

Stratégie nationale bas carbone

Une évaluation macroéconomique

NOVEMBRE 2016

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) fixe les grandes orientations stratégiques pour mettre en œuvre la transition vers une économie décarbonée. Afin d'évaluer les effets combinés des multiples instruments mobilisés, tant d'un point de vue sectoriel que d'un point de vue macroéconomique, l'Ademe et le ministère en charge de l'environnement ont conjointement utilisé le modèle d'équilibre général calculable Three-ME. Ces travaux d'évaluation ont en particulier permis de révéler le double-dividende de la transition énergétique, c'est-à-dire ses bénéfices à la fois écologiques et économiques.

Avec la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, la France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et à les diviser par quatre entre 1990 et 2050. À cet effet, la SNBC fixe des orientations stratégiques dans de nombreux secteurs de l'économie tels que transports, le résidentiel-tertiaire, l'agriculture, l'industrie, la production d'énergie ou encore la gestion des déchets. Étant donné la diversité des secteurs concernés, la multiplicité des instruments mis en place et l'interactivité des impacts attendus, un modèle macroéconomique d'équilibre général s'avère essentiel pour mesurer les conséquences économiques et écologiques dans leur ensemble.

UNE APPROCHE MACROECONOMIQUE HYBRIDE

Le modèle Three-ME, développé depuis 2008 par l'Observatoire français des conjonctures économiques (OFCE) et l'Ademe, et co-mobilisé avec le ministère en charge de l'environnement depuis 2013, est un modèle d'équilibre général calculable (voir l'encadré) qui a la particularité d'être **néokeynésien** au sens où la dynamique des prix et de l'offre de monnaie rend compte de déséquilibres transitoires sur les marchés (et notamment de l'emploi), et **hybride** au sens où sont conciliées une approche économique top-down classique et une approche technique bottom-up qui consiste en particulier à donner un fondement microéconomique aux décisions des ménages quant à la consommation énergétique, la rénovation thermique et l'achat de logements et de véhicules. Le modèle Three-ME est **multisectoriel** : il considère 24 secteurs économiques

(agriculture, services non marchands, sidérurgie, transport ferroviaire, production d'énergie, etc.), ce qui permet d'analyser les effets des transferts d'activité d'un secteur à un autre (en termes d'emploi, d'investissement, d'importations, etc.). Enfin, et en particulier, le modèle Three-ME considère quatre facteurs de production (le capital, le travail, les consommations intermédiaires et l'énergie) et 17 types d'énergie (pétrole, biocarburant, nucléaire, gaz, géothermie, éolien, etc.) plus ou moins substituables.

Riche de 14 000 équations et de 70 000 paramètres, le modèle est caractérisé par les équations suivantes :

- les **prix** : le prix notionnel est obtenu en appliquant un taux de marge, lui-même variable, sur les coûts unitaires de production (théorie du mark-up) ;
- les **taux d'intérêts réels** : ils sont fixés par les autorités monétaires (règle de Taylor) ;
- l'**investissement** : il dépend de la production anticipée, de sa dynamique passée, des substitutions entre facteurs de production. À court terme, le stock de capital est déduit de l'investissement selon l'équation standard d'accumulation du capital, et résulte à long terme de l'optimisation des facteurs de production ;
- le **salaire** : il est déterminé par la courbe Wage-Setting qui établit une relation entre le taux de chômage et le niveau des salaires réels, en tenant compte également du prix à la consommation anticipée et de la productivité du travail ;
- le **commerce extérieur** : l'imparfaite substitution entre les produits domestiques et les produits importés (cf. Armington) est caractérisée par les prix relatifs, une élasticité de substitution et le niveau de demande agrégée ;
- l'**État** : il a un comportement exogène, ce qui l'amène à dépenser au prix de marché, à payer ses salariés au salaire du marché ou encore à subventionner un secteur selon une dynamique prédéfinie ;
- la **fonction de production** : les entreprises minimisent leurs coûts à partir de fonction CES (*Constant Elasticity of Substitution*) « généralisée » et de trois arbitrages : entre les différents facteurs de production, entre les différents types de biens et les différents vecteurs énergétiques (le mix électrique étant exogène) et entre les produits domestiques et les produits importés ;
- la **fonction de consommation** : les ménages

arbitrent d'abord leurs investissements en logement et voiture, en tenant compte des coûts d'usage associés (amortissement du prix d'achat net des aides, part d'autofinancement et d'emprunt, coût de la consommation d'énergie, etc.). En particulier, la demande totale de logement (en m²) et de véhicules particuliers (VP) croît comme la population. Le taux de pénétration des voitures électriques est exogène. En plus d'un effet de substitution (et donc d'efficacité), le modèle tient également compte d'un effet de sobriété qui amène les ménages à réduire leur consommation de chauffage et de carburants si leurs prix augmentent. Enfin, la consommation des autres biens est modélisée à travers une fonction d'utilité de type *Linear Expenditure System* (LES) généralisée qui tient compte d'une consommation incompressible et d'un arbitrage optimisé entre les différents biens de consommation.

Les modèles macroéconomiques calculables

Un modèle macroéconomique calculable est une représentation réduite et quantifiée de la réalité permettant, à l'échelle d'un pays ou d'une région, de tenir compte de la simultanéité des interactions entre les grandes variables économiques (PIB, chômage, balance commerciale, déficit public, etc.) et d'étudier la possibilité d'un équilibre général entre les différents acteurs et les différentes activités économiques.

Les deux grands types de modèles se distinguent fondamentalement par la caractérisation des comportements des acteurs économiques : les **modèles macro-économétriques** représentent les comportements des agents à l'aide de régressions économétriques (en régressant par exemple la consommation des ménages sur le revenu disponible et les consommations passées) ; tandis que les **modèles d'équilibre général calculable (MEGC)** considèrent des agents représentatifs donnant un fondement microéconomique à leurs décisions (par exemple l'entreprise représentative détermine ses facteurs de production de façon à minimiser ses coûts de production).

DESCRIPTION DES SCÉNARIOS, TENDANCE / SNBC

L'évaluation de l'impact de la SNBC nécessite non seulement d'en expliciter les mesures, mais aussi d'en comparer les impacts par rapport à un scénario tendanciel :

- dans le **scénario tendanciel**, le mix énergétique et les instruments de politique énergétique (le crédit d'impôt transition énergétique - CITE -, le bonus-malus automobile, les taxes intérieures de consommation, etc.) ne sont pas modifiés par rapport à leur niveau actuel ; le taux de croissance de l'économie tend vers 1,6 % en 2035 (somme des gains de productivité (1,2 %) et de la croissance démographique (0,4 %)) tandis que les prix des combustibles fossiles augmentent selon les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) ;

- dans le **scénario SNBC**, plusieurs chocs exogènes sont représentés : la modification du mix énergétique (et en particulier électrique), l'obligation de rénovation dans le tertiaire et le renforcement des certificats d'économie d'énergie (CEE), les constructions BEPOS en 2020, le doublement du CITE et l'augmentation du nombre de Prêts à taux zéro (PTZ) distribués, l'investissement dans le tertiaire public et le ferroviaire, la hausse du nombre de véhicules électriques, l'amélioration des rendements des véhicules, la modification du taux d'occupation des véhicules, le report modal et le développement des mobilités douces, le regain d'investissement d'efficacité énergétique dans l'industrie ou encore l'augmentation de la taxe carbone croissante jusqu'à 50 € en 2020 et 100 € en 2030. Le produit de la taxe est supposé redistribué aux entreprises sous forme d'allègement des charges pesant sur le travail et aux ménages sous forme d'une redistribution forfaitaire.

DES IMPACTS ÉCOLOGIQUES ET MACROÉCONOMIQUES POSITIFS

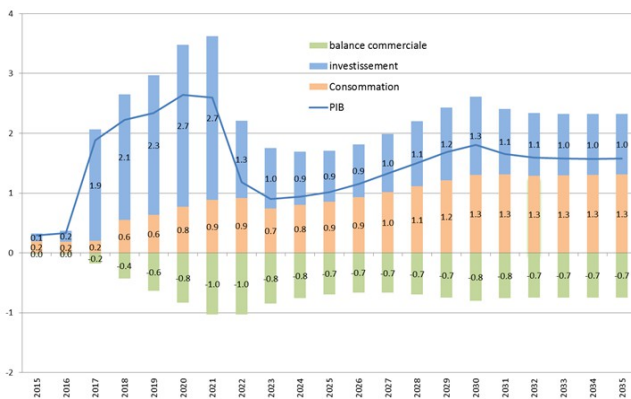
Tout d'abord, et de façon endogène, le modèle reproduit non seulement les baisses - fixées par la SNBC - des consommations énergétiques pour le logement, les véhicules particuliers, l'industrie et le tertiaire, mais aussi le mix électrique et énergétique global.

De plus, et relativement au scénario tendanciel, le scénario SNBC accumule de potentiels effets récessifs dus à la baisse de la production de la branche énergie, à la hausse du coût de production de l'électricité ou encore à l'augmentation de la fiscalité, mais aussi de potentiels effets expansionnistes permis notamment par la hausse de l'emploi, le regain d'efficacité énergétique et la baisse de la facture énergétique à moyen terme. De façon agrégée, il ressort que la mise en œuvre de la SNBC se traduit par une hausse de 1,6 point de PIB en 2035 par rapport au scénario tendanciel. L'essentiel de la croissance est tiré par les investissements qui engendrent de nouvelles créations d'emplois (+400 000 emplois nets cumulés) ainsi qu'une hausse de la consommation (+1,3 %), et qui

SNBC - Une évaluation macroéconomique

rétroagit positivement sur l'activité. En revanche, la balance commerciale se dégrade en conséquence de la hausse des prix de l'énergie, et du fait du regain des importations de biens de consommation qui contrebalance les effets de la réduction de la consommation énergétique. À court-terme, le gain de PIB dans la SNBC est largement dû au choc d'investissement dans la construction de logements neufs entre 2017 et 2021.

Graphique 1 - Impact de la SNBC par rapport au scénario tendanciel, en %

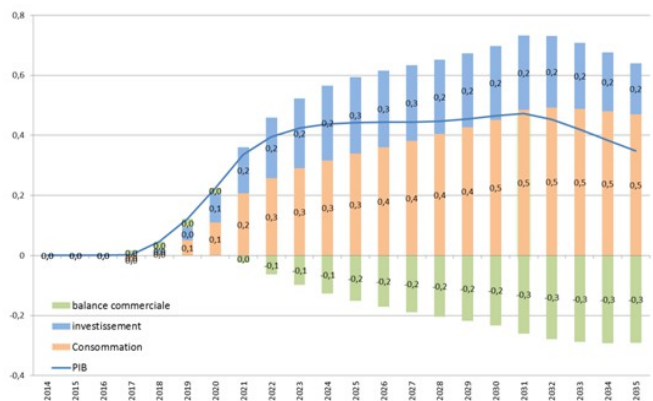


À l'instar du rapport Stern (2006), le modèle Three-ME met ainsi en lumière l'apparition d'un double-dividende, caractérisé par les effets à la hausse sur le PIB et les effets à la baisse sur les émissions de gaz à effet de serre. Ce double-dividende résulte des investissements dans les équipements énergétiquement efficaces et de la redistribution du produit de la taxe carbone.

Les impacts économiques de la taxe carbone

Constante à son niveau de 2016 (22 €/tonne CO₂) dans le scénario tendanciel, et croissante dans le scénario SNBC (56 €/t CO₂ en 2020 et 100 €/tCO₂ en 2030), la taxe carbone a le même effet qu'une hausse des prix des combustibles carbonés qui provoquerait un choc récessif permanent sur le PIB, du fait de la hausse des coûts de production. En revanche, la redistribution de la taxe carbone, reversée de façon forfaitaire aux ménages sous la forme d'une baisse de l'impôt sur le revenu et reversée aux entreprises sous la forme d'une baisse des cotisations sociales employeurs, permet de créer un double-dividende. Les émissions de GES baissent tandis que le PIB gagne jusqu'à 0,5 % à court et moyen terme, et près de 0,15 % à long terme.

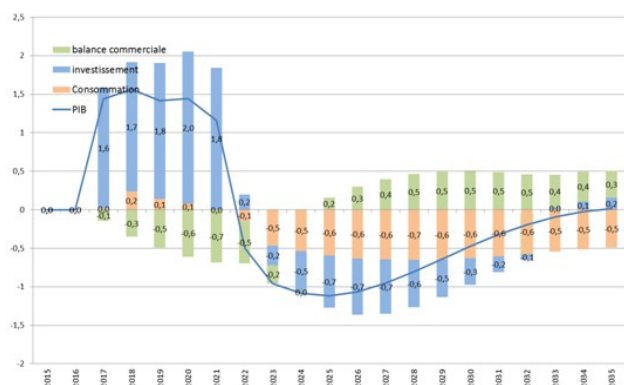
Graphique 2 - Impact de l'augmentation de la taxe carbone, en %



Les impacts économiques de mesures sectorielles de la SNBC

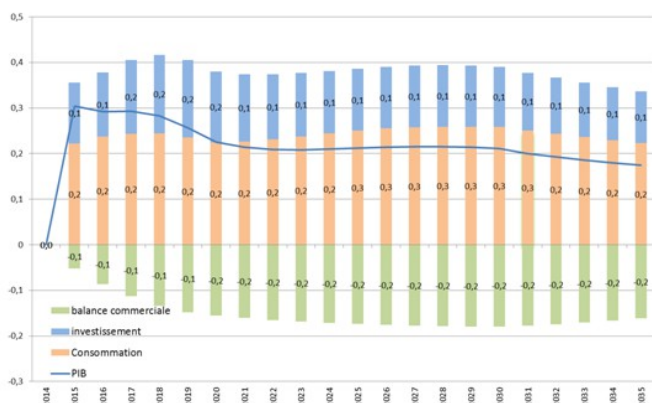
Le surcroît de construction de logements neufs : en imposant un surcroît annuel de 170 000 logements neufs par rapport à la tendance entre 2017 et 2021, il apparaît également un choc d'investissement favorisant une hausse du PIB. Suite au contre-choc récessif causé par l'arrêt de la mesure, le gain sur le PIB tend à long terme vers 0.

Graphique 3 - Impact du surcroît de constructions de logements neufs, en %



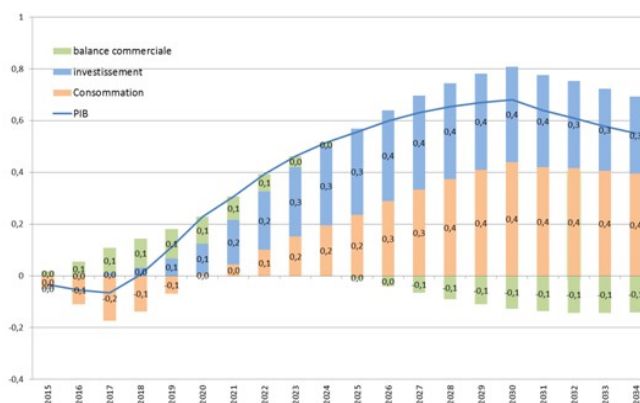
La rénovation énergétique dans le résidentiel : à travers diverses mesures fiscales et réglementaires (doublement du CITE, augmentation du nombre de PTZ distribués, etc.), les ménages sont encouragés à rénover leurs logements, ce qui provoque un choc d'investissement puis des économies d'énergie, et donc un gain de PIB à court et moyen termes. Il apparaît à long terme un contre-choc récessif (-0,1 %) suite à l'arrêt du surinvestissement des ménages.

Graphique 4 - Impact de la rénovation énergétique dans le résidentiel, en %



La modification des modes de mobilité : suite à la baisse de la circulation automobile (notamment via le covoiturage, l'auto-partage et les gains d'efficacité énergétique) et donc de la consommation et des importations d'énergie fossile, et suite à la relance keynésienne engendrée par les investissements publics dans les transports collectifs et le ferroviaire, il apparaît un gain de PIB à court et moyen termes. En revanche, l'accumulation des déficits dans les transports collectifs et le ferroviaire (que l'État subventionne) et la diminution des ventes d'automobiles expliquent que le gain de PIB finisse à -0,4 % à long terme.

Graphique 5 - Impact de la modification des modes de mobilité, en %



UN OUTIL D'AIDE À LA RÉFLEXION

Les modèles macroéconomiques sont sensibles à de nombreux choix portant notamment sur la représentation d'un agent représentatif rationnel, la formation des anticipations, le calibrage des variables exogènes, le choix des paramètres des équations de comportement, le choix des scénarios tendanciel, etc. Toutefois, ces modèles ont le mérite d'éclairer le présent et de réunir différents acteurs autour d'un outil commun d'aide à la décision et à la planification de l'équilibre et de la croissance, dans un cadre comptable cohérent, dans lequel toutes les interdépendances sont représentées. D'ailleurs, l'absence de consensus entre les modèles permet non seulement d'apprécier la validité d'un résultat, mais aussi de créer une émulation scientifique poussant à la clarté, à la rigueur et à la multiplicité des usages des modèles.

Pour un enjeu aussi essentiel que celui de la transition énergétique, il revient *in fine* à toutes les parties prenantes (chercheurs, médias, politiques, citoyens, ONG, etc.) de s'approprier les analyses macroéconomiques tout en gardant à l'esprit que leurs résultats doivent être interprétés avec prudence, au regard des hypothèses explicites et implicites qui les fondent.

Pour une description complète du scénario tendanciel, les Scénarios prospectifs Énergie – Climat - Air pour la France sont disponibles sur le site du ministère : [Scénarios à l'horizon 2020-2030](#)

Directrice de la publication : Laurence Monnoyer-Smith, commissaire générale au développement durable
Rédaction : Adam Baïz (CGDD) et Gaël Callonnet (Ademe)

Dépôt légal : novembre 2016
ISSN : en cours

Cette étude a été réalisée en partenariat avec l'Ademe



commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable
 Sous-direction de la Mobilité et de l'Aménagement
 Tour Séquoia
 92055 La Défense cedex
 Courriel : Ma.Seei.Cgdd@developpement-durable.gouv.fr

www.developpement-durable.gouv.fr

