au format « plan climat », qui sert de référence pour élaborer la Stratégie nationale bas-carbone et les principaux scénarios de prospective énergétique.

Le Panorama couvre :

- le **secteur du bâtiment**, qui comporte les investissements dans la construction, l'entretien et l'amélioration des logements et des bâtiments tertiaires ;
- le **secteur des transports**, qui intègre les investissements dans les infrastructures de transport et les véhicules ;
- la **branche énergie**, qui comporte les activités d'extraction, de transformation, de transport et de distribution d'énergie.

Dans cette édition de l'étude, certaines activités ne font pas encore l'objet de chroniques d'investissements, notamment les matériaux de construction, le matériel roulant ferré (trains, tramways, métros), les infrastructures fluviales et maritimes, et les bateaux motorisés.

Les secteurs de l'agriculture, de l'industrie, du traitement centralisé des déchets, et de l'utilisation des terres ne sont pas traités dans cette étude. Le manque de données rend difficile le recensement des investissements dans ces quatre secteurs. De plus, les investissements dans la recherche et développement favorables à la transition bas-carbone, qui ne se rapportent pas aux émissions d'un secteur en particulier, ne sont pas étudiés. Enfin, au-delà de l'enjeu de réduire les émissions de GES, les investissements dans l'adaptation au changement climatique ne sont pas documentés.

Les investissements climat et fossiles

Les **investissements climat** permettent de réduire les émissions de GES en France et concernent :

- l'efficacité énergétique, comme l'isolation des bâtiments, les équipements de chauffage performants et les véhicules électriques ;
- la production d'énergies renouvelables, électrique ou thermique ;
- les infrastructures de transport en commun (ferroviaire, TCU) et cyclables qui encouragent le report depuis les modes carbonés comme la voiture individuelle ;
- la production d'électricité nucléaire.

Les **investissements fossiles** concernent la production, la distribution ou la consommation de charbon, de pétrole ou de gaz naturel en France. Ces investissements retardent la transition, parce qu'ils prolongent la consommation d'énergies fossiles et font concurrence à leurs alternatives bas-carbone. Par extension, ce regroupement comprend aussi des travaux peu performants dans les bâtiments, comme le ravalement de façades ou les travaux d'étanchéité des toitures sans isolation thermique, et qui constituent des occasions manquées pour la transition.

La distinction entre investissements climat et fossiles considère les caractéristiques des équipements et se base sur :

- la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC, 2020) ;
- la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE, 2020) ;
- la nomenclature du label France Finance Verte (Greenfin) ;
- les critères énoncés par Climate Bond Initiative ;
- les critères des rapports du groupe d'experts européen (TEG 2020) sur la finance verte, préfigurant la taxonomie européenne des activités vertes ;
- le rapport sur l'impact environnemental du budget de l'Etat (2021) ;
- les comptes de l'environnement (Eurostat, 2016 et 2017) ;
- l'étude Marchés et emplois de la transition énergétique de l'ADEME (2022).

Il arrive que pour un même équipement, les documents de référence divergent sur les critères à prendre en compte, ou qu'ils formulent des critères reposant sur différentes caractéristiques des équipements étudiés. En général, nous privilégions les définitions pour lesquelles il existe des données cohérentes pour toute la période d'étude (2011-2021). L'annexe 5 détaille les mentions tirées des différents documents.

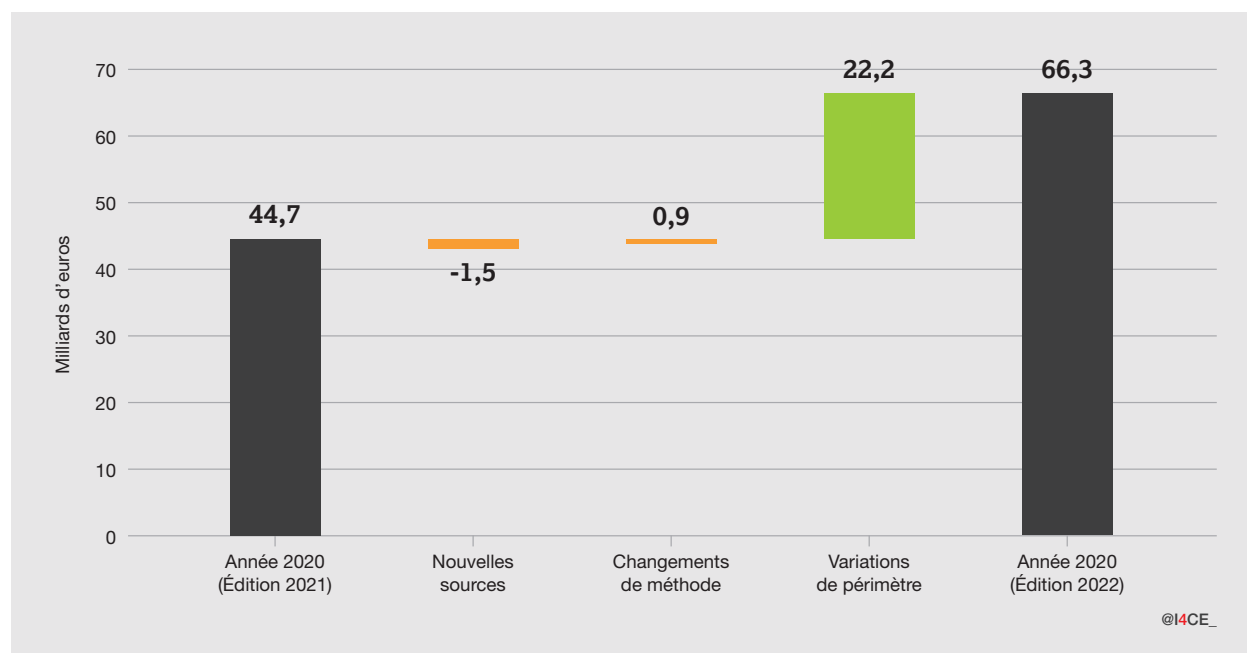
¹ Lorsqu'ils sont réalisés par les entreprises et les administrations publiques, ces achats font partie de la FBCF.

ENCADRÉ 1 : LES ÉVOLUTIONS DE PÉRIMÈTRE PAR RAPPORT À L'ÉDITION 2021

A l'occasion de cette nouvelle édition, le périmètre a été révisé de manière à mieux couvrir les investissements des secteurs du bâtiment, des transports et de l'énergie. La révision du périmètre entraîne la révision des résultats pour l'ensemble de la période 2011-2021, de sorte que la méthode reste constante. Les comparaisons entre années présentées dans cette édition sont ainsi possibles.

Du côté des investissements climat, l'étude couvre de nouveau la **performance énergétique des bâtiments neufs**, avec une nouvelle méthode couvrant les dépenses totales sur les postes à caractère énergétique des bâtiments. Cette méthode diffère de l'approche employée jusque dans l'édition 2020 du Panorama, qui consistait à retenir l'investissement supplémentaire par rapport à un bâtiment construit selon la norme RT 2005. Avec la nouvelle méthode, les investissements climat dans la performance énergétique des bâtiments neufs sont évalués à 18 milliards d'euros en 2020, tandis qu'avec l'ancienne méthode, ils auraient représenté 4,8 milliards d'euros. Par ailleurs, l'étude réintègre la **rénovation énergétique des bâtiments tertiaires** pour un montant de 4 milliards d'euros.

FIGURE 4 : VARIATIONS ENTRE LES ÉDITIONS 2021 ET 2022 – IMPACT SUR LES INVESTISSEMENTS CLIMAT RECENSÉS EN 2020



Du côté des investissements fossiles, le comptage des **véhicules thermiques** évolue. Dans l'édition 2021, les voitures thermiques étaient réparties en fonction des émissions conventionnelles mesurées à la sortie du pot d'échappement, en gCO₂/km. Dans l'édition 2022, toutes les voitures diesel, essence et hybrides non rechargeables sont considérées comme des investissements fossiles. Ce changement permet de mieux comparer les niveaux d'investissements actuels avec ceux des scénarios bas-carbone, dont le parc est ventilé en fonction de l'énergie de motorisation, et non des émissions conventionnelles de CO₂. En optant pour cette nouvelle définition, les investissements dans les voitures thermiques (motorisations essence et diesel, y.c. hybrides non-rechargeables) atteignent 38,2 milliards d'euros en 2020, contre 27,2 milliards d'euros la même année avec la définition précédente (voir **annexe 1**). En outre, dans le secteur de l'entretien-amélioration des bâtiments, certaines dépenses sur les postes énergétiques sont rattachées aux investissements fossiles lorsqu'elles sont très peu performantes. Il s'agit, par exemple, de travaux d'étanchéité sur toitures ou de ravalement de façades sans isolation thermique. Ces gestes de rénovation peu performants, évalués d'après les enquêtes OPEN et TREMI 2017 de l'ADEME, représentent 6,7 milliards d'euros en 2020. Ils ne doivent pas être confondus avec les rénovations partielles, qui décrivent l'isolation d'une partie du logement, ou la pose d'un système de chauffage performant sans isolation.

■ La mesure des dépenses

Les investissements sont recensés à leurs coûts d'acquisition. Ces coûts correspondent aux «CAPEX» (*capital expenditure*) de la comptabilité d'entreprise ou de la finance de projet. Ils sont exprimés hors taxes pour les entreprises et les administrations publiques, et toutes taxes comprises (TTC) pour les ménages.

Selon le secteur et suivant les conventions comptables qui s'y appliquent, les dépenses retenues pour acquérir et mettre en service un équipement peuvent couvrir : les études préalables, l'obtention de permis administratifs, les sondages, l'acquisition de machines ou d'équipements, le génie civil, la main d'œuvre, les vérifications, etc. Cependant, les coûts d'investissements excluent les intérêts payés pendant la période de chantier (intérêts dits intercalaires) et plus généralement le coût du financement des projets. Ceci correspond à la logique des coûts immédiats (*overnight costs*), notamment dans le calcul des coûts de production de l'électricité (LCOE, voir AIE, 2020).

Selon le secteur et suivant les conventions de comptabilité nationale, les coûts peuvent être ramenés à la date de réalisation des travaux (cas de la construction, de la rénovation des bâtiments), d'immatriculation (cas des véhicules), ou d'installation des équipements (cas des énergies renouvelables). Pour les plus grands projets comme les infrastructures de transport ou le nucléaire, les coûts sont ventilés sur plusieurs années suivant la progression des immobilisations en comptabilité d'entreprise.

Tous les investissements climat et fossiles rapportés dans l'étude pour la période 2011-2021 sont exprimés en euros courants, c'est-à-dire aux prix pratiqués à l'année de leur réalisation. L'annexe 1 permet de distinguer les variations de volumes et de prix.

■ Les principales sources

Le Panorama des financements climat agrège des informations publiquement accessibles sur les investissements climat et fossiles entre 2011 et 2021. La plupart des informations concernant les investissements climat sont tirées de l'étude « Marchés et emplois de la transition énergétique » publiée annuellement par l'ADEME et dont la dernière édition est parue en septembre 2022. Des informations complémentaires sont issues du Compte du logement, de la base de données Sitadel et du Bilan annuel du transport du Service de la Donnée et des Etudes Statistiques (SDES) du Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), des bilans économiques de la Fédération française du Bâtiment (FFB). Les budgets de l'ADEME et de l'ANAH sont examinés à partir des documents communiqués par les deux agences. Les principales sources de chaque chronique d'investissement sont énoncées dans l'annexe 1.

■ Les perspectives à court terme

Dans cette étude, nous documentons les perspectives d'évolution des investissements climat et fossiles à court terme, c'est-à-dire pour les années 2022 et 2023, relativement au niveau de 2021. Pour cela, nous nous basons sur les premières observations chiffrées disponibles pour l'année 2022 (relevés mensuels, trimestriels ou semestriels, selon les équipements concernés), d'entretiens avec des professionnels et de notre compréhension des principaux facteurs influençant les décisions d'investissement, tels que des mesures de politiques publiques prises récemment, de nature budgétaire ou réglementaire. Ces facteurs sont détaillés pour chaque secteur dans l'annexe 3.

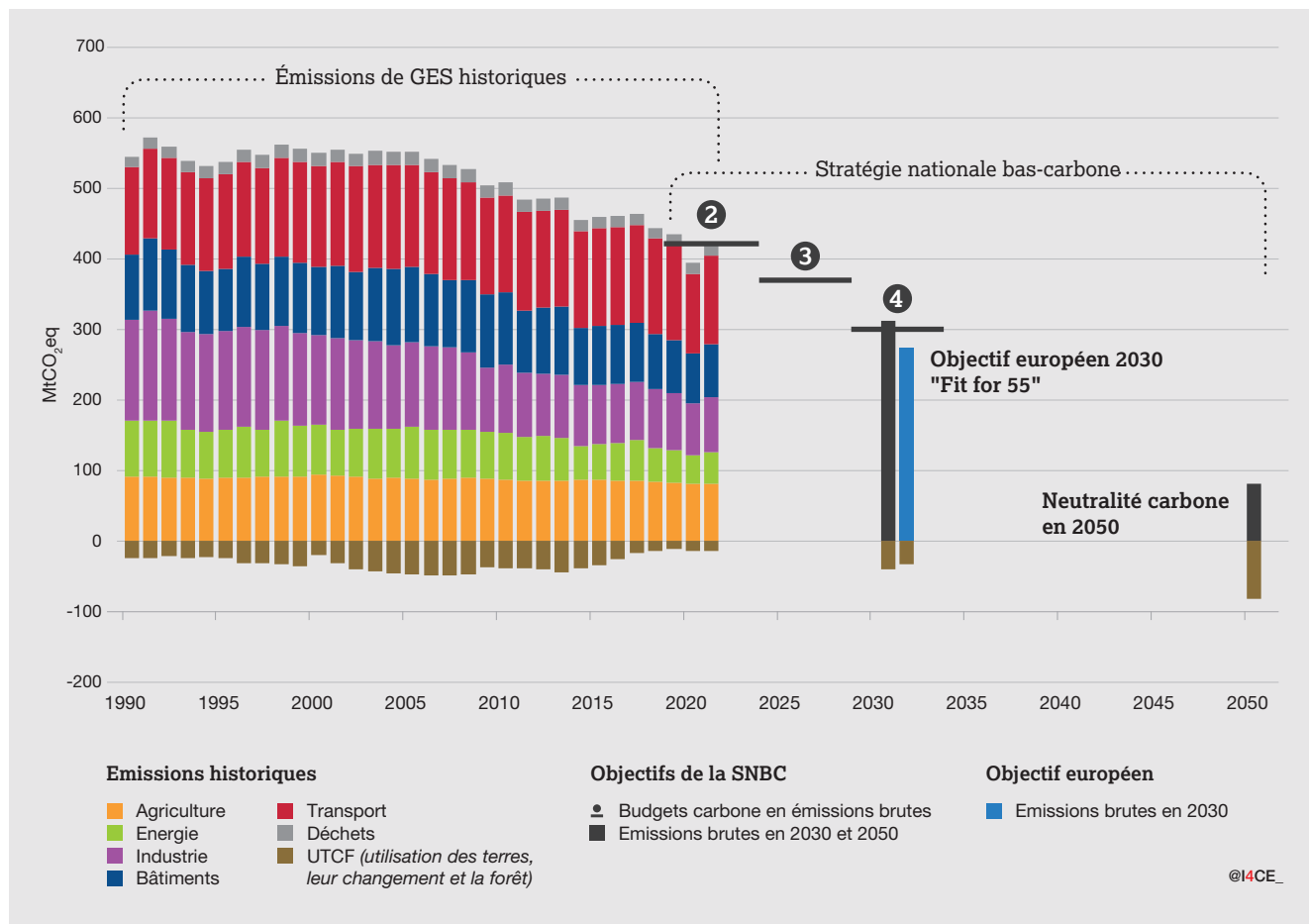
Les besoins d'investissements

Les objectifs climat

Le Panorama considère les objectifs de la France en matière de climat, en particulier celui d'atteindre, d'ici 2050, la « neutralité carbone », c'est-à-dire un équilibre entre la

quantité de gaz à effet de serre émis et celle de gaz à effet de serre absorbés par les puits. Cet objectif, repris au niveau européen, constitue la contribution nationale de l'Union européenne à l'Accord de Paris.

FIGURE 5 : ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN FRANCE (1990-2021) ET OBJECTIFS NATIONAUX (2030 ET 2050)



Sources : I4CE à partir de CITEPA, MTE, Haut Conseil pour le Climat.

Au printemps 2020, le gouvernement a adopté sa seconde Stratégie nationale bas-carbone, ainsi que les budgets carbone pour les périodes 2019-2023, 2024-2028 et 2029-2033. Les budgets carbone consistent en des plafonds d'émissions de gaz à effet de serre à ne pas dépasser au niveau national sur des périodes de 5 ans.

En juillet 2021, l'Union Européenne a adopté l'objectif de réduire les émissions nettes de gaz à effet de serre de 55 % à 2030 relativement au niveau de 1990, contre un objectif de réduire les émissions brutes de gaz à effet de serre de 40 % auparavant. Les émissions nettes tiennent compte des absorptions des émissions de gaz à effet de serre dans les puits de carbone (forêt, autres terres, produits bois, ainsi que capture et stockage de carbone).

Selon le Haut Conseil pour le Climat (2022), ce nouvel objectif européen amènera la France à réviser l'objectif de réductions des émissions de GES en 2030 par rapport à 1990, à hauteur de :

- -50 % pour les émissions brutes ;
- -54 % pour les émissions nettes.

En 2022, le gouvernement entame la révision de la stratégie française énergie-climat (SFEC), en mettant à jour la Stratégie nationale bas-carbone et la Programmation pluriannuelle de l'énergie. Cette troisième SNBC inclura l'objectif intermédiaire plus ambitieux de l'Union européenne à horizon 2030, et conservera l'objectif de neutralité carbone d'ici 2050.

■ Les scénarios climat

Pour déterminer les besoins d'investissements, le Panorama se réfère à des scénarios de neutralité carbone, en particulier :

- **au scénario «avec mesures supplémentaires»** (AMS) de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC, 2020) et de la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE, 2020). C'est le scénario «retenu par le gouvernement pour son action publique» (DGEC, 2019). Le ministère de l'écologie élabore ce scénario pour déterminer les orientations stratégiques de la SNBC, pour définir les budgets carbone de chaque secteur, et pour identifier les priorités d'action du gouvernement. Ce scénario est également communiqué aux partenaires européens et internationaux, notamment dans le cadre de l'Accord de Paris. Ce scénario se veut cohérent avec les objectifs climat, raisonnable dans la façon d'atteindre la neutralité carbone, et réaliste compte tenu de la situation actuelle et à ce qu'on peut attendre du futur (technologies, modes de vie) ;
- **aux scénarios «Transitions 2050»**, élaborés plus récemment par l'ADEME, explorent quatre chemins contrastés pour atteindre la neutralité carbone. Ce sont des «archétypes de stratégie» pour «réfléchir collectivement aux alternatives possibles, à ce qui semble plus réaliste, plus désirable», mais sans prétendre couvrir «tous les scénarios possibles» (ADEME, 2021). Ils visent notamment à délibérer de la stratégie de transition écologique, notamment pour réviser d'ici 2024 la SNBC et la PPE.

Ces scénarios sont élaborés à partir de l'objectif de neutralité carbone, en explorant, par des orientations, des récits et des modèles, les transformations économiques et sociales qui s'imposent pour y parvenir (méthode de rétroprojection ou *backcasting*). On peut débattre de ces scénarios ou envisager d'autres manières d'atteindre les mêmes objectifs climatiques, voire proposer d'autres objectifs. Cela dit, nous pensons que les scénarios retenus pour cette étude sont utiles car ils couvrent un large champ des possibles et tiennent compte de nombreuses contraintes techniques, sociales et économiques.

Les scénarios climat sont documentés à partir des principales publications et de leurs annexes (ADEME, 2021 ; DGEC, 2019). Des échanges avec les auteurs et modélisateurs des scénarios ont permis de confirmer notre interprétation des données disponibles et, le cas échéant, de solliciter des données complémentaires.

■ Les trajectoires d'investissements

Les trajectoires d'investissements sont dérivées des scénarios climat, en multipliant le nombre d'équipements déployés (volumes) par les coûts unitaires anticipés.

- Dans chaque secteur couvert par l'étude, et pour chaque scénario, nous recensons le nombre et les caractéristiques des équipements déployés pour réduire les émissions, par exemple : le nombre de logements rénovés, les capacités éoliennes ou solaires installées, les programmes de développement ou de régénération

des infrastructures de transport. Nous nous appuyons sur l'expertise des modélisateurs et de précédents travaux afin de ne pas omettre des équipements cruciaux dans la transformation de chaque secteur.

- Nous attribuons des coûts unitaires aux équipements. Ces coûts sont projetés à partir de leurs niveaux observés sur la période récente, c'est-à-dire entre 2015 et 2020. Lorsque les sources récentes ne précisent pas l'année pour laquelle elles ont observé les coûts, nous supposons que les prix n'ont pas évolué au cours de la période 2015-2020. Généralement, nous considérons que les coûts sont constants, sauf lorsque les caractéristiques des équipements évoluent (exemple : batteries de plus en plus capacitaires pour les véhicules électriques) ou lorsque les sources de référence anticipent une évolution des coûts liés aux progrès techniques ou aux économies d'échelle spécifiques à l'équipement (exemple : baisse du coût du kW solaire). En revanche, nous ne nous prononçons pas sur la variation des composantes transversales des coûts d'investissements (exemple : coût de la main d'œuvre, du capital, de l'énergie). Ainsi, les trajectoires d'investissements sont formulées en euros constants.

Cette démarche additive permet de bien faire le lien entre les transformations spécifiques à chaque secteur et leurs conséquences économiques. Toutefois, elle ne comprend pas de bouclage macroéconomique.

■ Les cibles et les besoins d'investissements

Dans cette édition, le Panorama compare les niveaux d'investissements actuels et les trajectoires issues des scénarios climat pour les périodes 2021-2030 et 2031-2050. Pour chacune de ces périodes, les cibles d'investissements sont établies d'après la moyenne des investissements annuels de chaque période. Ceci signifie que pour atteindre les objectifs climat d'après le scénario climat, les investissements doivent se situer en moyenne, au cours de la période, au niveau de la cible. Ainsi, les retards d'investissements peuvent être compensés par un dépassement au cours des années suivantes, et les investissements éventuellement supérieurs à la cible peuvent parer à des difficultés futures.

Nous nous efforçons de constituer des trajectoires comparables en volumes et en prix à celles que l'on observe pour la période historique, ce qui nous amène à effectuer des ajustements au moment de comparer les chroniques historiques avec les besoins (voir [annexe 4](#)).

Dans certains secteurs, certains scénarios n'envisagent pas plus de dépenses, mais impliquent de changer la nature des projets entrepris. Par exemple, les dépenses de rénovation énergétique peuvent se concentrer sur des opérations globales plutôt que sur des travaux par étapes. Lorsque ces écarts ne sont pas mesurables quantitativement, nous les signalons dans le commentaire des résultats.

TABLEAU 1 : LES SECTEURS D'INVESTISSEMENT

Secteurs du bilan de l'énergie	Secteurs de l'étude	Investissements climat	Investissements fossiles	Autres investissements
Bâtiments	Construction	Performance énergétique de la construction	-	Construction hors performance énergétique
	Entretien-amélioration	Rénovation énergétique : gestes performants	Rénovation énergétique : chaudières gaz et fioul, gestes peu performants	Travaux connexes Autre entretien-amélioration
Transports	Véhicules	Véhicules bas-carbone	Véhicules thermiques	-
	Infrastructures	Infrastructures de report modal : ferroviaire, TCU, réseau cyclable et infrastructures pour carburants alternatifs	Aéroports et matériel de transport aérien	Réseau routier
Branche énergie	Energies renouvelables	Renouvelables électriques, renouvelables thermiques, réseaux de chaleur, bioraffineries	-	-
	Nucléaire	EPR et Grand carénage	-	-
	Energies fossiles	Capture et stockage du carbone	Electricité fossile Raffineries et oléoducs	-
	Réseaux et flexibilité	Flexibilité : électrolyse, méthanation et batteries statiques	Terminaux méthaniers	Réseaux électriques et gaziers
✖ Non couvert		Agriculture, industrie, traitement centralisé des déchets, utilisation des terres, adaptation au changement climatique		

ENCADRÉ 2 : LES TERMES DE LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

La rénovation énergétique désigne les travaux sur les postes à caractère énergétique d'un bâtiment : les murs, le plancher, la toiture, les ouvertures, les systèmes de chauffage, de ventilation et de régulation. Chaque geste de rénovation est classé selon des critères de performance établis par les enquêtes OPEN et TREMI de l'ADEME, portant par exemple sur la résistance thermique des parois ou le rendement des chaudières.

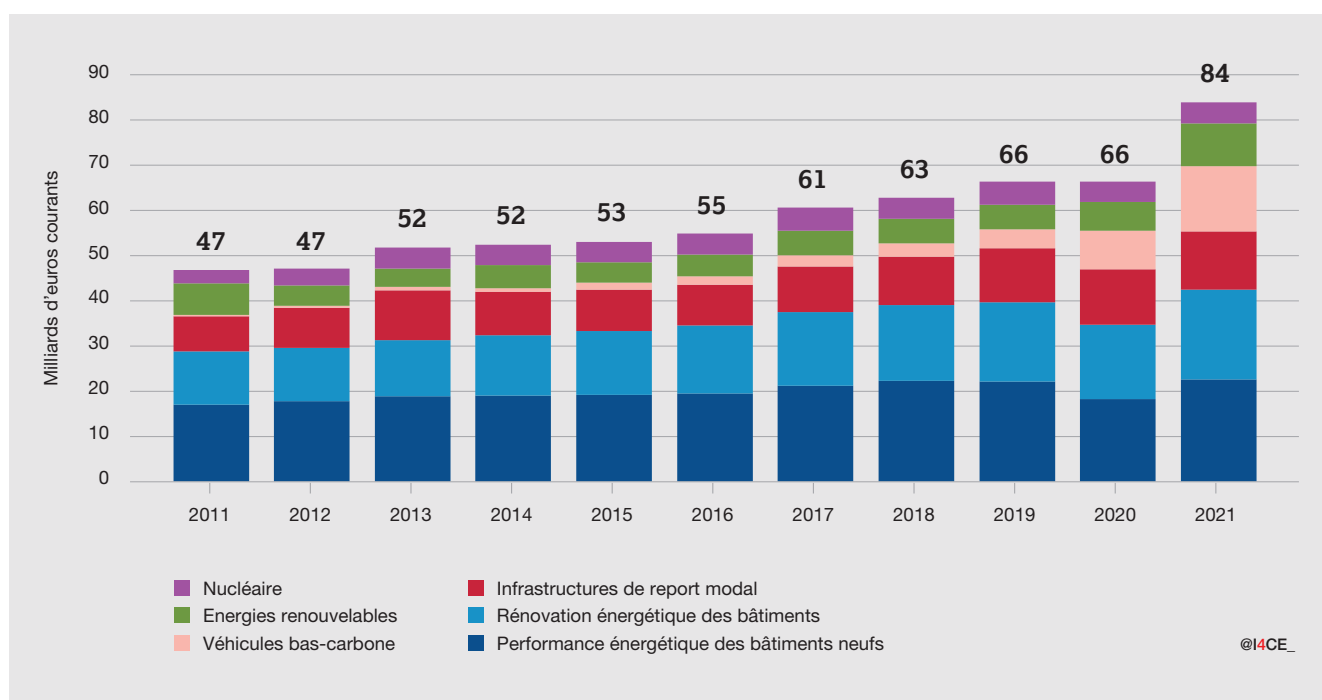
Les *gestes performants*, qu'ils aient lieu dans des projets de rénovation partielle, c'est-à-dire qui n'isolent qu'une partie du logement, ou remplacent un système de chauffage sans isoler, ou dans des projets de *rénovation globale*, cumulant plusieurs gestes jusqu'à traiter tous les postes du logement, sont considérés comme des investissements climat.

La pose de chaudières gaz basse température et de chaudières fioul, ainsi que des *gestes peu performants*, par exemple le ravalement de façade ou la réfection de toiture sans isolation thermique, sont considérés comme des investissements fossiles.

INVESTISSEMENTS CLIMAT : UN SURSAUT ENCORE FRAGILE

Après un léger ralentissement en 2020, les investissements climat sont en nette hausse en 2021, et atteignent 84 milliards d'euros. Ils bénéficient de la reprise économique, de l'augmentation des financements publics, et des mesures réglementaires. Les investissements climat augmenteraient à court terme, mais sont de plus en plus confrontés au renchérissement des matériaux et à la crise des prix des énergies.

FIGURE 6 : LES INVESTISSEMENTS CLIMAT EN FRANCE PAR SECTEUR



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

Une nette augmentation des investissements climat en 2021

En 2021, les investissements climat ont fortement augmenté et s'élèvent à 84 milliards d'euros, soit +18 milliards d'euros par rapport à l'année précédente. La forte croissance concerne tous les secteurs, à l'exception des infrastructures de report modal et du nucléaire.

Ce sursaut des investissements climat est d'abord lié au décalage des projets retardés en 2020. En effet, le confinement au printemps avait provoqué un arrêt temporaire de certains chantiers d'infrastructures de transport, de construction neuve et de rénovation énergétique de bâtiments, ainsi que d'installation de capacités de production d'énergies renouvelables. Dès la fin de l'année 2020, et plus encore en 2021, la reprise économique et la fin des principales restrictions sanitaires

ont permis à ces secteurs de terminer les projets reportés en investissant davantage.

De plus, certains investissements bénéficient de soutiens publics renforcés, comme la rénovation énergétique des logements, ou encore l'acquisition de voitures bas-carbone. Les ménages ont bénéficié de 5,1 milliards d'euros de subventions de la part de l'Etat (en particulier MaPrimeRénov' et Habiter Mieux), ainsi que de prêts aidés (éco-prêt à taux zéro), soit 1,8 milliard d'euros de plus par rapport à l'année 2020. Dans la rénovation énergétique, les investissements ont également augmenté dans le parc tertiaire, grâce à un soutien accru de l'Etat aux travaux sur le parc de bâtiments publics dans le cadre du plan de relance. Les pouvoirs publics ont aussi davantage

dépensé dans le secteur des transports. Notamment, l'Etat a versé un montant de bonus écologique au total plus élevé, mais surtout l'Etat et les collectivités territoriales ont augmenté les subventions versées à SNCF Réseau, ce qui a permis au gestionnaire du réseau ferroviaire d'accroître momentanément les investissements par rapport à 2020.

En outre, la réglementation déclenche davantage d'investissements, surtout dans les véhicules bas-carbone. Les constructeurs automobiles avaient anticipé l'entrée en vigueur de la réglementation européenne des émissions de CO₂ pour les voitures neuves, les poussant à proposer des modèles bas-carbone sur le marché. Par ailleurs, la mise en place de zones à faibles émissions et l'obligation de verdissement des flottes incitent les acheteurs à privilégier

les motorisations électriques ou hybrides rechargeables. Ainsi, la part des véhicules électriques et hybrides dans les ventes de voitures neuves s'élève à 18 % en 2021, alors qu'elle n'était que de 11 % en 2020 (CGDD/SDES, 2022).

Enfin, et dans une moindre mesure, l'augmentation des investissements climat découle de la poursuite ou de la montée en puissance de certains grands projets. Les chantiers en cours sur les parcs éoliens en mer tirent les investissements à la hausse, tout comme les travaux du Grand Paris Express ou encore ceux du « Grand Carénage » du parc nucléaire. Ces différents grands chantiers, réunis, ont contribué à la progression des investissements climat de l'ordre de 1,4 milliard d'euros en 2021 par rapport à 2020.

ENCADRÉ 3 : LA CROISSANCE DES INVESTISSEMENTS CLIMAT EST SURTOUT DUE À LA PROGRESSION DU NOMBRE D'ÉQUIPEMENTS INSTALLÉS, MALGRÉ DES GRANDS PROJETS PLUS CÔUTEUX QU'INITIALEMENT PRÉVUS

Sur un échantillon représentant près de 90 % des investissements climat réalisés en 2021, les prix ont crû en moyenne de 3 % par rapport à 2020 (voir annexe 2). Ainsi, même si la hausse du prix des équipements a contribué à l'augmentation des investissements climat, celle-ci est surtout due à la progression des volumes. Les ménages, les entreprises et les pouvoirs publics ont immatriculé davantage de véhicules bas-carbone, installé plus de panneaux solaires photovoltaïques, et ont réalisé un nombre plus élevé de gestes de rénovations énergétiques que les années précédentes.

Cette évolution moyenne masque des variations plus contrastées par secteur. Les prix ont particulièrement augmenté dans les secteurs du bâtiment et des infrastructures de transport, parce que le coût des matériaux a fortement augmenté en 2021, principalement à cause de tensions d'approvisionnement. Dans d'autres secteurs, les prix ont diminué, notamment en ce qui concerne les installations de panneaux solaires photovoltaïques et les immatriculations de voitures particulières électriques. Une telle évolution s'explique par des effets de composition. En effet, la part des grandes centrales solaires photovoltaïques dans les nouvelles installations s'est accrue, alors que ces grandes centrales représentent des coûts rapportés au mégawatt plus faibles que les installations sur ombrières ou toitures. De même, la part des voitures électriques à bas prix dans les ventes s'est accrue, avec l'apparition de nouveaux modèles économiques sur le marché.

Par ailleurs, le coût de certains grands projets est révisé au fur et à mesure des réalisations. Par exemple, le Grand Paris Express et l'EPR de Flamanville ont requis plus d'investissements que ce qui avait été estimé lors de leurs mises en chantier respectives. Ces révisions à la hausse représentent 1,8 % des investissements climat sur la période 2011-2021.

Au total, mesurés en euros constants, les investissements climat ont progressé de 71 % entre 2011 et 2021. Ils représentaient 2,2 % du PIB en 2011, et 3,6 % en 2021. Ainsi, une part croissante de la richesse nationale est consacrée aux investissements climat.

A court terme, une croissance fragile des investissements climat

En 2022 et 2023, les investissements climat augmenteraient modérément, les tendances d'investissements étant positives dans plusieurs secteurs.

Les premières données disponibles pour l'année 2022 indiquent que davantage de véhicules électriques sont immatriculés (CGDD/SDS, 2022), que davantage de bâtiments neufs sont construits, donnant lieu à davantage d'investissements dans la performance énergétique des bâtiments neufs (CGDD/SDS, 2022), ou dans les équipements de chauffage performants (Observ'ER, 2022). La réglementation reste favorable à l'augmentation des investissements climat, en particulier dans le secteur des véhicules bas-carbone. Le gel des loyers des passoires thermiques depuis août 2022 et l'entrée en vigueur progressive de l'interdiction de louer des logements très mal classés au niveau énergétique amèneront davantage de propriétaires bailleurs à rénover leurs logements économes. La croissance programmée des investissements, en particulier dans l'éolien offshore et dans les infrastructures de transports en commun, alimentera la croissance des investissements climat.

Toutefois, le rythme de croissance n'atteindra pas celui observé en 2021. L'effet de rattrapage post-Covid va se tasser dès 2022. En effet, la progression des investissements climat n'avait pas pu se produire en 2020 à cause des restrictions sanitaires, et s'est essentiellement reportée sur l'année 2021.

En outre, certaines filières sont en manque de personnel pour répondre à la demande, notamment dans le bâtiment. Depuis septembre 2021, 60 % des entreprises du secteur déclarent rencontrer des difficultés de recrutement (Banque de France, 2022). Les approvisionnements en matériaux font également défaut. A budget constant, certains acteurs révisent à la baisse le volume des travaux engagés, comme dans les infrastructures ferroviaires ou les énergies renouvelables.

De plus, la hausse sans précédent des prix des énergies ne conduit, pour le moment, qu'à des investissements opportunistes. Ainsi, dès l'hiver 2021-2022, les ménages et les petites entreprises qui remplaçaient un équipement de chauffage ont privilégié des chaudières à bois ou des pompes à chaleur, afin de soulager immédiatement leur facture énergétique, sans engager des travaux d'isolation plus ambitieux. Ils s'orientent aussi davantage vers les véhicules électriques en réaction aux prix de carburants pétroliers élevés. En revanche, l'augmentation des prix des énergies ne semble pas avoir déclenché d'importants investissements climat de la part des entreprises. En effet, beaucoup restent attentistes, convaincus que les prix finiront par retomber. De plus, la hausse des prix est soudaine, tandis que les grands projets d'investissement nécessitent une longue préparation (études, autorisations...). Enfin, la hausse des factures énergétiques est parfois si forte qu'elle enrayer la dynamique des investissements en privant les ménages et les entreprises de leurs capacités de financement.

TABEAU 2 : INVESTISSEMENTS CLIMAT : RÉALISATIONS EN 2021, PERSPECTIVES À COURT TERME (2022-2023)

(En milliards d'euros)	Investissements en 2021	Evolution par rapport à 2020	Perspectives 2022-2023 *	
Performance énergétique des bâtiments neufs	22,5	+4,4 (+24 %)	En augmentation	↗
Rénovation énergétique des bâtiments	19,9	+3,3 (+20 %)	En augmentation	↗
Infrastructures de report modal	12,9	+0,7 (+5 %)	En augmentation	↗
Véhicules bas-carbone	14,4	+5,8 (+68 %)	En augmentation	↗
Energies renouvelables	9,5	+3,2 (+52 %)	Stables	→
Nucléaire	4,6	+0,1 (+2 %)	Stables	→
Ensemble des investissements	83,9	+17,6 (+27 %)	En augmentation	↗

*Les perspectives sont formulées en euros courants.

L'état des investissements climat par secteur



PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS NEUFS : rattrapage des retards sur les chantiers interrompus en 2020

Les investissements ont fortement augmenté en 2021, de l'ordre de 24 %. Cette augmentation s'explique avant tout par la reprise des chantiers de construction des logements et des bâtiments tertiaires, fortement perturbés en 2020 par la crise sanitaire. La croissance des prix (+5 %) explique dans une moindre mesure l'augmentation des investissements en 2021. Toujours soumis à la RT 2012, la performance énergétique moyenne des bâtiments n'a pas évolué.

En 2022 et 2023, les investissements dans la performance énergétique des bâtiments neufs continueraient à croître. À partir des données d'autorisations et de mises en chantier

communiquées par le SDES (2022), le volume de surfaces construites augmenterait légèrement à court terme. Mais la croissance des investissements serait surtout portée par l'augmentation des prix, du fait de la forte inflation dans les matériaux de construction. L'augmentation de la performance des nouveaux bâtiments construits sous la nouvelle réglementation thermique (RE 2020) contribuerait légèrement à l'augmentation des investissements, surtout dans le résidentiel à court terme, avec des coûts supplémentaires à prévoir sur les postes énergétiques.



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS : malgré la croissance des investissements tirée par les aides d'Etat, les rénovations globales demeurent peu nombreuses

Les investissements ont rebondi et s'élèvent à 19,9 milliards d'euros. De nombreux chantiers avaient été interrompus en 2020, surtout dans le secteur des bâtiments tertiaires, à cause des périodes de restriction sanitaire. Dans le segment des logements privés, ce sont surtout les équipements de chauffage (pompes à chaleur, appareils de chauffage au bois, chaudières gaz à très haute performance) qui tirent les investissements à la hausse. Le dispositif de soutien MaPrimeRénov' a contribué à cette augmentation des investissements, notamment avec l'extension des aides aux propriétaires bailleurs. Cependant, malgré cette hausse, les investissements dans la rénovation énergétique ne permettent pas d'améliorer suffisamment la performance thermique des bâtiments. Les ménages, mais aussi les entreprises et les administrations publiques, ne coordonnent pas les gestes de rénovation réalisés au sein d'un même bâtiment, dans la perspective d'atteindre à terme le niveau basse consommation.

Au global, les investissements dans la rénovation énergétique augmenteraient légèrement en 2022 et 2023, mais se concentreraient essentiellement dans les équipements de chauffage. L'augmentation du prix des énergies amorcée fin 2021, même si contenue par les mesures de bouclier tarifaire, pousse les ménages à privilégier des appareils plus performants lors du remplacement de leurs équipements de chauffage. Toutefois, les ménages ne vont pas initier davantage de travaux lourds et ambitieux, notamment en matière d'isolation, à cause de l'augmentation du coût des matériaux et de la stabilité du niveau des aides. Le marché de la rénovation globale n'augmenterait donc toujours pas, faute de solutions de financement et d'accompagnement des ménages suffisantes. Sur le marché tertiaire, la mise en œuvre du dispositif éco énergie tertiaire, qui oblige les propriétaires du parc tertiaire à réduire de 40 % leur consommation d'énergie à horizon 2030, permettrait une légère augmentation des investissements dans le secteur à court terme.



INFRASTRUCTURES DE REPORT MODAL : des investissements en croissance en 2021, mais aussi en 2022 et 2023

Les investissements sont repartis à la hausse, ils ont augmenté de 5 % par rapport à 2020. Les investissements dans l'entretien et la modernisation du réseau ferroviaire et des transports en commun ont augmenté, après une année 2020 où les chantiers ont dû être interrompus lors du premier confinement. De plus, SNCF Réseau a bénéficié des aides accordées aux infrastructures ferroviaires dans le cadre du plan de relance et de la reprise partielle de la dette par l'Etat, ce qui lui a permis d'augmenter ponctuellement ses investissements tout en restaurant la trésorerie et en limitant le recours à l'emprunt (SNCF Réseau, 2022). Le projet du Grand Paris Express monte en puissance et mobilise de plus en plus d'investissements. Les ménages, entreprises et collectivités ont également installé davantage de bornes électriques par rapport aux années précédentes.

À court terme, les investissements augmenteraient légèrement. La diminution programmée des investissements de la part de SNCF Réseau (-0,4 milliard d'euros en 2022 et 2023 par rapport à 2021) sera plus que compensée par la montée en puissance des travaux dans le Grand Paris Express (+1,8 milliard d'euros en 2022 par rapport en 2021). Bien que SNCF Réseau investisse bien à hauteur de l'enveloppe financière prévue en valeur dans le contrat passé avec l'Etat, le gestionnaire du réseau est contraint, à cause de l'inflation élevée, de revoir à la baisse le volume de rénovation de ses voies ferroviaires. De plus, la perspective de rétablir durablement les comptes à l'équilibre limite ses capacités d'investissements. Dans les infrastructures de transport en commun urbain hors Ile-de-France, les investissements augmenteraient légèrement, notamment

grâce aux financements accordés dans le cadre de l'appel à projets « Transports collectifs en site propre et pôles d'échanges multimodaux » paru en 2021. Mais les Autorités Organisatrices de Mobilités comme Ile-de-France Mobilités sont confrontées à des difficultés économiques (Cour des Comptes, 2022). Notamment, la baisse de fréquentation liée à un recours accru au télétravail pèse sur leurs budgets de fonctionnement, ce qui pourrait les amener à revoir à la

baisse leurs investissements à moyen terme. Les collectivités territoriales investiraient au même niveau qu'observé en 2021 dans les aménagements cyclables, d'après les premières données disponibles pour l'année 2022. Les investissements dans les bornes de recharge électrique et les stations GNV augmenteraient légèrement en 2022 et 2023, en lien avec la hausse des immatriculations des véhicules bas-carbone.



VÉHICULES BAS-CARBONE : une augmentation conséquente des investissements en 2021, mais la croissance des immatriculations ralentit à court terme

Les investissements ont encore fortement augmenté (+5,8 milliards d'euros). Sur le segment des voitures particulières, la réglementation européenne pousse les constructeurs à vendre davantage de modèles électriques en proportion, et notamment des voitures citadines moins chères à l'achat que ce qui était proposé jusqu'à présent. La densification du réseau de bornes électriques, l'augmentation de l'autonomie des véhicules, et le maintien des aides à l'achat pour les véhicules légers, comme le bonus automobile, convainquent les ménages et les entreprises d'opter pour des motorisations bas-carbone. Sur les autres segments des véhicules, l'évolution est contrastée : alors que les immatriculations ont été plutôt stables pour les véhicules utilitaires légers électriques et GNV, elles ont fortement augmenté dans le segment des autobus et poids lourds bas-carbone. De même, les investissements dans les vélos ont augmenté, portés par l'essor des ventes de vélos à assistance électrique.

En 2022 et 2023, les investissements continueraient à augmenter, mais moins rapidement qu'observé lors des années précédentes. La tendance reste positive grâce aux politiques publiques en vigueur, en particulier la réglementation européenne et les aides à l'acquisition (bonus, primes à la conversion), mais aussi grâce au déploiement de stations de recharge. De manière plus conjoncturelle, le prix élevé des carburants pétroliers pousse les acheteurs, surtout les ménages, à préférer les voitures électriques à leurs alternatives diesel ou essence. Toutefois, l'augmentation du coût des véhicules et l'allongement des délais de livraison, notamment lié à la pénurie de semi-conducteurs, incitent les gestionnaires de flottes à retarder le remplacement de leurs véhicules, et donc retardent le verdissement des flottes, malgré les différentes mesures réglementaires en faveur des véhicules bas-carbone (Zones à faibles émissions, obligations de renouvellement vert des flottes de véhicules).



ÉNERGIES RENOUVELABLES : une activité dynamique en 2021, une stabilité des investissements à court terme

Les investissements s'élèvent à 9,5 milliards d'euros en 2021, soit une progression de 3,2 milliards d'euros par rapport à 2020. Alors qu'ils sont constants dans l'éolien terrestre, ils ont fortement augmenté dans le solaire, l'éolien en mer, l'injection de biométhane et les réseaux de chaleur. Dans l'éolien en mer, les différents chantiers lancés ces deux dernières années montent en puissance et ont mobilisé davantage d'investissements qu'en 2021. Dans le solaire, bien plus de capacités ont été raccordées en 2021, avec une nette augmentation des installations des grandes centrales solaires au sol. Cette progression découle des résultats des appels d'offres de la CRE, mais aussi d'un effet de rattrapage de l'année 2020 marquée par la crise sanitaire, engendrant des retards dans la concrétisation des projets de production photovoltaïque. La croissance des investissements dans l'injection de biométhane s'est concentrée dans la méthanisation agricole en 2021. Les projets de création et d'extension des réseaux de chaleur

mobilisent plus d'investissements grâce aux aides engagées dans le cadre du Fonds Chaleur de l'ADEME.

Toutefois, à court terme, les investissements dans les renouvelables vont sûrement rester à un niveau stable. Certes, les chantiers éoliens en mer devraient tirer les investissements à la hausse, mais les développeurs de projets sont confrontés à des difficultés structurelles. Les développeurs sont confrontés à des manques de foncier disponible pour l'implantation des moyens de production d'électricité renouvelable, et surtout pour les projets éoliens terrestres, font face à des oppositions locales, retardant la mise en œuvre des projets. Mais ils sont aussi confrontés à des difficultés conjoncturelles. Avec l'augmentation actuelle du coût du matériel, les projets ne sont plus aussi rentables qu'espérés au regard des tarifs d'achat contractualisés avec l'Etat, non indexés sur l'inflation, ce qui poussent les développeurs de projets éoliens, solaires ou d'injection de biométhane à l'attentisme.



NUCLÉAIRE : un niveau des investissements stables entre 2020 et 2023

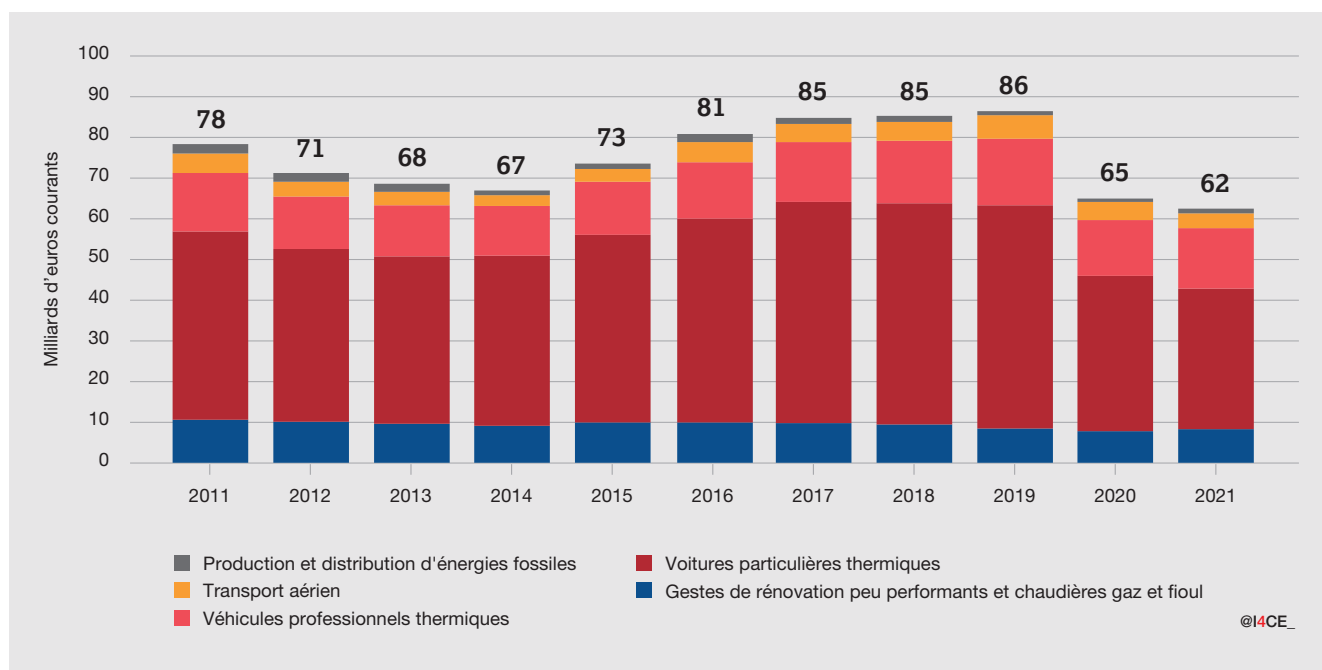
Les investissements sont restés stables, ils s'élèvent à 4,6 milliards d'euros en 2021. Les investissements dans le programme de maintenance du parc nucléaire existant, dit programme de « Grand Carénage » ont légèrement progressé. Quant à l'EPR de Flamanville, les investissements

diminuent légèrement en 2021, et seraient encore plus faibles dans les deux prochaines années, du fait de sa mise en service prévue au deuxième trimestre 2023. Au total, les investissements resteraient plutôt stables dans les années à venir.

LE DÉCROCHAGE DES INVESTISSEMENTS FOSSILES SE PROLONGE MAIS LEUR REBOND RESTE POSSIBLE

Après une année 2020 de chute, les investissements fossiles ont légèrement diminué et atteignent 62 milliards d'euros en 2021, tirés à la baisse par le recul des immatriculations dans les voitures thermiques. A court terme, les investissements fossiles se contracteraient légèrement, mais un rebond à moyen terme est toujours possible. Quant au futur des investissements entrepris en urgence pour sécuriser l'approvisionnement gazier et électrique, il dépend surtout de la poursuite des investissements climat dans les années à venir.

FIGURE 7 : LES INVESTISSEMENTS FOSSILES EN FRANCE PAR SECTEUR



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

Des investissements fossiles bien en-deçà des niveaux d'avant-crise

Après une forte chute en 2020 à cause de la crise sanitaire, les investissements fossiles sont en légère baisse en 2021. Cette baisse des investissements fossiles provient essentiellement de la baisse des immatriculations de voitures particulières essence et diesel. Depuis la crise sanitaire, l'offre automobile est fortement perturbée par la pénurie de semi-conducteurs. Les voitures thermiques sont de plus en plus concurrencées par les voitures bas-carbone grâce aux différentes politiques publiques mises en place. De plus, les investissements dans le secteur aérien sont encore en baisse, le transport aérien étant fortement impacté par la chute du trafic du fait de la crise sanitaire.

La diminution des investissements fossiles en 2021 a été atténuée par l'évolution des prix, qui ont augmenté de 2 % par rapport à 2020. Cette augmentation des prix reflète surtout les augmentations de prix des véhicules achetés par les ménages et les entreprises.

La France n'est pas à l'abri d'un rebond à moyen terme

Les premiers indicateurs révèlent que les investissements fossiles continueraient à se contracter légèrement à court terme. Les tensions d'approvisionnement en semi-conducteurs limitent les volumes de production, et par conséquent les ventes de véhicules thermiques. Mais les différentes réglementations contribuent également à la réduction des investissements fossiles. La réglementation européenne contraint les constructeurs automobiles à vendre, en proportion, moins de voitures thermiques, tandis que le récent décret sur les équipements de chauffage se traduirait par un fort ralentissement des installations de nouvelles chaudières au fioul.

Cependant, les conditions d'un rebond au milieu de la décennie sont toujours possibles. Le retour à une période de prix stables et le rétablissement des circuits d'approvisionnement pourraient donner lieu à une reprise à la hausse des investissements dans les véhicules thermiques,

reprise qui sera toutefois plafonnée par les mesures réglementaires.

De plus, si la France n'arrive pas à couvrir ses besoins en énergie dans les mois et les années à venir, notamment à cause de la crise géopolitique avec la Russie, elle risque d'investir davantage dans des infrastructures lui permettant d'assurer son approvisionnement en énergies fossiles, en particulier en gaz naturel. Cela dépendra entre autres de la poursuite des investissements climat. Ces derniers, entraînant des économies d'énergie ou des capacités nouvelles de production d'énergie bas-carbone, abaisseront la dépendance de la France vis-à-vis des énergies fossiles. Mais si jamais les investissements climat ne progressent pas dans les années à venir, voire régressent, les investissements dans l'acheminement d'énergies fossiles risquent d'augmenter à nouveau.

TABEAU 3 : INVESTISSEMENTS FOSSILES : RÉALISATIONS EN 2021, PERSPECTIVES À COURT TERME (2022-2023)

(En milliards d'euros)	Investissements en 2021	Evolution par rapport à 2020	Perspectives 2022-2023 *	
Voitures particulières thermiques	34,4	-3,8 (-10 %)	En baisse	↘
Véhicules professionnels thermiques	14,9	+1,3 (+10 %)	En baisse	↘
Transport aérien	3,5	-0,9 (-21 %)	En augmentation	↗
Gestes de rénovation peu performants et chaudières gaz et fioul	8,3	+0,6 (+8 %)	Stables	→
Production et distribution d'énergies fossiles	1,3	+0,4 (+50 %)	Stables	→
Ensemble des investissements	62,5	-2,3 (-4 %)	En baisse	↘

*Les perspectives sont formulées en euros courants."

L'état des investissements fossiles par secteur



VOITURES PARTICULIÈRES THERMIQUES : la réglementation et les contraintes d'approvisionnement ralentissent les investissements

Les investissements ont baissé malgré la légère augmentation des prix. Les difficultés d'approvisionnements en semi-conducteurs ont perturbé l'offre automobile. A l'échelle mondiale, le déficit de production dû aux difficultés d'approvisionnement s'élèverait à 7,7 millions de véhicules (AlixPartners, 2021). Les multiples interruptions de fabrication de ces puces électroniques dans les pays asiatiques, en particulier en Chine, ont contraint les fabricants de fermer des lignes de production. Les délais de mise en vente ont donc été rallongés. En 2021, les constructeurs n'ont pu satisfaire le niveau de la demande en véhicules thermiques.

Ce déficit d'offre se prolongerait au moins jusqu'en 2023, ce qui donnerait donc lieu à une diminution des immatriculations. Les immatriculations de voitures thermiques ont diminué

de 18 % sur les huit premiers mois de l'année 2022 par rapport à la même période en 2021 (SDES, 2022). Les investissements dans les véhicules fléchissent à cause des perturbations d'approvisionnement en semi-conducteurs provoquées par la crise sanitaire. Les professionnels du secteur automobile prévoient un retour à la normale en 2024. De plus, la réglementation européenne impose aux constructeurs de vendre moins de voitures diesel et essence en proportion. Toutefois, l'augmentation des prix des voitures thermiques impactée par l'augmentation du coût des matériaux, dont l'acier, atténuerait la baisse du montant des investissements. L'indice des prix à la consommation sur les voitures a crû de 5,4 % entre décembre 2021 et août 2022 (INSEE, 2022).



VÉHICULES PROFESSIONNELS THERMIQUES : une baisse des investissements attendue à court terme

Les investissements ont augmenté de 10 %, sans atteindre le niveau d'avant crise. La reprise des ventes de véhicules et l'amélioration des perspectives d'activité de la part des entreprises ont contribué à l'augmentation des investissements fossiles. Dans ce segment, les motorisations bas-carbone concurrencent moins leurs équivalentes thermiques, l'offre étant moins développée, surtout pour le transport lourd de marchandises, la technologie étant moins performante étant donné le besoin d'autonomie et le poids des véhicules. De plus, la réglementation européenne prévoit des sanctions financières sur les émissions conventionnelles émises par les poids lourds neufs à compter de 2025 uniquement (Commission européenne, 2019).

En 2022 et 2023, les investissements diminueraient. Comme pour le segment des voitures particulières, les premières données d'immatriculations indiquent des investissements

en baisse pour l'année 2022, surtout dans les segments des véhicules utilitaires légers et des autobus. Par rapport à l'année 2021, les constructeurs peinent à répondre à la demande de véhicules. L'allongement des délais de livraison à cause de la pénurie de matériaux retarde la mise en circulation de véhicules neufs. Les entreprises ont tendance à retarder le renouvellement de leurs véhicules dans une période d'augmentation générale des coûts. L'augmentation des parts de marché des VUL électriques, grâce aux réglementations en vigueur, et des autobus bas-carbone commandés par les collectivités, contribueraient à la légère baisse des immatriculations. Alors que les volumes diminueraient, les prix augmenteraient en 2022 et 2023, les constructeurs automobiles répercutant la hausse du coût des matériaux sur le prix de vente.



TRANSPORT AÉRIEN : des investissements en baisse en 2021, avant un rebond des investissements sur les deux prochaines années en lien avec la reprise du trafic aérien

Le volume d'investissements a fortement diminué dans le prolongement de l'année 2020. Avec un trafic aérien à un niveau plus faible prévu que celui prévu avant la crise sanitaire, les gestionnaires d'aéroports et les compagnies aériennes ont dû fortement diminuer leurs investissements pour tenir compte du niveau plus faible des recettes d'exploitation et pour préserver leur trésorerie.

Toutefois, la visibilité accrue sur les prévisions de croissance du trafic les amène à prévoir des investissements à la hausse en 2022 et 2023. Aéroports de Paris (2022) prévoit notamment d'augmenter de l'ordre de 100 à 350 millions

d'euros ses investissements annuels par rapport à ceux réalisés en 2021, sans toutefois revenir au niveau d'avant crise. Dans la même logique, les compagnies aériennes prévoient d'augmenter les investissements pour renouveler leurs flottes aériennes.



GESTES DE RÉNOVATION PEU PERFORMANTS ET CHAUDIÈRES GAZ ET FIOUL : des investissements qui stagneraient malgré les mesures réglementaires

Les investissements ont rebondi en 2021. Dans un contexte de reprise des chantiers de rénovation, beaucoup de ménages ont entrepris des travaux, dont certains n'améliorent pas la performance énergétique des postes énergétiques concernés : réfection de toiture ou ravalement de façade sans isolation.

Bien que la réglementation sur les équipements de chauffage contraigne désormais fortement le nombre de chaudières

fioul, les autres gestes de rénovation peu performants pourraient se maintenir, voire progresser en 2022 et 2023. En particulier, lors des travaux de réfection de façade ou de toiture, les ménages ont tendance à demander peu voire aucune isolation pour minimiser les coûts, malgré les aides existantes, d'autant plus que les réglementations thermiques en vigueur sur les bâtiments existants sont peu contrôlées.



PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ÉNERGIES FOSSILES : des investissements qui resteront stables en 2022 et 2023

Les investissements ont augmenté en 2021. Cette augmentation s'explique par la hausse des investissements dans les centrales à gaz et terminaux méthaniers.

En réponse à la crise énergétique, la France programme plusieurs investissements dans les énergies fossiles. Elle prévoit en particulier de mettre en service un terminal méthanier flottant au Havre, dont le coût d'investissement serait de l'ordre de 400 millions d'euros, estimé à partir de l'OIES (2017). Le report de l'arrêt de la centrale à charbon de Saint-Avold afin d'assurer l'approvisionnement en électricité pour l'hiver 2022-2023 donnerait lieu à un très faible volume d'investissements, de l'ordre de 10 millions d'euros (Le Monde, 2022). Bien que les pouvoirs publics prévoient des durées limitées d'exploitation (5 ans pour le terminal méthanier flottant, et jusqu'à mars 2023 pour la centrale à charbon), elles dépendront essentiellement de l'évolution des investissements climat dans les années à venir. Une augmentation soutenue des investissements

climat à court terme générerait des économies d'énergie et une hausse de la production d'énergie bas-carbone, ce qui permettrait de diminuer le besoin d'approvisionnement en gaz et d'arrêter le recours à l'électricité issue de la combustion du charbon.

Au total, les investissements dans la branche des énergies fossiles resteraient stables en 2022 et 2023. En effet, ces nouveaux investissements seront compensés par la baisse des investissements dans les installations de nouvelles capacités dans les centrales thermiques au gaz. La centrale de Landivisiau, qui avait requis de l'ordre de 450 millions d'euros ces dernières années, est désormais en service depuis le printemps 2022.

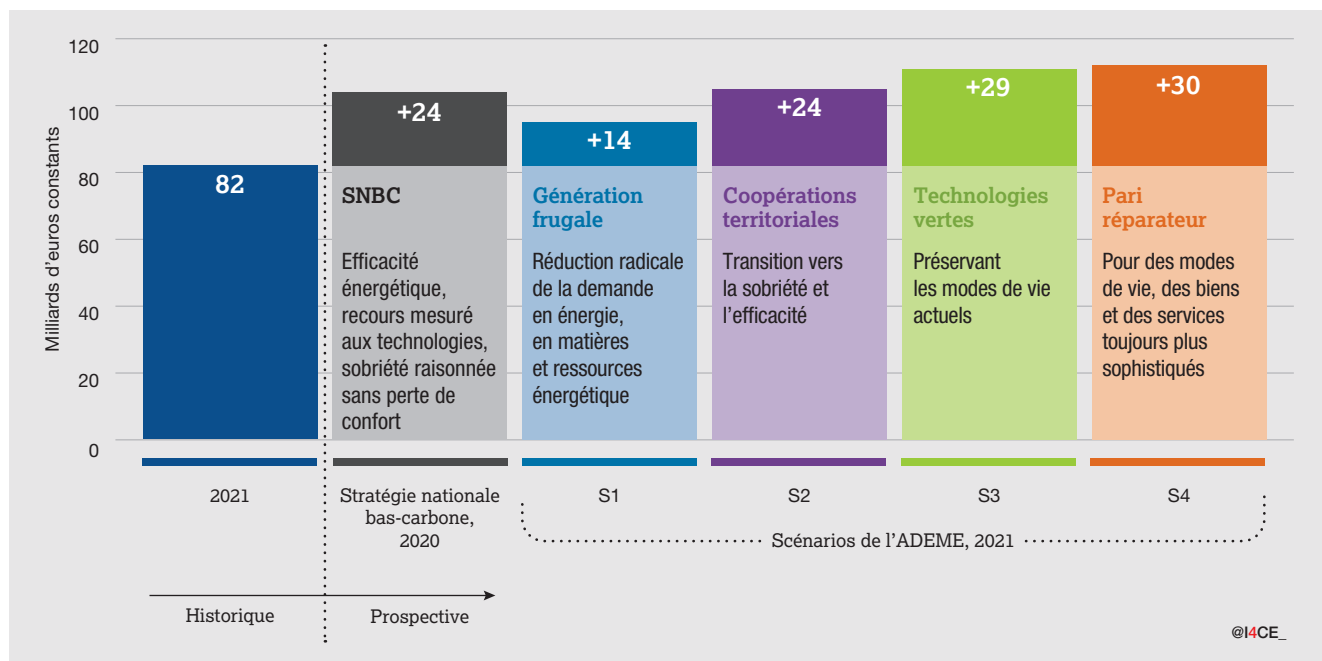
INVESTIR DAVANTAGE POUR GARDER LE CAP SUR LES OBJECTIFS CLIMAT

Pour garder le cap sur les objectifs climat, il faut investir, chaque année entre 2022 et 2030, entre 14 et 30 milliards d'euros de plus en faveur du climat, selon que l'on met en œuvre une transition plutôt frugale ou technologique. Dans le même temps, il faut ralentir les investissements fossiles, les diviser par deux avant 2030 et les ramener à zéro entre 2040 et 2050. Dans l'ensemble, une transition axée sur la sobriété aboutirait à réduire le besoin total d'investissement dans les secteurs étudiés, tandis qu'une transition plus technologique nécessiterait un peu plus d'investissements qu'aujourd'hui.

Des investissements climat supplémentaires de 14 milliards d'euros par an pour une transition frugale, et jusqu'à 30 milliards d'euros par an dans un scénario technologique

FIGURE 8 : LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS POUR LE CLIMAT

Investissements publics et privés annuels en faveur du climat 2021-2030, dans les bâtiments, les transports et la branche énergie



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

NB : Dans cette figure, des ajustements sont introduits afin de comparer les réalisations et les besoins pour un même périmètre géographique et sectoriel. Par conséquent, le montant des investissements climat est légèrement différent de celui présenté plus haut. Tous les ajustements sont présentés dans l'annexe 4.

Ces besoins sont un minimum, il manque des secteurs et le nouvel objectif 2030 n'est pas toujours atteint. Notre estimation ne porte que sur les secteurs des bâtiments, des transports et de l'énergie, sans considérer les besoins de l'agriculture (à l'exception de la méthanisation), de l'industrie, ni ceux de la recherche et développement ou encore de l'adaptation au changement climatique. De plus, bien que

certaines scénarios étudiés se rapprochent du nouvel objectif européen à 2030, d'autres restent bâtis sur la cible de réduire les émissions de 40 % à cet horizon (voir [tableau 4 p.24](#)). Et si certains scénarios optent pour un effort plus important avant 2030, d'autres engagent une transformation plus progressive, ce qui reporte une partie des besoins. Dans l'ensemble, les besoins d'investissements climat augmentent

au-delà de 2030, sauf dans le scénario 1 de l'ADEME où ils sont plutôt constants.

En outre, ces projections sont bâties en supposant des conditions économiques plutôt favorables. En particulier, on suppose que l'offre d'équipements est disponible même pour des volumes d'investissements élevés. Ainsi, en dehors des trajectoires déterminées par les scénarios climat eux-mêmes, il n'y a pas de contrainte industrielle, ni de tensions sur les prix. En réalité, augmenter rapidement la demande d'investissements peut conduire à des goulots d'étranglement si l'offre n'est pas correctement accompagnée et dimensionnée. De même, les projections n'incluent pas de contrainte financière *a priori*, puisque qu'elles doivent

servir à mesurer les écarts entre les scénarios climat et les financements actuels.

Les perspectives de croissance des investissements climat en 2022 et 2023 ne suffiront probablement pas à couvrir les besoins. Beaucoup de facteurs peuvent expliquer ce manque d'investissements. Certains projets sont trop peu rentables pour être entrepris sans soutien public. De plus, la concurrence avec les technologies fossiles freine le développement des projets favorables au climat. A ces limites économiques s'ajoutent parfois des freins réglementaires et un manque d'accompagnement. L'absence d'offre de financement adéquate peut aussi être un facteur limitant, mais elle ne suffit pas à expliquer l'écart constaté.

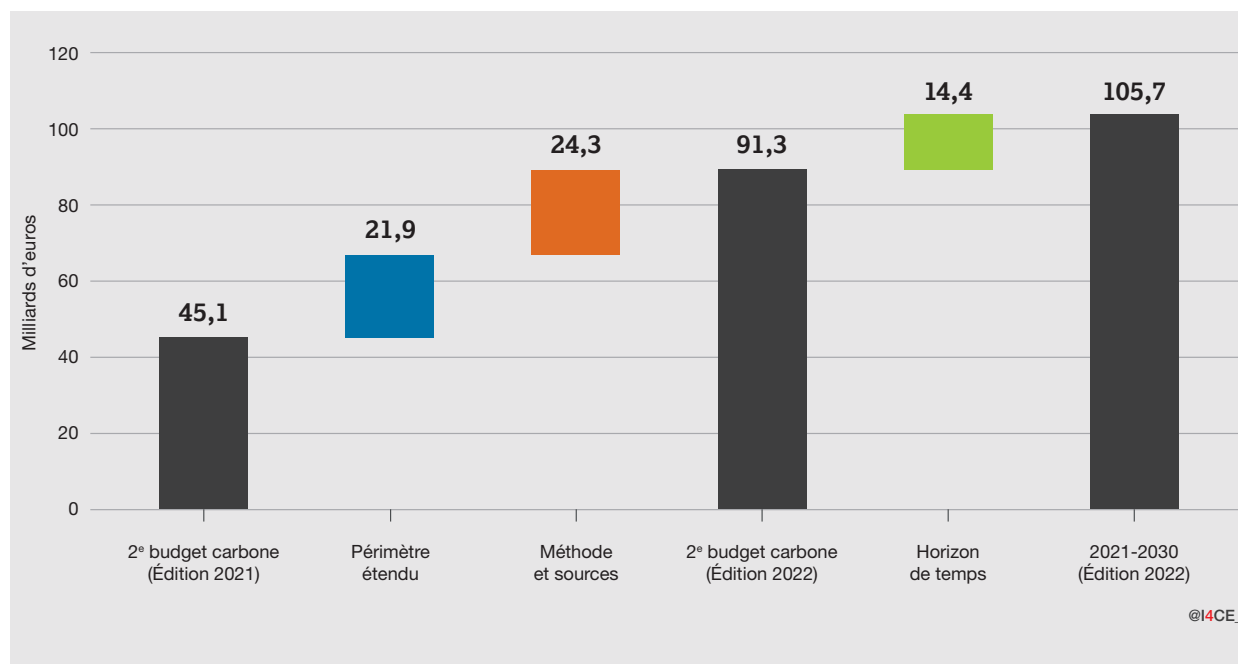
ENCADRÉ 4 : CETTE ÉDITION DU PANORAMA REVOIT À LA HAUSSE LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS CLIMAT

Dans cette édition du Panorama, les besoins d'investissements en faveur du climat sont supérieurs à ceux rapportés les années précédentes. En effet :

- Nous avons couvert de nouveaux secteurs, notamment la performance énergétique de la construction, l'hydraulique ou le nucléaire (mais pas l'agriculture ou l'industrie). Leur inclusion dans le périmètre explique la plus grande part de l'écart avec les éditions précédentes.
- Nous avons révisé nos méthodes lorsque de nouvelles sources et connaissances viennent enrichir la manière de calculer les besoins d'investissements, ou lorsque le prix de certains équipements augmente ou diminue de façon importante.
- Dans les précédentes éditions, les besoins rapportés concernaient la période du second budget carbone (2019-2023), tandis que cette édition présente des besoins pour la période 2021-2030. Or, dans la plupart des scénarios, les besoins d'investissements climat augmentent au cours du temps. Ainsi, allonger l'horizon de temps accroît les besoins.

La figure ci-dessous rapporte les évolutions de la cible d'investissements climat d'après la SNBC. Dans la précédente édition du Panorama, il fallait atteindre 45 milliards d'euros investis en faveur du climat soit, en incluant le retard accumulé, 13 à 15 milliards d'euros de plus que le niveau de 2019-2020. Dans cette édition, la cible est évaluée à 91 milliards d'euros pour le second budget carbone et à 106 milliards d'euros pour la période 2021-2030.

FIGURE 9 : LA RÉVISION DES BESOINS D'INVESTISSEMENTS CLIMAT (TRAJECTOIRE SNBC)



Des priorités d'investissements qui dépendent de la stratégie de transition

Les besoins d'investissements ne forment pas un bloc, chaque scénario climat détermine, en effet, un niveau d'investissement et des priorités sectorielles contrastées :

- **Le scénario de la SNBC, élaboré entre 2018 et 2020, se veut raisonnable et réaliste.** Il se caractérise par un recours mesuré de technologies comme l'hydrogène ou la capture du carbone, une sollicitation raisonnée des leviers de sobriété – sans perte de confort – et par un fort développement de l'efficacité énergétique. Il envisage notamment un parc de bâtiments « basse consommation » à l'horizon 2050 et un déploiement rapide de petits véhicules électriques. S'il prévoit un fort développement des renouvelables d'ici 2030, le scénario ne spécifie pas la part relative des énergies renouvelables et du nucléaire dans le « mix » électrique à 2050. Parce qu'il vise une réduction de 40 % des émissions de GES à 2030 relativement à 1990, ce scénario ne correspond plus aux objectifs de la France à moyen terme. Il est en cours de révision dans le cadre de la nouvelle Stratégie française énergie-climat (SFEC).
- **Le scénario 1 de l'ADEME accomplit une transition écologique rapide par la réduction radicale de la demande en énergie, en matières et ressources.** Cette frugalité est tantôt volontaire, tantôt contrainte, en cherchant une répartition équitable des efforts entre les citoyens. Les technologies non éprouvées, comme la capture et le stockage du carbone, ne sont pas déployées, le nucléaire est abandonné à l'horizon 2050 et la nature est largement sanctuarisée afin de préserver les ressources naturelles. Ce scénario prévoit notamment un ralentissement de la construction au profit d'un programme de rénovation très ambitieux, et une réduction importante des déplacements individuels. Si les besoins d'investissements climat sont faibles par rapport aux autres scénarios pour la période 2021-2030, il s'agit en réalité d'un solde entre des secteurs en recul (construction, véhicules) et des secteurs prioritaires, notamment dans la rénovation (voir Figure 10).
- **Dans le scénario 2 de l'ADEME, le pays évolue rapidement vers la sobriété et l'efficacité, davantage par la coopération que par la contrainte.** La société civile y est le moteur de profonds changements dans les modes de vie vers une consommation de biens plus mesurée et partagée. De solides institutions territoriales accompagnent cette transition en bâtissant notamment de nouvelles infrastructures de transport, en rénovant rapidement l'habitat et les bâtiments tertiaires. Ce scénario prévoit des investissements importants dans la rénovation énergétique et une extension des réseaux de transport durables avec de nouvelles infrastructures, en particulier pour développer l'usage du vélo.
- **Dans le scénario 3 de l'ADEME, les technologies vertes répondent aux défis environnementaux en préservant la plupart des comportements de consommation actuels.** Les métropoles sont le moteur de la transition : elles se reconstruisent pour devenir plus denses et plus efficaces, au risque d'accroître le contraste entre territoires urbains et ruraux. L'Etat intervient surtout par la régulation des marchés, y compris pour mettre une valeur marchande sur les ressources naturelles. Les échanges internationaux continuent d'être dynamiques. La production électrique de ce scénario est déclinée en deux variantes, l'une orientée vers l'éolien en mer, l'autre vers le nucléaire, mais ces deux variantes divergent très peu dans les montants d'investissements associés.
- **Dans le scénario 4 de l'ADEME, les modes de vie sont sauvegardés et les ménages continuent d'acquérir des biens et services toujours plus sophistiqués.** La société, largement guidée par les entreprises, fait le pari que la technique peut résoudre les plus grands défis environnementaux. Ce scénario remet en question les objectifs actuels en matière de sobriété énergétique ou d'artificialisation des sols, au profit d'une croissance mondialisée des échanges matériels et du numérique.

TABLEAU 4 : SCÉNARIOS CLIMAT, PLUSIEURS MANIÈRES D'ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE

	Emissions brutes ⁽¹⁾ de GES, relativement à 1990 (2021 : - 23 %)		Consommation d'énergie finale ⁽²⁾ , en TWh (2021 : 1 768)	
	2030	2050	2030	2050
Objectif LTECV (2015)	-40 %	-75 %	1 464	915
Objectif LEC (2019)	-40 %	-84 %	id.	id.
Objectif européen (2021)	-50 % ⁽⁴⁾	-	-	-
SNBC (2020)	-40 %	-85 %	1 442	993
Scénarios de l'ADEME⁽³⁾ (2021)				
S1 - Génération frugale	-54 %	-86 %	1 350	790
S2 - Coopérations territoriales	-53 %	-87 %	1 400	833
S3 - Technologies vertes	-47 %	-84 %	1 600	1 074
S4 - Pari réparateur	-40 %	-75 %	1 700	1 360

(1) Les émissions brutes n'incluent pas les puits naturels et technologiques, ces derniers sont notamment plus développés dans le S4, ce qui explique le moindre niveau de baisse des émissions de ce scénario relativement à 1990, tout en atteignant la neutralité carbone.

(2) Usages non énergétiques inclus, hors sources internationales, France métropolitaine.

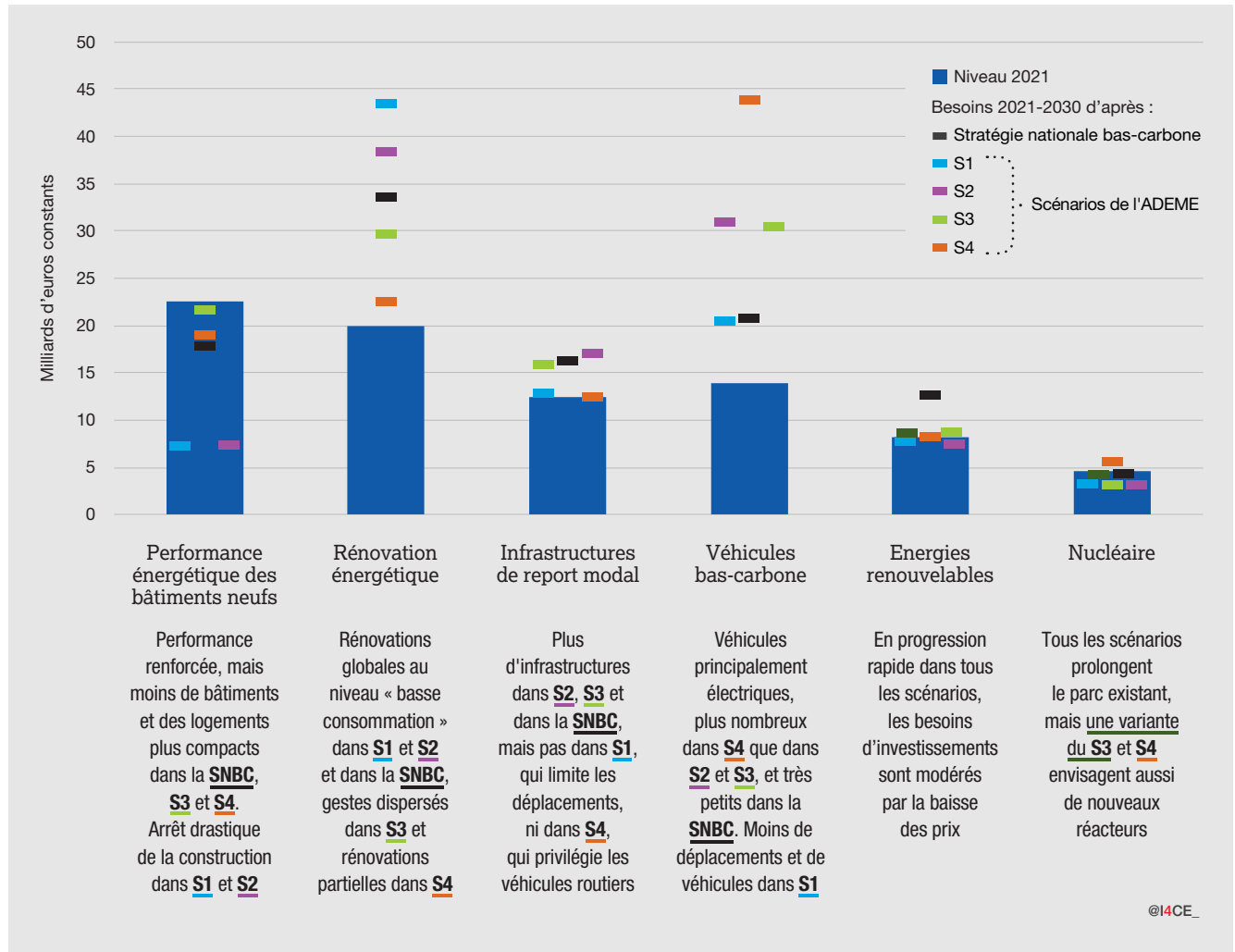
(3) Les scénarios de l'ADEME portent sur le périmètre de la France métropolitaine.

(4) Voir chapitre Méthode, p.6.

Sources : ADEME (2021, Transitions 2050, pp.11, 649 et 669), DGEC (2019), CITEPA (2021), SDES (2021 et 2022).

Les priorités d'investissements pour la neutralité carbone, selon le scénario

FIGURE 10 : LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS CLIMAT, PAR SECTEUR, 2021-2030



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

TABEAU 5 : LES BESOINS D'INVESTISSEMENTS CLIMAT, 2021-2030

(Milliards d'euros constants ⁽¹⁾ , par an)	Niveau 2021	Cibles 2021-2030 (écarts)					
		SNBC	S1	S2	S3 Variante EnR	S3 Variante nucléaire	S4
Performance énergétique des bâtiments neufs	22,5	17,8 (-4,7)	7,2 (-15,3)	7,4 (-15,1)	21,5 (-1,0)	21,5 (-1,0)	18,9 (-3,6)
Rénovation énergétique	19,9	33,6 (+13,7)	43,4 (+23,5)	38,4 (+18,5)	29,5 (+9,6)	29,5 (+9,6)	22,5 (+2,6)
Infrastructures de report modal	12,4	16,2 (+3,8)	12,8 (+0,4)	17,0 (+4,6)	15,9 (+3,5)	15,9 (+3,5)	12,4 (-0,0)
Véhicules bas-carbone	13,9	20,8 (+6,9)	20,5 (+6,6)	31,0 (+17,1)	30,4 (+16,5)	30,4 (+16,5)	43,8 (+29,9)
Energies renouvelables	8,2	12,6 (+4,4)	7,8 (-0,4)	7,4 (-0,8)	8,8 (+0,6)	8,8 (+0,6)	8,3 (+0,1)
Nucléaire	4,6	4,3 (-0,3)	3,3 (-1,3)	3,2 (-1,4)	3,2 (-1,4)	4,3 (-0,3)	5,5 (+0,9)
Capture et stockage du carbone	0	0	0	0	0,1 (+0,1)	0,1 (+0,1)	0,1 (+0,1)
Flexibilités⁽²⁾	0	0,4 (+0,4)	0,2 (+0,2)	0,6 (+0,6)	1,1 (+1,1)	1,1 (+1,1)	0,2 (+0,2)
Ensemble	81,5	105,7 (+24,2)	95,2 (+13,7)	105,0 (+23,5)	110,5 (+29,0)	111,6 (+30,1)	111,7 (+30,2)

(1) Les investissements historiques sont rapportés en euros courants, tandis que les besoins sont exprimés en euros constants pour des prix observés au cours des années récentes (2015-2019). Dans certains secteurs, la projection comprend des évolutions de prix, par exemple sous l'effet d'économies d'échelle ou de gains d'apprentissage.

(2) Les flexibilités comprennent les batteries stationnaires, la production d'hydrogène à partir d'électricité, et la méthanation.



PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS NEUFS : recul des investissements, malgré l'amélioration énergétique

La SNBC et le scénario 4 de l'ADEME envisagent un ralentissement progressif de la construction de logements et de bâtiments tertiaires, reflétant la population qui croît de moins en moins vite. Dans le scénario 3, l'amélioration du parc de bâtiments passe par la reconstruction, ce qui participe à maintenir les investissements, bien que les nouvelles constructions soient en général plus petites que les logements démolis. Dans les scénarios 1 et 2, les investissements

dans la construction diminuent radicalement. Plutôt que de construire de nouveaux logements, ces scénarios répondent à l'augmentation de la population en optimisant le parc actuel, y compris les résidences secondaires qui sont converties en résidences principales. Dans tous les scénarios, améliorer la performance énergétique des logements neufs se traduit par une hausse modérée des coûts de construction, mais sans compenser la baisse des volumes.



Des RÉNOVATIONS ÉNERGÉTIQUES partielles ou globales

La SNBC et les scénarios 1 et 2 de l'ADEME privilégient la rénovation massive des logements vers le niveau « basse consommation » (BBC) d'au moins 700 000 logements par an d'ici 2030. Par rapport aux niveaux actuels, il ne s'agit pas seulement d'augmenter les investissements, mais surtout de les concentrer dans des projets de rénovation globale. Le scénario 2 envisage que les travaux peuvent être réalisés en 2 à 3 étapes, à condition que ces étapes soient très bien coordonnées (ADEME, 2021).

Les scénarios 3 et 4 envisagent plutôt de poursuivre la pratique actuelle de rénovation par gestes. De plus, ils ne visent pas à réduire aussi fortement les consommations d'ici 2030. Dans le scénario 3, les logements sont traités

entièrement, mais par étapes successives, ce qui nécessite presque autant d'investissements que dans les scénarios 1 et 2 (sur la période 2030-2050) mais aboutit à des consommations beaucoup plus élevées. Le scénario 4 ne traite que partiellement l'isolation des deux tiers des logements, mais implémente des rénovations très performantes (label « passif ») sur environ le tiers restant, là où les caractéristiques architecturales permettent une industrialisation des travaux.

En ce qui concerne le tertiaire, tous les scénarios envisagent de généraliser à divers degrés les exigences du dispositif « Eco Energie Tertiaire », ce qui amènerait les propriétaires (Etat, collectivités, entreprises) à réaliser d'importants travaux d'isolation.



Quelles **INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT** pour assurer le report modal ?

Les investissements climat dans les infrastructures de transport concernent le train (passagers et fret), les transports en commun urbains, le réseau cyclable et les bornes de recharge.

Dans les scénarios 2 et 3 de l'ADEME, le report modal passe par d'importants investissements en infrastructures, afin d'encourager les automobilistes à prendre le train, les transports en commun urbains et le vélo. Le scénario 2 étend les tramways, les bus et les pistes cyclables jusque dans les périphéries, tandis que dans le scénario 3, les infrastructures concernent surtout les métropoles et les liaisons à grande vitesse (TGV) entre grandes villes. Ces deux scénarios comprennent également des investissements en faveur du transport de marchandises par le rail (fret ferroviaire). Les niveaux d'investissements actuels sont insuffisants pour atteindre ces cibles.

En ce qui concerne la SNBC, nos projections soulignent un retard d'investissement assez important avant 2030, mais elles sont entourées d'incertitudes à plusieurs niveaux. En effet, si le scénario national envisage d'augmenter le nombre de voyageurs prenant le train ou les transports en commun, les besoins d'investissements qui en découlent dépendent

de nombreux autres paramètres, comme la part relative des différents services (métro, tramways, TGV, TER, etc.), la circulation des voyageurs supplémentaires aux heures creuses ou aux heures de pointe, de la propension à mieux exploiter les portions du réseau les moins utilisées aujourd'hui ou, au contraire, de l'intention d'étendre les réseaux pour desservir davantage de territoires urbains ou ruraux, en TGV ou bien en services conventionnels. Sous certaines conditions parmi tous ces paramètres, les niveaux d'investissements actuels pourraient suffire à transporter les voyageurs envisagés par le scénario, tandis que selon d'autres estimations, il faudrait investir davantage que les besoins rapportés ici (FNTP, 2022).

Dans le scénario 1, le report modal repose sur une meilleure utilisation des infrastructures existantes, tout en réduisant à la source les déplacements des passagers et la circulation des marchandises. Les niveaux d'investissements actuels sont a priori suffisants, mais au risque que les capacités soient saturées sur certains axes ou aux heures de pointe.

Enfin, dans le scénario 4, la voiture individuelle maintient sa part modale actuelle, ce qui modère les besoins d'investissements dans les infrastructures des transports ferrés et dans le réseau cyclable.



Quel parc de **VÉHICULES BAS-CARBONE** ?

Tous les scénarios étudiés optent pour un remplacement des modèles thermiques actuels (essence et diesel) par des véhicules bas-carbone, principalement électriques à batterie.

Dans les scénarios 1 et 2 de l'ADEME, les ventes s'orientent vers de petits modèles électriques légers. Les besoins de déplacement en voiture sont réduits par de nouvelles habitudes comme le télétravail, les modes actifs ou les nouvelles offres ferroviaires (lignes régionales, trains de nuit), si bien que le taux de motorisation des ménages diminue et le parc se contracte.

Dans les scénarios 3 et 4, les caractéristiques des voitures électriques s'alignent davantage sur celles des modèles thermiques actuels, notamment pour concurrencer leur grande autonomie. Si le coût unitaire des batteries (en €/kWh) diminue rapidement avec les puissants effets d'échelle de l'industrie mondiale en plein essor, la taille et le poids des batteries augmentent pour allonger l'autonomie des véhicules, au point que le prix moyen des véhicules électriques reste

stable au cours des prochaines années. Si les ventes de véhicules électriques continuent de progresser au rythme observé ces deux dernières années, la cible fixée par les scénarios paraît atteignable.

La SNBC, conçue antérieurement aux scénarios de l'ADEME, prévoyait le déploiement rapide d'un grand nombre de petits véhicules électriques légers, ce qui place les besoins d'investissements à proximité du scénario 1 de l'ADEME. Cependant, les modèles électriques vendus aujourd'hui sont plus lourds et disposent de batteries plus capacitaires que ce qu'envisageait le scénario, si bien que les besoins pourraient être révisés à la hausse pour tenir compte de ces développements.

Par ailleurs, les véhicules lourds roulant à l'électricité, au GNV et à l'hydrogène progressent dans le segment des poids-lourds et des autocars. A l'horizon 2050, ils remplacent presque entièrement les modèles diesel qui dominent les ventes aujourd'hui.



ÉNERGIES RENOUVELABLES : davantage d'installations, des prix en baisse

A l'horizon 2030, les installations d'énergies renouvelables électriques sont un peu plus rapides dans la SNBC que dans les scénarios de l'ADEME, bien que ceux-ci visent à l'horizon 2050 des niveaux de déploiement très élevés. Tout comme dans les scénarios du RTE, le coût d'installation des capacités électriques renouvelables (exprimé en €/kW) continue de diminuer au cours de la période, ce qui atténue le besoin d'investissements pour renouveler et agrandir le

parc de production. En revanche, les filières électriques à partir de biomasse et de biogaz en cogénération sont amenées à plafonner, en faveur d'utilisations directes de leur potentiel énergétique (injection, chaleur de réseau). Dans les scénarios 2 et 3, les objectifs ambitieux en matière de réseaux de chaleur urbains se traduisent par des investissements élevés, de l'ordre de 500 millions d'euros par an, contre 340 millions d'euros en 2021².

2 Pour la seule extension des réseaux de chaleur, à laquelle il faut ajouter la production de chaleur renouvelable et le coût du raccordement des logements et bâtiments tertiaires (non évalué, mais compris dans la rénovation).



NUCLÉAIRE : convergence sur la prolongation, mais pas sur les nouvelles capacités

Si la PPE de 2020 ne précise pas la trajectoire du parc nucléaire après 2030, les scénarios de l'ADEME sont bâtis sur des « mix » électriques cohérents capables de couvrir la consommation anticipée. Dans tous les scénarios, les investissements du « Grand carénage » se poursuivent en amont de la 4^{ème} « visite décennale » de la plupart des réacteurs historiques, afin de préparer leur exploitation

jusqu'à 50 ans et d'améliorer leur sûreté. En 2050, entre 10 et 14 GW de capacités historiques sont encore en fonctionnement, dans les scénarios 2, 3 et 4. Parallèlement, les scénarios 3 (dans sa variante nucléaire) et 4 engagent dès 2025 la construction de nouveaux réacteurs EPR, pour un total de 10 et 16 GW respectivement en 2050.



FLEXIBILITÉS, CAPTURE ET STOCKAGE DU CARBONE : préparer dès aujourd'hui leurs déploiements ?

Les moyens de flexibilité comprennent les électrolyseurs, les batteries statiques, et les unités de méthanation, conçus pour faciliter l'équilibre horaire du réseau électrique ou pour produire de l'hydrogène décarboné à destination des transports et de l'industrie. Si leur déploiement est surtout envisagé après 2030, les scénarios envisagent de premiers démonstrateurs à l'échelle dans la décennie actuelle. Quant

à la capture et au stockage du carbone par des procédés industriels, ils ne sont véritablement envisagés que dans les scénarios 3 et 4 de l'ADEME, et uniquement après 2030 dans la SNBC. Ces délais apparemment longs ne doivent pas masquer l'enjeu actuel, qui est de préparer les conditions économiques, réglementaires et technologiques nécessaires à leur éventuel déploiement.

ENCADRÉ 5 : AUGMENTER LES INVESTISSEMENTS CLIMAT NE SIGNIFIE PAS FORCÉMENT QUE LA TRANSITION EST PLUS COÛTEUSE

Les investissements climat présentés dans le Panorama ne doivent pas être confondus avec le coût d'abattement du carbone. Le coût d'abattement du carbone cumule les dépenses d'investissements et d'exploitation d'un équipement sur toute sa durée de vie. Ces dépenses sont actualisées, puis ramenées à la tonne de CO₂ évitée. Une manière de mettre en évidence le coût d'abattement du carbone consiste à comparer les dépenses et les émissions anticipées d'un projet, d'un secteur, ou de l'économie entière, entre un scénario de transition et un scénario de référence. Ainsi, sur la base de coûts d'abattement du carbone calculés en 2016 par le modèle D-CAM, l'INSEE évalue à environ 100 milliards d'euros par an la dépense climat publique et privée nécessaire pour atteindre l'objectif de neutralité carbone, soit le double des niveaux observés à l'époque (INSEE, 2020, p.6 ; CGDD/SEEIDD, 2016).

Les investissements présentés dans le Panorama mesurent les dépenses d'investissements dans leur totalité, pour la période historique comme en prospective. A l'exception des installations de capture et de stockage du carbone, ces investissements ne servent pas qu'à réduire les émissions de GES : ils sont utiles pour se loger (construction, rénovation), à se déplacer (véhicules, infrastructures) ou encore à produire de l'énergie (éoliennes, panneaux solaires...). Les investissements climat ne constituent qu'une partie du coût d'abattement du carbone.

Augmenter les investissements climat ne signifie donc pas forcément un coût du carbone plus élevé. Même lorsque les équipements climat sont initialement plus chers que leurs alternatives, ce surcoût peut être compensé par des économies à l'usage, ou par des co-bénéfices sociaux. De plus, le choix du taux d'actualisation agit considérablement sur le coût d'abattement du carbone (France Stratégie, 2021).

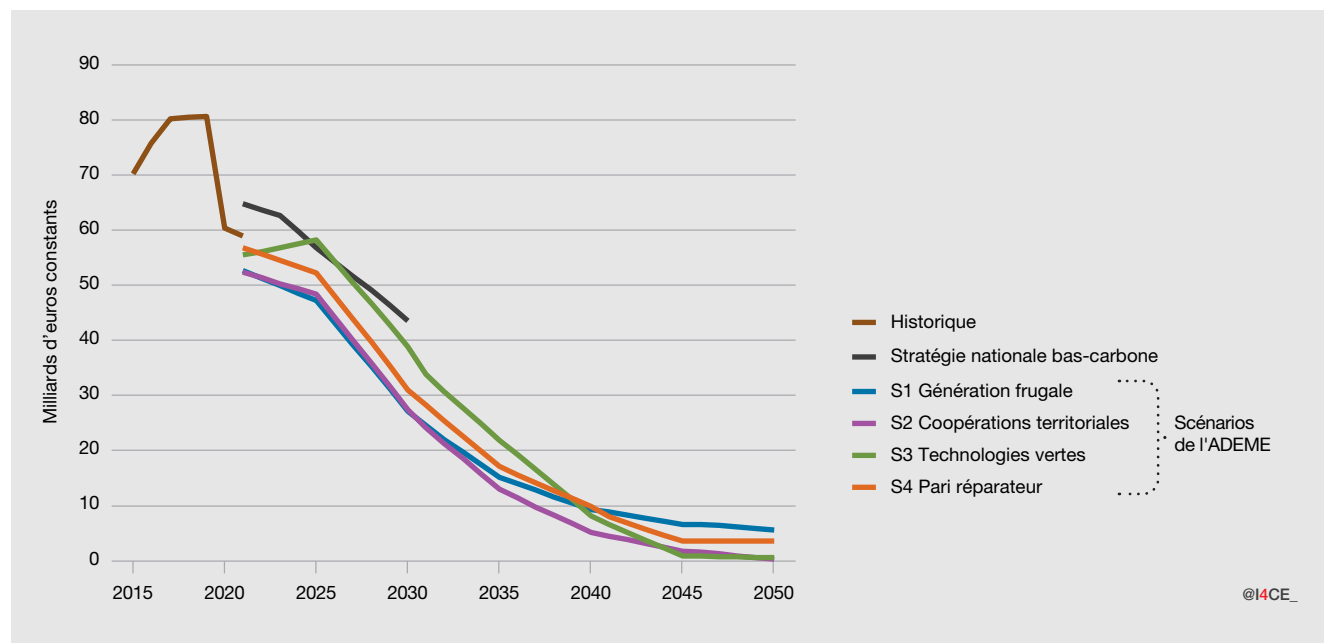
Et un coût d'abattement élevé ne signifie pas forcément que la transition est coûteuse. Puisque les nouveaux investissements ne remplacent que progressivement les équipements existants, il peut être économiquement intéressant de considérer dès aujourd'hui des projets au coût d'abattement élevé (Vogt-Schilb *et al.*, 2013). Enfin, les coûts d'abattement du carbone restent généralement très inférieurs aux coûts et aux risques de l'inaction climatique (DG Trésor, 2020).

Les investissements fossiles devront décroître pour se rapprocher de zéro en 2050

Pour la première fois, cette étude rapporte une projection des investissements fossiles, notamment ceux dans les véhicules thermiques. D'après tous les scénarios étudiés,

les investissements reculent rapidement : ils sont divisés par deux avant 2030, et disparaissent presque entièrement à l'horizon 2040.

FIGURE 11 : LES TRAJECTOIRES D'INVESTISSEMENTS FOSSILES PAR SCÉNARIO, 2015-2050



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

Note : les scénarios envisagent différents niveaux pour 2021, selon que la trajectoire ait été conçue avant le recul des ventes lors de la crise COVID (cas de la SNBC) ou qu'elle anticipe différents niveaux de rebond en sortie de cette crise (cas des scénarios de l'ADEME).



VÉHICULES THERMIQUES : une baisse rapide dans tous les scénarios

Ils atteignent zéro entre 2035 et 2045, d'abord pour les véhicules particuliers puis pour les véhicules utilitaires légers et lourds. Seul le scénario 1 de l'ADEME envisage de maintenir, à cet horizon, une petite part d'immatriculations de véhicules thermiques, que vient compléter une grande sobriété sur les déplacements. Actuellement, le nombre de voitures essence et diesel neuves immatriculées diminue.

Malgré l'amélioration des rendements de leurs moteurs, elles présentent des émissions conventionnelles moyennes de CO₂ stables en raison d'une concentration des ventes sur des véhicules plus lourds (SUV).

A moyen terme, les achats de véhicules thermiques sont susceptibles de repartir à la hausse, notamment sur le segment des poids-lourds.



Abandon progressif des GESTES DE RÉNOVATION PEU PERFORMANTS

Dans tous les scénarios, les investissements dans les gestes de rénovation peu performants diminuent rapidement, remplacés par des gestes plus performants. Seule une petite partie de ces travaux persiste dans les cas où les contraintes techniques ou architecturales rendent l'isolation prohibitive. Du côté des systèmes, les remplacements de chauffages électriques par des panneaux rayonnants marquent le pas au profit de systèmes plus performants comme les pompes à chaleur.

Actuellement, dans le cadre des travaux d'isolation des murs ou des toitures, les ménages ont toujours tendance à demander aux professionnels du bâtiment peu voire aucune isolation afin de minimiser les coûts, et ce malgré les aides existantes pour les gestes de rénovation performants. Les réglementations thermiques en vigueur, pour éviter ces gestes peu performants sur les bâtiments existants, sont peu respectées, à cause du manque de contrôles.

Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, les investissements totaux des secteurs étudiés ne seront pas forcément plus élevés qu'aujourd'hui

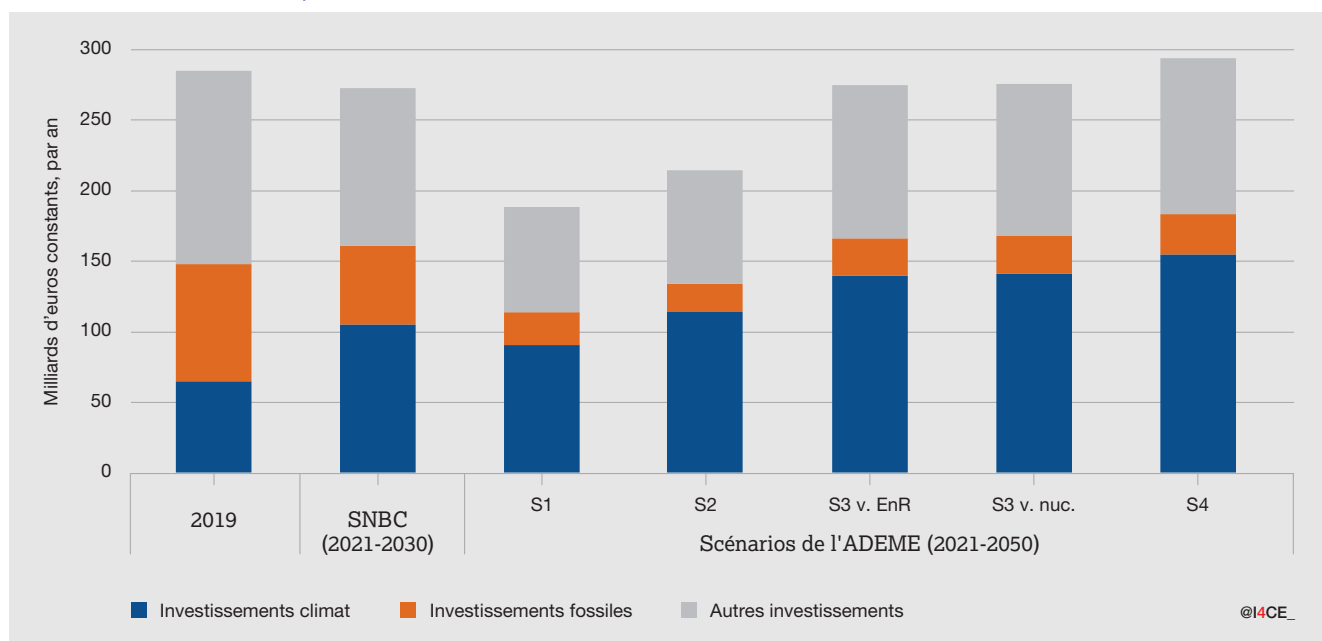
Pour la première fois, cette étude présente les investissements totaux³ dans les bâtiments, les transports et la branche énergie. Ces totaux comprennent la hausse des investissements climat, la baisse des investissements fossiles, mais aussi d'autres postes d'investissements de ces trois secteurs. Par exemple, les investissements totaux dans la construction ne comprennent pas que la part des dépenses « climat » liées à la performance énergétique, mais aussi le reste des dépenses de construction. Le détail de ces autres postes d'investissements est rappelé dans le Tableau 1 p.12.

En moyenne, de 2021 à 2050, les investissements annuels totaux des secteurs étudiés sont proches ou inférieurs aux niveaux de 2019. Seul le scénario 4 de l'ADEME affiche des niveaux légèrement plus élevés avec environ 9 milliards

d'euros par an en plus sur la période 2021-2050. Les besoins totaux sont comparés à l'année 2019, plus représentative du niveau historique que 2021, où l'investissement total dans les véhicules est nettement inférieur à la fourchette des scénarios, ce qui s'explique par des facteurs plutôt transitoires comme la perturbation des circuits de vente et des chaînes d'approvisionnement en semi-conducteurs.

Dans les scénarios de neutralité carbone, la redirection des investissements en faveur du climat et au détriment des fossiles n'est pas uniforme selon les secteurs. Ainsi, les investissements totaux reculent dans la construction, sont stables dans la rénovation et progressent dans les véhicules et la branche énergie (voir Figure 13).

FIGURE 12 : COMPARAISON DES INVESTISSEMENTS TOTAUX DANS LES BÂTIMENTS, LES TRANSPORTS ET LA BRANCHE ÉNERGIE, SELON LE SCÉNARIO DE TRANSITION



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

Dans les scénarios technologiques, les investissements totaux sont proches de leur niveau de 2019, ce qui contraste avec des estimations antérieures

La commission Quinet sur la valeur de l'action pour le climat estime, avec le modèle TIMES, que les investissements totaux dans le système énergétique d'un scénario « zéro émission nette » dépassent nettement ceux d'un scénario de référence (France Stratégie, 2019, p.121). Même en écartant les secteurs de l'agriculture et de l'industrie (qui ne sont pas couverts dans notre évaluation), l'écart d'investissement atteint 1,1 point de PIB en 2030 et 2,4 points de PIB en 2050, soit 27 à 60 milliards d'euros constants.

De même, la Commission Européenne estime qu'un objectif européen de réduire les émissions de GES de 55 % en 2030 relativement à 1990 nécessiterait d'investir entre 2,5 et 3 points de plus dans le système énergétique (excluant les transports), relativement à un scénario de référence (European Commission, 2020). De manière générale, la Commission identifie « une forte corrélation entre la hausse de l'ambition climat et les besoins d'investissements dans le système énergétique ».

3 Pour désigner cet ensemble, la commission Quinet sur la valeur de l'action pour le climat parle d'investissements « nets des effets de substitution » (France Stratégie, 2019).

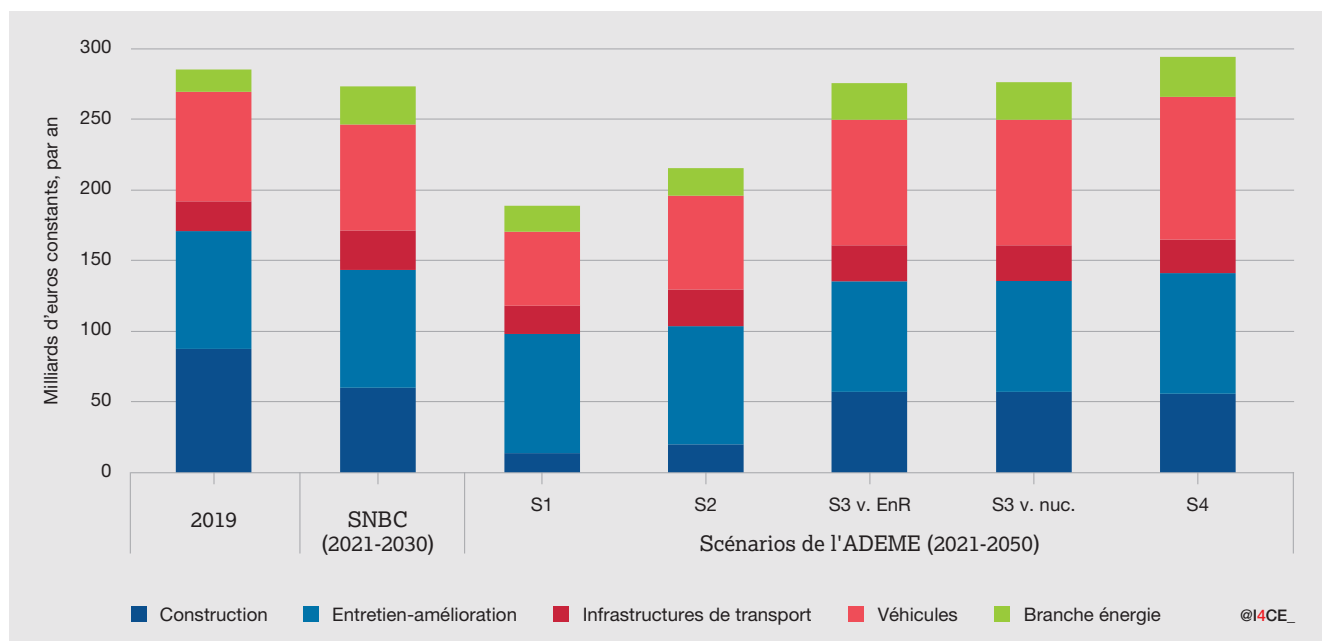
Sans l'expliquer entièrement faute d'une comparaison suffisamment fine des données d'entrée, le décalage entre ces résultats pourrait s'expliquer par :

- une projection plus modérée de la démographie et des besoins en services énergétiques dans les scénarios de l'ADEME, notamment par rapport au modèle TIMES dont la demande est conduite par la population et par la croissance du PIB ;
- une prise en compte de redirections supplémentaires entre investissements fossiles et climat, spécifiquement dans l'entretien-amélioration des bâtiments, où les travaux peu performants (exemple : réfection de toiture sans isolation) ne sont pas toujours représentés dans les modèles énergétiques.
- le niveau relativement élevé de l'investissement total en 2019, du fait de la progression des efforts en matière de climat. Sans ces efforts, l'écart avec les scénarios climat serait plus grand, au point peut-être de retrouver la relation de 1 à 3 points de PIB supplémentaires suggérée par les travaux antérieurs.

Dans les scénarios de sobriété, les investissements totaux diminuent de moitié d'ici 2050

La construction de logements et de bâtiments tertiaires ralentit très fortement, pour atteindre des niveaux proches de zéro en 2050. Compte tenu de l'importance des dépenses de construction dans l'investissement national, ce seul ralentissement explique une bonne part de la baisse de l'investissement total (voir Figure 13, ci-dessous). Du côté des véhicules, le scénario 1 envisage une flotte réduite composée de véhicules électriques légers, aux batteries moins coûteuses que les modèles lourds. Auparavant, une étude sur les trajectoires de décarbonation au niveau européen avait relevé qu'un scénario de sobriété requerrait moins d'investissements qu'un scénario pariant sur les technologies (Climact, 2020).

FIGURE 13 : RÉPARTITION PAR SECTEUR DES INVESTISSEMENTS TOTAUX, SELON LE SCÉNARIO DE TRANSITION



Source : I4CE, Panorama des financements climat, édition 2022.

Dans la logique de ces scénarios, la baisse des investissements suit un recul de la demande plutôt qu'une restriction de l'offre. Ainsi, le scénario 1 envisage que les personnes âgées cohabitent davantage avec des ménages plus jeunes, et que les logements vacants et secondaires, souvent situés hors des villes, servent de résidences principales. Ces dynamiques conduisent à réduire le nombre de logements neufs, tandis que leur coût de construction augmente avec une plus grande performance énergétique.

Cependant, si l'offre venait à diminuer plus vite que la demande, par exemple si l'on limite le nombre de permis de construire octroyés, le prix de vente des logements neufs augmenterait vraisemblablement, compensant, au moins en partie, la baisse des volumes. En somme, les niveaux d'investissements particulièrement bas des scénarios 1 et 2 dans la construction et les véhicules dépendent des leviers de mise en œuvre de la transition.

INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX

■ FIGURES

Figure 1 : Les investissements climat en France	2
Figure 2 : Les besoins d'investissements climat 2021-2030	3
Figure 3 : Les investissements fossiles en France	4
Figure 4 : Variations entre les éditions 2021 et 2022 – Impact sur les investissements climat recensés en 2020	8
Figure 5 : Emissions de gaz à effet de serre en France (1990-2021) et objectifs nationaux (2030 et 2050)	10
Figure 6 : Les investissements climat en France par secteur	13
Figure 7 : Les investissements fossiles en France par secteur	18
Figure 8 : Les besoins d'investissements pour le climat	22
Figure 9 : La révision des besoins d'investissements climat (trajectoire SNBC)	23
Figure 10 : Les besoins d'investissements climat par secteur, 2021-2030	25
Figure 11 : Les trajectoires d'investissements fossiles par scénario, 2015-2050	29
Figure 12 : Comparaison des investissements totaux dans les bâtiments, les transports et la branche énergie, selon le scénario de transition	30
Figure 13 : Répartition par secteur des investissements totaux, selon le scénario de transition	31

■ TABLEAUX

Tableau 1 : Les secteurs d'investissement	12
Tableau 2 : Investissements climat : réalisations en 2021, perspectives à court terme (2022-2023)	15
Tableau 3 : Investissements fossiles : réalisations en 2021, perspectives à court terme (2022-2023)	19
Tableau 4 : Scénarios climat, plusieurs manières d'atteindre la neutralité carbone	24
Tableau 5 : Les besoins d'investissements climat, 2021-2030	26

■ ENCADRÉS

Encadré 1 : Les évolutions de périmètre par rapport à l'édition 2021	8
Encadré 2 : Les termes de la rénovation énergétique	12
Encadré 3 : La croissance des investissements climat est surtout due à la progression du nombre d'équipements installés, malgré des grands projets plus coûteux qu'initialement prévus	14
Encadré 4 : Cette édition du Panorama revoit à la hausse les besoins d'investissements climat	23
Encadré 5 : Augmenter les investissements climat ne signifie pas forcément que la transition est plus coûteuse	28

BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, Transition(s) 2050 – Choisir maintenant, agir pour le climat, novembre 2021
- ADEME, Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur du bâtiment résidentiel, Situation 2018-2020 - Estimation préliminaire 2021 - Objectifs 2023, septembre 2022
- ADEME, Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des énergies renouvelables et de récupération, Situation 2018-2020 - Estimation préliminaire 2021 - Objectifs 2023, septembre 2022
- ADEME, Marchés et emplois concourant à la transition énergétique dans le secteur des transports terrestres, Situation 2018-2020 - Estimation préliminaire 2021 - Objectifs 2023, septembre 2022
- ADEME, Dorémi & Enertech, La rénovation performante par étapes – Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC rénovation ou équivalent à terme en logement individuel, janvier 2021
- Aéroports de Paris, Document d'enregistrement universel 2021, avril 2022
- AlixPartners, Shortages related to semiconductors to cost the auto industry \$210 billion in revenues this year, says new AlixPartners forecast, septembre 2021
- Banque de France, Point sur la conjoncture française à début septembre 2022, septembre 2022
- CGDD/SEEIDD, Trajectoires de transition bas-carbone à moindre coût, novembre 2016
- CGDD/SDDES, Bilan énergétique de la France en 2021 – Données provisoires, avril 2022
- CGDD/SDDES, Motorisations des véhicules légers neufs – Émissions de CO₂ et bonus écologique – Août 2022, septembre 2022
- CGDD/SDDES, Construction de locaux - Résultats à fin juillet 2022 (France entière), août 2022
- CGDD/SDDES, Construction de logements - Résultats à fin juillet 2022 (France entière), août 2022
- CGDD/SDDES, Immatriculations des voitures particulières en 2021 : le marché du neuf en panne mais fort dynamisme du marché de l'occasion, juillet 2022
- CITEPA, Rapport national d'inventaire format Secten, Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques, Bilan des émissions en France de 1990 à 2021, juin 2022
- Climact, Increasing the EU's 2030 GHG Emissions Reduction Target, juin 2020
- Climate Bonds Initiative, Climate Bonds Standard and Certification Scheme, <https://www.climatebonds.net/standard/taxonomy>
- Commission européenne, CO₂ emission standards for heavy-duty vehicles, septembre 2019
- Cour des Comptes, Le rapport public annuel 2022 - Les acteurs publics face à la crise : une réactivité certaine, des fragilités structurelles accentuées, février 2022
- Direction Générale du Trésor, Effets économiques du changement climatique, juillet 2020
- DGEC, Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat, Version provisoire du projet de stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et du projet de programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), février 2019
- Etat, Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État – PLF 2022, octobre 2021
- European Commission. Impact assessment accompanying the document "Stepping up Europe's 2030 climate ambition, investing in a climate-neutral future for the benefit of our people", septembre 2020
- Eurostat, Commission Européenne, Système européen des comptes – SEC 2010, juin 2013
- Eurostat, Environmental goods and services sector accounts, Handbook, 2016 Edition, 2016
- Eurostat, Environmental protection expenditure accounts, Handbook, 2017 Edition, 2017
- FNTP, Carbone 4, et OFCE, Investir la transition écologique, contribution à un plan d'investissement», janvier 2022
- France Stratégie, La valeur de l'action pour le climat, rapport de la commission présidée par Alain Quinet, février 2019
- France Stratégie, Les coûts d'abattement – Partie 1 – Méthodologie, juin 2021
- Haut Conseil pour le Climat, Rapport annuel 2022 – Dépasser les constats, mettre en œuvre les solutions, juin 2022
- INSEE, Prix social du carbone et engagement pour le climat : des pistes pour une comptabilité économique environnementale ?, octobre 2020
- INSEE, Indice des prix à la consommation - Base 2015 - Ensemble des ménages - France - Nomenclature Coicop : 07.1.1 - Voitures automobiles, Identifiant 001763643, paru le 12 août 2022
- Le Monde, Anthony Villeneuve, A Saint-Avold, on rallume la centrale à charbon pour éviter les coupures d'électricité cet hiver, septembre 2022
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, Stratégie nationale bas-carbone - La transition écologique et solidaire vers la neutralité carbone, mars 2020
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019-2023 et 2024-2028, avril 2020
- Ministère de la Transition écologique et solidaire, Label Greenfin France finance verte, référentiel, avril 2019
- Ministère de la Transition énergétique, Ajustement technique des budgets carbone, juillet 2022
- Observ'ER, Étude qualitative du marché des pompes à chaleur individuelles, juillet 2022
- OIES, The Oxford Institute for Energy Studies, The Outlook for Floating Storage and Regasification Units (FSRUs), juillet 2017
- SNCF Réseau, Rapport financier annuel du groupe SNCF Réseau 2021, février 2022
- Technical Expert Group Sustainable Finance, Taxonomy report: technical annex, Updated methodology & updated technical screening criteria, mars 2020
- Vogt-Schilb, Meunier et Hegatte, Should Marginal Abatement Costs Differ across Sectors?, avril 2013

INSTITUTE FOR CLIMATE ECONOMICS
30 rue de Fleurus - 75006 Paris

www.i4ce.org
Contact : contact@i4ce.org

Suivez-nous sur

