

CONSEIL D'ORIENTATION DES RETRAITES

Séance plénière du 21 décembre 2023 à 10h00

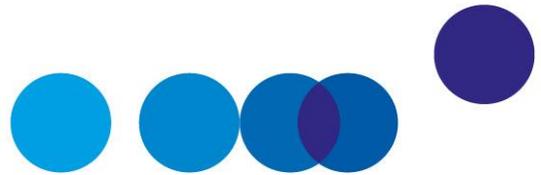
« Cibles d'évolution de la productivité à long terme : nouveaux éléments de cadrage »

Document n° 5

<i>Document de travail, n'engage pas le Conseil</i>

Les incidences économiques de l'action pour le Climat

Extraits du Rapport à la Première ministre, S. Mahfouz – Jean Pisani-Ferry



CHAPITRE 8

UN IMPACT MACROÉCONOMIQUE INCERTAIN

1. L'investissement n'accroîtra pas nécessairement la production potentielle

Si des incertitudes demeurent sur leur montant exact et sur la façon dont ils seront financés, il ne fait pas de doute que la transition vers une économie moins émissive en gaz à effet de serre nécessitera des investissements conséquents. La question des effets économiques de ce supplément d'investissement est en revanche moins tranchée. Dans la plupart des évaluations macroéconomiques, ce choc constitue un surcroît de demande, qui conduit normalement, par le jeu des mécanismes keynésiens, à une augmentation de l'activité. C'est oublier qu'il s'agit d'investissements un peu particuliers qui ne visent pas à augmenter la capacité de production de l'économie, mais à réduire les émissions de gaz à effet de serre, et peuvent de ce fait avoir des effets négatifs sur l'offre.

Trois questions, en partie liées, doivent alors être clarifiées : celle de la rentabilité de ces investissements ; celle de leur financement ; et enfin celle de leurs effets sur la productivité.

S'agissant des deux premières questions, celles de la *rentabilité* et du *financement*, elles dépendent en partie des politiques mises en œuvre pour déclencher les investissements nécessaires.

- Les contraintes imposées par les réglementations peuvent être assimilées à des prix implicites (que les agents ne payent pas mais qui déclenchent les investissements) ; mais elles ne modifient pas réellement la rentabilité des projets : l'interdiction d'installation de chaudières au fioul ou d'achat de véhicules thermiques, ou les obligations de rénovation, ne rendent pas ces dépenses plus rentables.
- La tarification du carbone, en renchérissant les énergies fossiles, peut rendre rentables des investissements qui ne l'étaient pas avec un prix du carbone plus bas. Mais si les ménages ou les entreprises ont alors davantage intérêt à investir dans des équipements décarbonés, cela n'augmente pas pour autant leur capacité à les

financer : ils ne sont globalement pas plus riches que dans un monde sans taxation du carbone, même si les recettes de la taxe sont redistribuées.

- Les subventions publiques à l'investissement déplacent la contrainte financière des agents privés vers l'État. Mais elles n'orientent pas nécessairement vers les investissements les plus rentables ou ayant le coût d'abattement le plus faible.

Pour ce qui est enfin de la troisième question, celle de l'impact sur la *productivité* de l'ensemble de l'économie, tout dépend de si ces investissements sont additionnels, ou de s'ils se substituent à d'autres, sans augmenter l'enveloppe totale :

- Dans le premier cas, l'impact sur la productivité pourrait être neutre ou légèrement positif. Mais un supplément d'investissement persistant de l'ordre de deux points de PIB pose des questions de capacité de financement des entreprises, des ménages et des administrations publiques ;
- Dans le second cas, le consensus est aujourd'hui plutôt que la productivité sera – transitoirement – négativement affectée par la transition, les investissements consacrés à l'efficacité énergétique se faisant au détriment d'investissements de productivité. Les ordres de grandeur sont incertains mais une perte de l'ordre d'un tiers de point par an est une approximation raisonnable (voir Encadré 10).

Au total, la transition constitue un choc d'offre négatif qui s'accompagne d'un besoin de financement d'investissements dont la rentabilité n'est pas acquise : en mettant un prix – financier ou implicite – sur une ressource gratuite (le climat), elle augmente les coûts de production, sans qu'il soit garanti que la diminution des coûts énergétiques puisse finir par les compenser, tandis que les investissements qu'elle appelle n'augmentent pas les capacités productives, mais doivent néanmoins être financés.

Encadré 10 – Quel impact de la transition énergétique sur la productivité ?

L'objectif de neutralité climatique ne peut être atteint qu'au prix d'une transformation radicale de la façon dont nous produisons, dont nous nous déplaçons, dont nous nous chauffons, dont nous consommons. Quantifier l'impact de ces transformations sur la productivité du travail (la valeur ajoutée par heure travaillée) ou sur la productivité totale des facteurs (la valeur ajoutée par unité de mix capital-travail) est crucial pour connaître le chemin de croissance économique compatible avec le respect de l'objectif¹.

¹ Les effets du réchauffement lui-même sont abordés dans le Chapitre 1 et le rapport thématique *Dommmages et adaptation*.

Une revue de la littérature économique empirique et théorique sur le sujet nous enseigne qu'il est probable que la transition énergétique s'accompagne d'un ralentissement significatif de la productivité¹. Il est difficile de chiffrer précisément ce ralentissement, notamment parce qu'il dépend des politiques mises en œuvre pour déclencher et accompagner la transition énergétique. Un chiffrage très approximatif obtenu sur données américaines retient qu'une amélioration de 1 % par an de l'efficacité de l'énergie fossile s'est, par le passé, traduite par un ralentissement de 0,1 point de pourcentage de la productivité totale des facteurs². Des chiffrages basés sur des modèles calibrés sur données françaises, américaines ou mondiales confirment l'existence d'un arbitrage entre productivité et réduction de la consommation d'énergie fossile. Sur données françaises, Henriet *et al.* (2014) chiffreront ainsi que le ralentissement de la productivité pourrait être en moyenne d'un tiers de point de pourcentage par an pendant la période de transition³.

Trois observations viennent cependant tempérer ce relatif pessimisme. Tout d'abord, les mêmes études empiriques et théoriques aboutissent à la conclusion qu'une fois la transition énergétique effectuée, la croissance de la productivité du travail (ou celle de la productivité globale des facteurs) retrouverait, voire dépasserait, le rythme observé avant la transition énergétique. Le ralentissement serait ainsi temporaire. Ensuite, un bon dosage de taxation du carbone et de subventions à la recherche peut limiter le coût en productivité de la transition énergétique. Enfin, les travaux recensés supposent généralement que l'économie produit un seul bien.

Pour arriver à ces conclusions, plusieurs types de travaux peuvent être mobilisés :

- Les chiffrages économétriques de l'impact des réglementations environnementales (comprises ici comme des normes et/ou de la taxation carbone) sur données individuelles d'entreprises ou sectorielles aboutissent désormais à la conclusion que les entreprises les plus performantes ont pu accroître leur productivité à la suite d'un renforcement de la régulation environnementale. Cela semble d'autant plus le cas que ces entreprises ont accès au crédit et qu'elles exercent leur activité dans des pays où des politiques environnementales existent déjà, de telle sorte qu'elles connaissent l'existence de technologies d'abattement. Ces résultats ne se retrouvent ni pour les entreprises des secteurs intensifs en énergie ni pour les entreprises qui ne sont pas parmi les plus performantes.

¹ Voir France Stratégie (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat. Productivité*, rapport thématique coordonné par Anne Epaulard, mai. Voir aussi Alestra C., Cette G., Chouard V. et Lecat R. (2020), « Long-term growth impact of climate change and policies: the Advanced Climate Change Long-term (ACCL) scenario building model », *Working Paper*, n° 759, Banque de France, avril.

² Hassler J., Krusell P. et C. Olovsson (2021), « Directed technical change as a response to natural resource scarcity », *Journal of Political Economy*, vol. 129 (11), novembre, p. 3039-3072.

³ Henriet F., Maggiar N. et K. Schubert (2014), « A stylized applied energy – Economy model for France », *The Energy Journal*, vol. 35(4), p. 1-37.

- Les modèles macroéconomiques de croissance endogène intégrant du « progrès technique dirigé » (Acemoglu *et al.*, 2012¹) aboutissent à des conclusions voisines. Dans ces modèles, la transition énergétique est coûteuse en termes de croissance de la productivité du fait de la nécessité d'orienter le progrès technique vers le développement de technologies vertes ou de technologies qui économisent l'énergie, plutôt que vers celles qui économisent le travail. Compte tenu des efforts passés pour améliorer la productivité des technologies brunes, la réorientation vers les technologies vertes réduit temporairement la croissance. Mais cet effet est passager et rien ne dit qu'il ne peut pas s'inverser une fois la transition achevée.
- La politique optimale consiste alors à mettre en place une tarification du carbone qui peut se suffire à elle-même (comme chez Hassler *et al.*, 2021) ou doit être accompagnée de subventions à la R & D dans le secteur des énergies ou des technologies propres (comme chez Acemoglu *et al.*, 2012).
- Lorsqu'une tarification du carbone n'est pas applicable, en particulier pour des raisons d'acceptabilité politique, et que les pouvoirs publics optent pour un recours exclusif aux subventions, le coût en bien-être de la transition et son impact sur la croissance de la productivité sont plus élevés (voir par exemple Pommeret, Ricci et Schubert, 2023² et Bistline *et al.*, 2023³).

2. Les effets macroéconomiques des politiques de réduction des émissions sont difficiles à appréhender

Pour apprécier les effets macroéconomiques combinés du choc d'offre négatif et du choc de demande positif que représente la transition, ainsi que les effets d'entraînement qu'ils provoquent, il est nécessaire de recourir à des simulations réalisées à l'aide de modèles macroéconomiques. De tels travaux ont été effectués en France (pour l'évaluation de la SNBC 2), en Europe (pour l'étude d'impact du paquet Fit for 55) au Royaume-Uni ou à l'échelle globale. Quand elles ne supposent pas que la transition repose sur une taxation du carbone, soit explicite, soit implicite (lorsque les réglementations sont introduites sous la forme d'un prix implicite du carbone), ces analyses traitent la transition comme un choc d'investissement sans examiner la nature de cet investissement. En conséquence, elles aboutissent à une évaluation

¹ Acemoglu D., Aghion P., Bursztyl L. et Hémous D. (2012), « [The environment and directed technical change](#) », *American Economic Review*, vol. 102(1), février, p. 131-166.

² Pommeret A., Ricci F. et Schubert K. (2023), « [Confronting the carbon pricing gap: Second best climate policy](#) », à paraître.

³ Bistline J., Mehrotra N. et Wolfram C. (2023), « [Economic implications of the climate provisions of the Inflation Reduction Act](#) », *Brookings Papers on Economic Activity*, printemps.

positive de ses impacts en termes d'activité économique ou d'emploi dans des modèles keynésiens (et quasiment nulle dans des modèles néo-classiques)¹.

Il est difficile d'évaluer l'incidence économique de la transition sans préciser d'abord les politiques qui vont être mises en œuvre pour la conduire. Pourtant, les mesures correspondantes sont loin d'être toujours explicitées dans les évaluations, sinon en termes génériques : « prix du carbone », « subventions », ou « régulations »². À l'horizon 2050, il est clair que tous les choix politiques ne peuvent être arrêtés, ne serait-ce que parce que des technologies nouvelles sont susceptibles d'apparaître. Mais d'ici 2030, c'est beaucoup moins le cas.

Or supposer que l'on peut analyser les incidences économiques de la transition sans spécifier d'abord les politiques qui seront menées, comme on a parfois tenté de le faire faute de mieux, est peu satisfaisant : les incidences économiques de mesures obligeant les ménages à changer de chaudières, à se déplacer davantage en transports en commun, ou de politiques conduisant à construire des éoliennes ont en effet peu de chances d'être les mêmes.

En cohérence avec la méthode *bottom up* adoptée pour recenser les investissements (Chapitre 7), l'approche retenue ici a donc consisté à identifier puis à simuler des mesures très précisément définies permettant d'atteindre les objectifs de la France pour 2030 dans le cadre de la future Stratégie nationale bas carbone (SNBC 3) (par exemple, l'interdiction d'installer de nouvelles chaudières au fioul et leur remplacement, aidé ou non par un soutien public, par des pompes à chaleur) afin d'examiner comment elles peuvent être modélisées de la façon la plus précise possible. Le fait de raisonner sur des mesures concrètes permet, comme on le verra, de mieux apprécier le réalisme des effets simulés³.

Une attention particulière a également été apportée à bien préciser le scénario de référence par rapport auquel les mesures sont évaluées : si une grande partie de la réduction des émissions est réalisée dans le scénario de référence (parce qu'il intègre les politiques déjà votées), et si on n'examine que les effets économiques d'une augmentation de l'effort, on ne mesure pas l'incidence économique totale des politiques de réduction des émissions. Cela peut notamment conduire à sous-estimer l'impact de l'investissement sur les ratios d'endettement, et donc sur la solvabilité des entreprises et des ménages. L'étude d'impact de

¹ Voir, pour la France, le [Rapport d'accompagnement de la SNBC 2](#) (2020) et le tableau 2 de la note de novembre 2022, qui en résume les résultats (Pisani-Ferry J. et Mahfouz S., « [L'action climatique : un enjeu macroéconomique](#) », *op. cit.*) ; pour l'Union européenne, l'*Impact Assessment* de la stratégie Fit for 55 par la Commission européenne (2020) ; pour le Royaume-Uni, l'étude de Cambridge Econometrics pour le Climate Change Committee [Economic Impact of the Sixth Carbon Budget](#) (2020).

² Certaines études prennent plus explicitement en compte les contraintes de réduction des émissions. Voir par exemple pour le secteur de l'énergie : Chateau J., Jaumotte F. et Schwerhoff G. (2022), « [Climate policy options: a comparison of economic performance](#) », *IMF Working Papers*, n° 2022/242, décembre.

³ Ces simulations ont un but illustratif et ne présument pas des choix qui seront faits dans le cadre de la SNBC 3.

la stratégie Fit for 55 qui s'intéresse aux effets d'un effort supplémentaire retient ainsi un scénario de référence dans lequel les émissions sont déjà réduites de 40 % en 2030¹.

Pour évaluer les incidences économiques de la transition, nous tâcherons, autant que possible, de simuler les effets sur l'économie de l'ensemble des politiques de réduction des émissions. Pour piloter la politique économique et notamment asseoir des prévisions de finances publiques, c'est même d'une description de l'évolution de l'économie, et non de ses écarts à un scénario de référence (i.e. d'un compte central et non d'une variante), qu'on souhaiterait disposer, même si c'est plus exigeant et n'a pas été fait à ce stade.

Des simulations ont ainsi été réalisées par l'Ademe² à l'aide du modèle ThreeME³ afin d'illustrer les mécanismes économiques en jeu au niveau national et de quantifier les effets macroéconomiques des mesures sectorielles de réduction des émissions détaillées dans le Chapitre 6. Les dimensions internationales, par exemple les effets du MACF, sont abordées dans le Chapitre 12 et le rapport thématique *Compétitivité* : il est supposé ici que nos partenaires commerciaux ne mènent pas les mêmes politiques, ce qui conduit à une dégradation du commerce extérieur. La politique monétaire est supposée réagir au surcroît d'inflation (règle de Taylor). Des scénarios complets intégrant toutes les mesures ont également été simulés, en prenant en compte les effets potentiellement négatifs de la transition sur la productivité évoqués précédemment. On se bornera ici à détailler deux exemples de mesures afin de bien expliciter les mécanismes en jeu et leur prise en compte dans les simulations, avant de présenter une simulation complète de l'impact macroéconomique des politiques de transition.

L'interdiction de mise sur le marché de véhicules particuliers thermiques en 2035 simulée conduit bien à une accélération de la diffusion des véhicules électriques : leur part dans les immatriculations passerait de 12 % aujourd'hui à 66 % en 2030, contre 30 % en l'absence de mesures supplémentaires. Le verdissement du parc automobile est bien sûr beaucoup plus lent : la part des véhicules électriques dans l'ensemble des véhicules particuliers ne serait que d'environ 15 % en 2030.

¹ Dans les simulations présentées ici, on précisera quand une partie de la réduction des émissions est intégrée dans le scénario de référence (par exemple pour les rénovations des passoires thermiques).

² Gaël Callonec et Alma Monserand ont réalisé l'ensemble des simulations présentées dans ce chapitre et dans le complément *Simulations*, ce qui représente un travail considérable, réalisé dans des délais très contraints. Nous tenons à les remercier tout particulièrement pour leur implication, ainsi que pour les échanges très constructifs qui nous ont permis d'avancer collectivement sur ces questions parfois ardues de modélisation.

³ Pour une présentation rapide du modèle ThreeME, voir par exemple l'encadré 2 du rapport thématique *Modélisation*, coordonné par Jérôme Trinh. Pour une présentation plus détaillée, voir *ThreeME V3 (2021): ThreeME Version 3 - Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy - A full description* sur le site [ThreeME Model](#).

Une question, un peu technique, se pose sur le partage volume/prix du surcoût de ces véhicules. En comptabilité nationale, l'écart de prix entre véhicules électriques et véhicules thermiques est en effet considéré comme reflétant une amélioration de la qualité et correspond donc à une hausse du volume d'automobiles, et non à une hausse de leur prix¹. L'idée sous-jacente est que si les consommateurs acceptent de payer plus cher, c'est bien qu'ils accordent de la valeur à la différence entre véhicules électriques et thermiques. La hausse des dépenses engendrée par l'augmentation de la part des véhicules électriques dans les ventes conduit ainsi, en comptabilité nationale, à une augmentation du volume de consommation automobile² et non à une hausse de son prix moyen.

Dans un contexte où c'est la réglementation qui oblige les consommateurs à se tourner vers des véhicules électriques qui ne leur procurent pas nécessairement une plus grande utilité – même si leur coût d'usage au kilomètre parcouru est plus faible –, ce raisonnement devient contestable. Pour l'évaluation des effets économiques de la diffusion des véhicules électriques, cette convention a en outre des effets peu intuitifs : elle conduit à une hausse de la demande en volume adressée au secteur automobile, sans hausse de leur prix, et donc à une augmentation de la production et de la valeur ajoutée, qui entraîne une hausse de l'emploi dans la construction automobile.

Ce résultat est assez peu conforme aux conséquences attendues de l'électrification des véhicules qui risque plutôt de conduire à une réduction de l'emploi dans le secteur. Il convient donc de neutraliser ces effets sur l'emploi par un choc positif sur la productivité du travail dans l'industrie automobile. Mais cela conduit à réduire encore les prix dans ce secteur, et ne neutralise pas les effets induits sur les autres secteurs de la hausse de la production automobile. Il serait plus satisfaisant – mais aussi plus compliqué car cela conduit à réviser le partage volume/prix de la comptabilité nationale – de modéliser le surcoût entraîné par le remplacement de véhicules thermiques par des véhicules électriques comme un choc sur le prix des intrants, en l'occurrence les batteries. Les résultats qui suivent ne corrigent donc que partiellement cet effet du partage volume/prix.

Au-delà de ces difficultés techniques, les effets macroéconomiques de la mesure dépendent *in fine* de trois facteurs :

- la capacité des ménages à financer l'achat de véhicules électriques plus chers³ ;
- la part de ces véhicules (ou de leurs composants) qui est importée ;
- le montant des aides publiques.

¹ France Stratégie (2023), *Les incidences économiques de l'action pour le climat. Inflation*, rapport thématique coordonné par Stéphane Dees, mai.

² C'est-à-dire de la valeur à prix constants.

³ Même si les véhicules neufs sont d'abord achetés par des entreprises, alors que les ménages achètent des véhicules d'occasion, la hausse des prix se répercute sur le marché de l'occasion au fur et à mesure de l'arrivée des véhicules électriques sur ce marché et elle est donc bien supportée *in fine* par les ménages.

Si les montants d'aides publiques à l'achat de véhicules électriques (bonus écologique et prime à la conversion) augmentent avec les ventes (soit une hausse de l'ordre de 5 milliards d'euros à l'horizon 2030), si les ménages peuvent financer les surcoûts (près de 10 milliards en 2030 dans la simulation malgré les aides¹) et si les batteries ne sont pas majoritairement importées, l'interdiction des ventes peut conduire à un léger supplément d'activité (voir Graphique 15a, page suivante).

Si, à l'inverse, l'enveloppe des aides publiques est contrainte, cet effet positif est fortement réduit (Graphique 15b). Si, de plus, les ménages rencontrent des contraintes de financement (Graphique 15c), ou si les batteries sont majoritairement importées (Graphique 15d), l'effet sur la croissance peut être nul voire légèrement négatif. La réduction des émissions permise par cette mesure, prise isolément – sans prendre en compte les effets de la décarbonation de l'électricité – serait de 6 MtCO_{2e} dès 2030.

La même mesure peut donc avoir des effets très différents selon les conditions dans lesquelles elle est mise en œuvre. L'interdiction de mise sur le marché des voitures thermiques sera expansionniste si elle s'accompagne d'une politique de développement de l'industrie des batteries, si les ménages sont suffisamment aidés et s'ils peuvent puiser dans leur épargne pour absorber le surcoût associé. Elle requiert également que la reconversion des salariés se fasse sans difficultés : les effets globaux sur l'emploi sont limités (-20 000 emplois en 2032 dans le cas où les batteries sont importées), mais ils sont concentrés sur l'industrie automobile (-30 000 emplois, soit -15 % en 2033). À l'inverse, elle sera légèrement récessive si ces conditions ne sont pas réunies.

Un second exemple touche au secteur résidentiel, pour lequel deux mesures ont été simulées² :

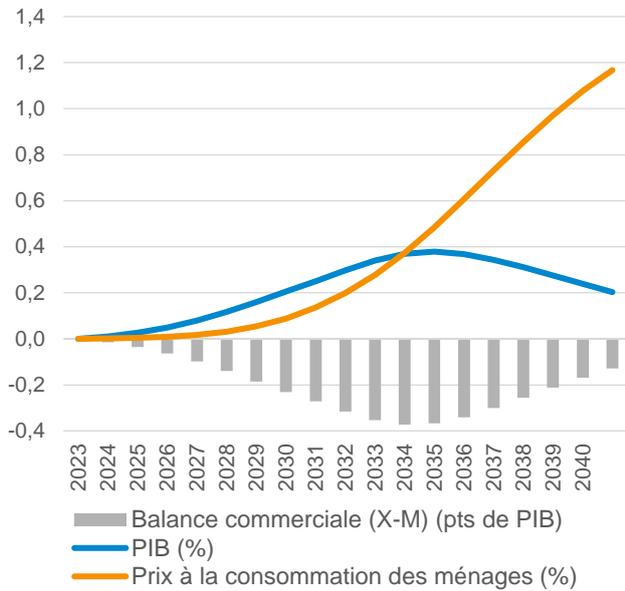
- *l'interdiction d'installation de nouvelles chaudières au fioul* à partir de 2022 qui conduit au remplacement de trois quarts d'entre elles par des pompes à chaleur, largement importées ;
- *l'augmentation des aides à la rénovation* des passoires thermiques (MaPrimeRénov' et certificats d'économie d'énergie, pour les logements de classe énergétique F ou G).

¹ Ces montants diffèrent de ceux présentés dans le Chapitre 7, car le modèle ThreeME ne retient pas les mêmes hypothèses sous-jacentes, notamment d'évolution des immatriculations totales, et intègre des effets de bouclage macroéconomique.

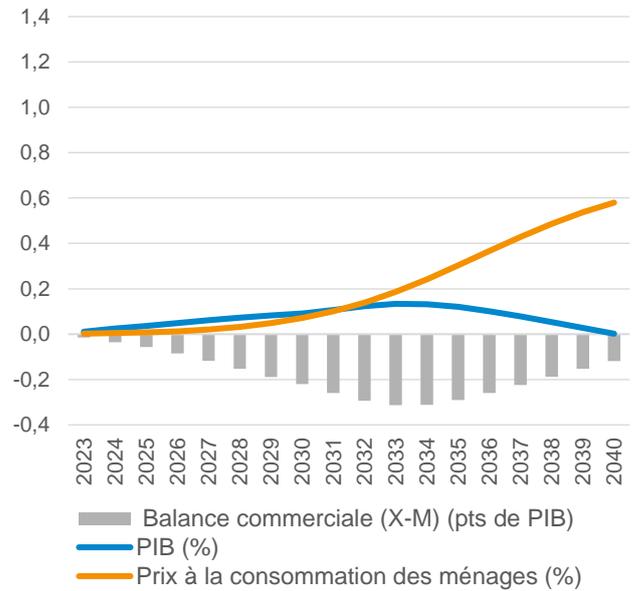
² Seule la première est détaillée dans ce chapitre, la seconde est présentée dans le complément [Simulations](#).

Graphiques 15 – Effets macroéconomiques d’une interdiction de vente de véhicules thermiques en 2035, sous différentes hypothèses (en écart au scénario de référence)

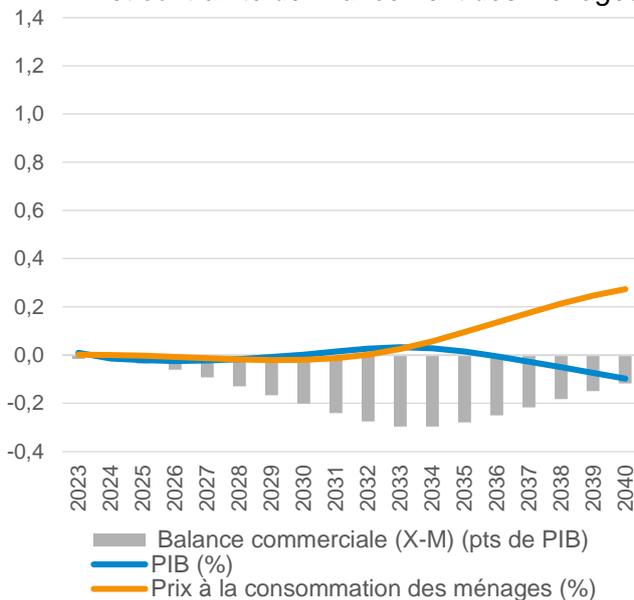
a) *Sans réduction des aides ni contrainte de financement des ménages ni batteries importées*



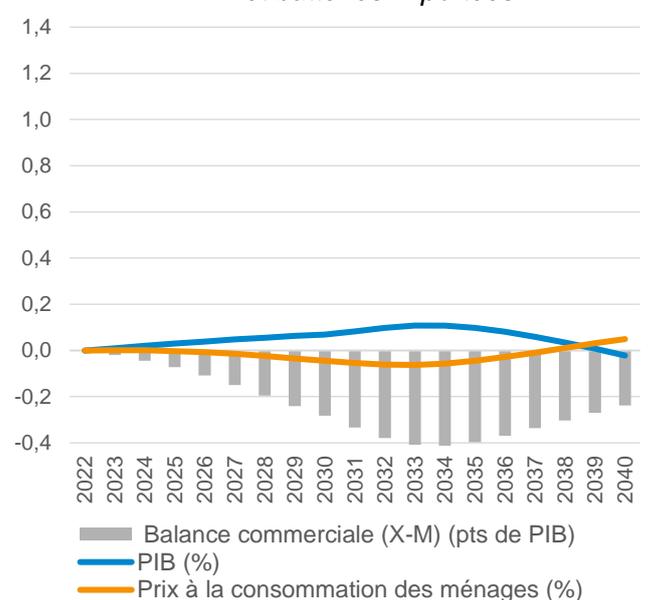
b) *Avec seulement une réduction des aides*



c) *Avec réduction des aides et contrainte de financement des ménages*



d) *Avec réduction des aides et batteries importées*



Lecture : si les aides à l’achat de véhicules électriques ne sont pas réduites, si les ménages ne sont pas contraints financièrement, et si les batteries de ces véhicules ne sont pas supposées importées, l’interdiction de vente de véhicules électriques en 2035 conduirait à une légère hausse du PIB, des prix plus élevés et un creusement de la balance commerciale (a). Ces effets seraient fortement atténués voire inversés si les aides sont réduites (b) si les ménages sont contraints financièrement (c), ou si les batteries sont importées (d).

Source : Ademe, simulations réalisées à l’aide du modèle ThreeME

Dans le scénario de référence utilisé dans ThreeME, en l'absence de mesures, le parc de logements fait déjà l'objet de rénovations importantes : le nombre de rénovations y qui passe de 800 000 en 2023 à 1,4 million en 2030, pour des montants annuels de travaux qui augmentent de 20 à 35 milliards d'euros. En conséquence, dans le scénario de référence, la part des passoires thermiques baisse de 13 % à 8 % entre 2023 et 2030 et atteint 2 % en 2050.

La première mesure nécessite des investissements supplémentaires d'environ 3 milliards d'euros par an d'ici 2030 (voir Chapitre 7).

Même si le parc de logements et les choix de rénovations sont modélisés très finement dans ThreeME, il a été nécessaire de modifier le modèle pour simuler le remplacement des chaudières (voir le complément *Simulations*)¹. L'interdiction d'installation de nouvelles chaudières au fioul est ainsi modélisée par un choc sur les consommations intermédiaires en biens d'équipement du secteur de la construction (pour refléter les substitutions de chaudières par des pompes à chaleur) et par un choc sur les consommations d'énergie de chauffage des ménages, accompagnés ou non d'un choc sur les aides publiques à la rénovation, qui se retrouve dans les montants de travaux de rénovation des ménages. Cette modélisation a l'avantage sur le recours à une hausse de prix implicite du fioul de faire apparaître les besoins d'investissements associés au changement d'énergie de chauffage.

La mesure permet de remplacer les trois quarts des 3 millions de chaudières au fioul par des pompes à chaleur air-eau et ainsi de réduire la consommation de fioul pour le chauffage en 2030, en contrepartie d'une hausse de la consommation d'électricité. Cela réduit les émissions de gaz à effet de serre liées à l'usage des bâtiments de 6 MtCO_{2e} en 2030².

D'un point de vue économique, l'interdiction d'installation de chaudières au fioul se traduit par une hausse de l'investissement des ménages, financée par le creusement du déficit en cas de soutien public et qui bénéficie surtout aux importations dans l'hypothèse – extrême – où toutes les pompes à chaleur seraient importées. L'effet sur le PIB, les finances publiques et le solde commercial est négatif dans un premier temps, car les pompes à chaleur sont supposées être importées (comme c'est majoritairement le cas aujourd'hui), mais s'inverse ou s'annule dans un second temps (quand les remplacements sont terminés) du fait de la réduction des importations d'énergies fossiles (voir Graphique 16 page suivante). Si les pompes à chaleur étaient produites localement, l'effet sur le PIB serait positif, ce qui réduirait la dégradation des finances publiques, et la balance commerciale se creuserait moins.

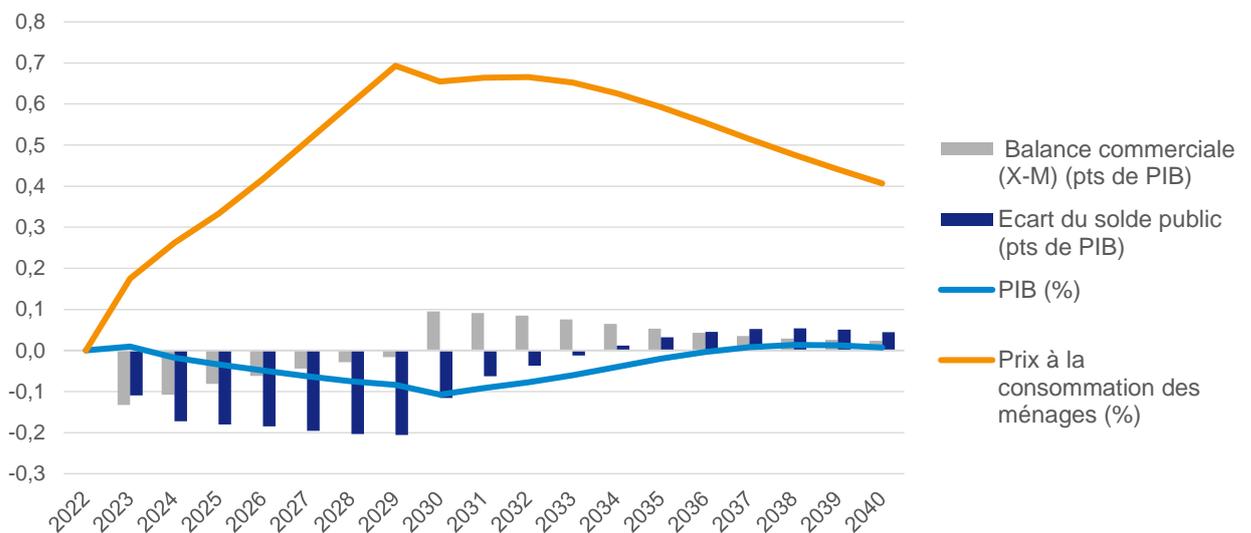
¹ Le choix de l'énergie du chauffage dépend dans ThreeME du prix relatif des énergies, qui n'est pas modifié par l'interdiction d'installation de nouvelles chaudières au fioul.

² Cette mesure a également un effet indirect, un peu paradoxal, sur les rénovations : l'installation de pompes à chaleur réduit les dépenses d'énergie et rend donc moins rentables certains travaux de rénovation : le nombre de logements rénovés (hors installation de PAC) et les montants de travaux de rénovations hors PAC sont ainsi plus faibles dans la simulation que dans le scénario de référence.

Qui plus est, les investissements réalisés augmentent certes les dépenses des ménages (du fait de l'achat de pompes à chaleur), mais sans améliorer leur utilité ou leur bien-être : le service de chauffage rendu aux ménages par une chaudière au fioul ou une pompe à chaleur est globalement le même¹. Si l'État finance les aides supplémentaires aux ménages par une hausse des taxes ou par une baisse d'autres aides aux ménages, leur utilité sera même *in fine* diminuée. Il peut ainsi y avoir une déconnexion entre les effets économiques des réglementations tels qu'ils sont mesurés par le PIB ou par la consommation des ménages, et les effets ressentis par ces mêmes ménages.

Ces deux exemples illustrent la nécessité d'une approche granulaire qui permette de prendre en compte de manière fine la nature des leviers mis en œuvre et celle des mécanismes économiques correspondants.

Graphique 16 – Effets d'une interdiction d'installation de nouvelles chaudières au fioul par des pompes à chaleur importées, avec soutien public (en écart au scénario de référence)



Lecture : le remplacement des chaudières au fioul d'ici 2030 par des pompes à chaleur 100 % importées, intégralement financé par des aides publiques, dégrade légèrement l'activité et creuse initialement le déficit public et la balance commerciale. Dans un second temps, elle permet une amélioration de la balance commerciale grâce aux économies d'énergies fossiles importées.

Source : Ademe, simulations réalisées à l'aide du modèle ThreeME

La même approche a été adoptée pour l'ensemble des leviers que mobilise la transition climatique (voir Chapitre 7) :

- mesures fiscales : SEQE 2 bâtiment transport et indexation sur l'inflation des taxes intérieures sur les consommations énergétiques après 2030 ;

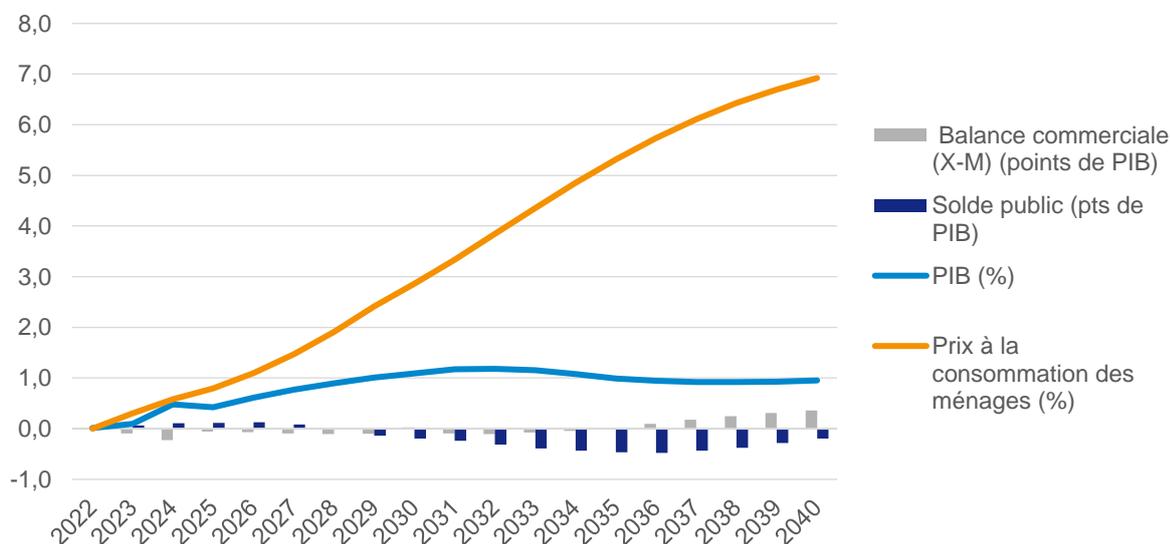
¹ En pratique, il est même potentiellement moins bon en l'absence d'isolation. Dans un second temps, la pompe à chaleur réduit certes les factures d'énergie, mais pas assez pour susciter un changement de chaudière spontané.

- transport routier : outre l'interdiction de vente de véhicules thermiques présentée précédemment, des investissements dans les infrastructures favorisant le report modal ont été intégrés ;
- bâtiments : en plus de l'interdiction du fioul, une hausse des aides à la rénovation des passoires et le respect des obligations du décret tertiaire ont été simulés ;
- industrie : subventions aux investissements d'efficacité énergétique ;
- production d'énergie : investissements nécessaires à la modification du mix électrique.

Le détail des résultats est présenté dans le complément [Simulations](#). Les mesures plus classiques de subvention, ou de hausse des taxes (mise en place du SEQE dans le bâtiment et le transport), posent en effet moins de difficultés de modélisation que les mesures réglementaires.

Le Graphique 17 fournit les résultats correspondants. Dans le Graphique 18, les effets d'un choc négatif sur la productivité sont ajoutés pour illustrer le risque de ralentissement de la productivité discuté précédemment, qui n'est pas pris en compte dans les simulations précédentes (la productivité tendancielle étant exogène). Dans les deux cas, la réduction des émissions de gaz à effet de serre serait de 110 MtCO_{2e} environ en 2030 par rapport à 2020 et 150 MtCO_{2e} en 2035.

Graphique 17 – Effets de l'ensemble des mesures, sans effets sur la productivité (en écart au scénario de référence)

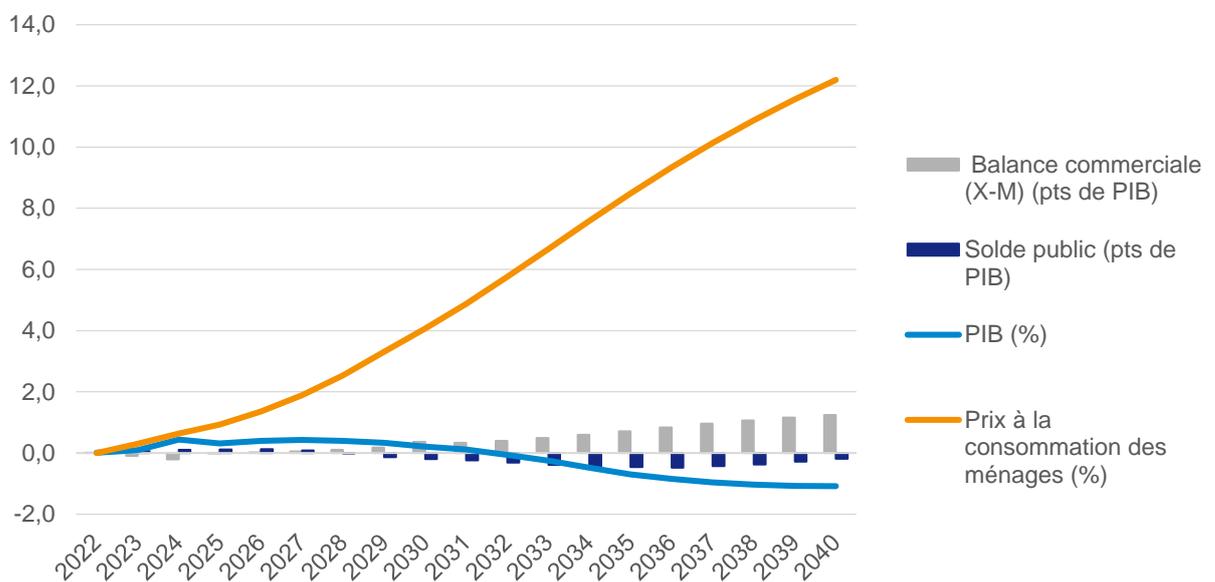


Lecture : en 2040, le PIB serait supérieur de 1 point à ce qu'il aurait été en l'absence des mesures de réduction des émissions, les prix seraient 7 points plus élevés, la balance commerciale améliorée de 0,5 point environ et le solde public légèrement dégradé.

Source : Ademe, simulations réalisées à l'aide du modèle ThreeME

En l'absence de choc sur la productivité, l'ensemble des mesures a des effets légèrement positifs sur la croissance à l'horizon 2030 ou 2040, au prix d'une dégradation de la balance commerciale et du solde public¹. Une simulation « à solde public inchangé » conduirait ainsi à des résultats moins positifs sur la croissance. Les effets sur les prix seraient très importants². Le choc d'offre négatif que représente la transition éroderait progressivement le surcroît de croissance, et aggraverait les effets inflationnistes, du fait de l'augmentation des coûts unitaires de production due à la moindre productivité.

Graphique 18 – Effet de l'ensemble des mesures avec un effet négatif sur la productivité (en écart au scénario de référence)



Lecture : en 2040, le PIB serait inférieur de 1 point à ce qu'il aurait été en l'absence des mesures de réduction des émissions et d'impact négatif sur la productivité, les prix seraient plus de 12 points plus élevés, la balance commerciale améliorée de 1,2 point et le solde public légèrement creusé.

Note : pour un choc de productivité de -0.3 point de 2024 à 2030, puis -0,2 pendant cinq ans, puis -0,1 pendant cinq ans.

Source : Ademe, simulations réalisées à l'aide du modèle ThreeME

En conclusion les politiques de réduction des émissions étudiées, qu'il s'agisse de taxes, de subventions ou de réglementations, ont des effets communs au niveau macroéconomique :

- elles déclenchent une augmentation des investissements et des dépenses en biens d'équipements des entreprises et des ménages. Si les biens correspondants, qu'il

¹ Des résultats plus détaillés sur la consommation, l'investissement, l'emploi, etc., sont présentés dans le complément [Simulations](#).

² Certains résultats de simulations finalisées très récemment peuvent appeler des travaux complémentaires.

s'agisse de véhicules électriques, de pompes à chaleur ou d'éoliennes, sont produits en France et peuvent être financés sans évincer d'autres dépenses, ce surcroît d'investissement accroît le PIB et l'emploi. Comme ces investissements n'augmentent en général pas la richesse produite, leur financement dégrade nécessairement dans un premier temps la situation financière des entreprises ou des ménages qui les réalisent – ou les finances publiques si celles-ci sont mises à contribution ;

- les économies d'énergie fossile importée permettent une amélioration graduelle de la balance commerciale et du revenu national. C'est macroéconomiquement un bénéfice, qui ne peut cependant se manifester que progressivement. Dans un premier temps, l'effet investissement domine ;
- ces effets de demande positifs seraient plus que contrebalancés par les effets négatifs du ralentissement de la productivité induit par la substitution d'investissements d'efficacité énergétique à des investissements dans du capital productif. Ce mécanisme, difficile à chiffrer, pourrait induire à l'horizon 2030 une baisse du PIB potentiel de 1,5 à 2 points, en supposant une réduction de 0,25 à 0,3 point du rythme de croissance de la productivité et une baisse du PIB effectif de l'ordre d'un point, accompagnée d'un surcroît d'inflation ;
- *in fine*, la résultante entre les effets de demande positifs et les effets d'offre négatifs dépendent beaucoup des conditions de financement des investissements et de leurs implications pour la situation financière des ménages et des entreprises concernés : pour des mesures très micro-sectorielles, cela revient à supposer que les ménages et les entreprises disposent de capacités à financer des investissements sans que cela évince d'autres dépenses, ce qui n'est pas satisfaisant si ces investissements sont peu productifs ;
- plus largement, cela renvoie à la question de la rentabilité des investissements nécessaires à la transition posée au début de ce chapitre : quelle que soit la politique mise en œuvre, une spécificité des investissements dans l'efficacité énergétique est qu'ils ne permettent pas – en général – de produire plus de richesses : leur rentabilité tient à ce qu'ils réduisent les dépenses d'énergie futures, et plus largement les coûts d'exploitation. Cette rentabilité dépend donc fortement des prix futurs des différentes énergies et de la réalité des économies d'énergie, ce qui rend également leur financement plus incertain ;
- les risques liés aux réallocations du capital et de la main-d'œuvre au sein des secteurs ne sont pas bien pris en compte : risques de tensions sur les marchés du travail sectoriels, risques de ruptures d'approvisionnement pour certains intrants critiques, risques de capital échoué, etc. (voir Encadré 11 du Chapitre 9 et Chapitre 11) ;
- les agrégats macroéconomiques ne reflètent pas toujours bien la réalité et/ou la perception des ménages : c'est le cas par exemple pour le partage volume/prix des véhicules électriques ou pour le fait que l'augmentation de la dépense des ménages

(pompes à chaleur *versus* chaudières au fioul) ne s'accompagne pas nécessairement d'une augmentation du bien-être des ménages.

3. Une méthode pour évaluer les incidences économiques de la transition

Les simulations présentées dans ce chapitre ne prétendent pas clore le débat sur les incidences macroéconomiques de la transition climatique, mais visent au contraire à l'alimenter et à en préciser les enjeux. Elles conduisent aux remarques de méthode qui suivent.

Tout d'abord, il n'est pas inutile de rappeler que définir précisément les politiques mises en œuvre est un préalable nécessaire à l'évaluation des effets économiques de la réduction des émissions. On l'a vu, toutes les mesures n'ont pas les mêmes effets, et il est difficile de s'assurer que des « réglementations » sont bien modélisées sans savoir ce qu'elles recouvrent : on ne peut pas reprocher aux modélisateurs de ne pas bien évaluer ce que les décideurs n'ont pas bien défini. Cette condition, faut-il le rappeler, n'a pas toujours été remplie par le passé. Elle est d'autant plus difficile à satisfaire que l'horizon est lointain. Il est naturel que les instruments et les politiques futures restent en partie indéterminés. Mais à l'horizon 2030 au moins, l'une des exigences et un des apports de la planification écologique – et donc du SGPE – doit être de s'assurer que les politiques permettant d'atteindre les objectifs sont bien identifiées.

Une fois les mesures bien définies, une analyse fine de leurs effets sur les comportements des agents est indispensable. Du fait de la nature sectorielle des mesures et de l'incertitude quant aux effets des réglementations sur les comportements, des analyses microéconomiques précises sont nécessaires au cas par cas. Elles doivent, bien sûr, s'appuyer sur des modèles technico-économiques sectoriels qui sont indispensables pour déterminer les évolutions physiques associées aux mesures. Mais plusieurs dimensions supplémentaires doivent être étudiées, qui touchent en particulier aux capacités de financement des investissements par les différents types d'agents et à la disponibilité des compétences nécessaires à la mise en œuvre des mesures, ainsi qu'aux dynamiques fines de réallocations et d'innovation. Ce qui ralentira ou renchérra les rénovations, ce n'est pas l'insuffisance de financement de l'investissement au niveau national ou un taux de chômage trop faible, mais bien l'incapacité de tout ou partie des ménages à financer les travaux ou le manque de main-d'œuvre formée dans la rénovation ou le nucléaire, par exemple.

L'analyse doit notamment prendre en compte l'hétérogénéité des ménages et des entreprises. De ce point de vue, les modèles à agents hétérogènes peuvent être utiles s'ils

permettent de représenter des mesures très sectorielles et spécifiques telles que celles décrites ici. Le caractère très local de certains chocs doit également pouvoir être analysé.

Faut-il chercher à intégrer ces analyses microéconomiques dans les modèles macroéconomiques, comme cela a été fait avec le modèle ThreeME qui comprend un module hybride, au sens où il combine l'analyse sur les quantités physiques (nombre de véhicules, de logements, émissions, etc.) et les variables économiques¹ ? L'avantage d'une intégration, qui évite les itérations et les difficultés de raccordement d'une suite de modèles, se paie d'une taille et d'une complexité très grandes, qui rendent difficiles la maîtrise et la compréhension de l'outil. C'est d'autant plus pénalisant qu'il est souvent nécessaire de modifier le modèle pour bien prendre en compte les mesures envisagées. Une solution intermédiaire consisterait à isoler des modules sectoriels (en rendant exogènes toutes les autres variables) de façon à bien analyser les dynamiques sectorielles avant de les intégrer dans le modèle global. Simuler et analyser les mesures une à une, comme cela a été fait ici, est également une précaution utile.

Enfin, les travaux menés dans le cadre de la mission ont démontré que la prise en compte des implications de la transition sur la productivité, sur le risque de capital échoué, ainsi que la réflexion sur les effets économiques de la sobriété peuvent utilement s'appuyer sur des modélisations parallèles très simplifiées (*toy models*). Ces modèles, dont l'Encadré 9 fournit un exemple, ne visent pas au réalisme, mais ils aident à avancer dans la conceptualisation et la compréhension des mécanismes en jeu.

La transition climatique pose des problèmes nouveaux à l'analyse économique. Après des années au cours desquelles l'accent a été successivement mis sur la rationalité des comportements et la cohérence des représentations, elle signe le retour du concret dans les préoccupations macroéconomiques. La question des instruments sur lesquels elle peut s'appuyer se pose en France, mais elle se pose aussi ailleurs, pratiquement dans les mêmes termes. C'est ce qu'indique de manière saisissante un document récent publié par la Maison Blanche².

¹ C'est également ce que prévoit de faire le modèle « Greenreform » en cours de développement au Danemark.

² Council of Economic Advisers et Office of Management and Budget (2023), « [Methodologies and considerations for integrating the physical and transition risks of climate change into macroeconomic forecasting for the president's budget](#) », White Paper, mars, 48 pages.