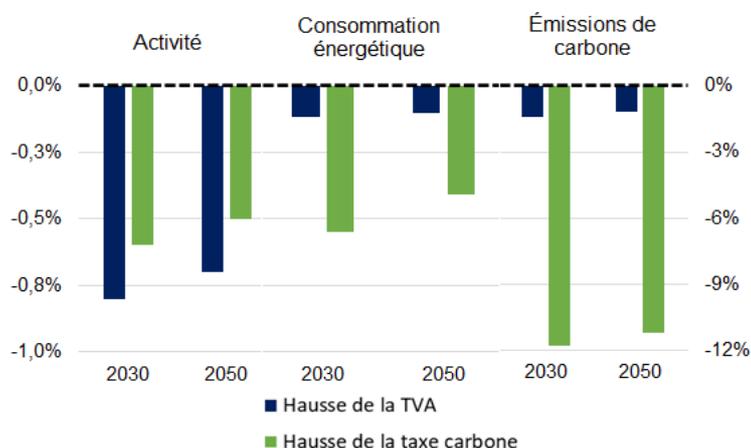


## Mésange vert : un outil pour évaluer les effets de chocs économiques sur les émissions de carbone françaises

Pierre-Louis GIRARD

- Le module Mésange vert a été conçu pour compléter les évaluations macroéconomiques réalisées à l'aide du modèle Mésange, utilisé à la Direction générale du Trésor, en quantifiant l'effet de chocs et de réformes économiques sur les émissions de carbone de la France à moyen et long terme. Au-delà de l'évaluation de l'effet climatique de chocs standards, le module peut utilement compléter les travaux d'évaluations de politiques économiques et climatiques.
- Ce nouveau module se décompose en deux parties, une partie « énergétique » qui propose une représentation stylisée de la consommation finale énergétique du territoire afin d'en définir la composition (gaz, électricité, etc.), et une partie « climatique » pour calculer les émissions de carbone associées à cette structure de consommation.
- Le module offre une grande souplesse dans son utilisation : le nombre d'énergies distinguées (par défaut, l'électricité, le charbon, le pétrole et le gaz) et d'agents économiques (par défaut, les ménages et les entreprises), la détermination de la demande énergétique, ou encore le calibrage du module peuvent être aisément ajustés en fonction des besoins de la modélisation.
- À titre illustratif, le module peut servir à comparer les effets économiques et climatiques d'une hausse permanente de la TVA et de la taxe carbone, pour un montant *ex ante* représentant à chaque fois 1 % du PIB, sans recyclage des recettes. Une hausse de la taxe carbone a un impact négatif sur l'activité légèrement inférieur à celui d'une hausse de la TVA. En outre, en ciblant la consommation énergétique, la taxe carbone conduit à une baisse bien plus importante de celle-ci qu'une hausse de la TVA. De plus, la taxe carbone incite les ménages et les entreprises à substituer de l'électricité aux énergies fossiles et la baisse des émissions de carbone est plus que proportionnelle à la diminution de la consommation énergétique.

**Comparaison de l'effet d'une hausse de la taxe carbone et de la TVA d'un point de PIB *ex ante* sur l'activité, sur la consommation énergétique et sur les émissions de carbone (en % en écart à un scénario de référence)**



Sources : Mésange et Mésange vert ; calculs DG Trésor.

Note : Les chocs sont d'abord simulés dans le modèle Mésange pour estimer l'effet sur les principaux agrégats économiques, puis intégrés dans le module Mésange vert. L'échelle de gauche (resp. de droite) correspond à l'impact sur l'activité (resp. sur la consommation énergétique et les émissions de carbone).

# 1. Différents outils d'évaluation sont nécessaires pour définir les politiques de transition écologique<sup>1</sup>

L'évaluation des politiques de transition écologique, et de manière plus générale économiques, doit mesurer leur efficacité par rapport aux objectifs économiques et climatiques poursuivis, pour permettre de comparer les effets des mesures et d'en minimiser les coûts. Les évaluations peuvent être regroupées en deux grandes catégories :

- Les évaluations microéconomiques servent à identifier l'effet d'une mesure donnée sur des agents économiques spécifiques (par exemple, les ménages ou les entreprises), par le biais de techniques économétriques, d'une modélisation du comportement de ces agents, ou d'études plus qualitatives.
- Les évaluations macroéconomiques sont le plus souvent réalisées en amont de la mise en place d'une mesure pour en estimer l'impact sur les principaux agrégats macroéconomiques. Elles sont conduites à l'aide de modèles macroéconomiques, offrant une représentation synthétique des principales interactions économiques, entre agents institutionnels nationaux (ménages, entreprises et

administrations publiques) et avec le reste du monde, en tenant compte des implications énergétiques ou climatiques.

Ces deux catégories d'évaluations sont complémentaires et peuvent parfois être combinées dans un processus itératif. Par exemple, les résultats des évaluations microéconomiques sur la base d'une modélisation peuvent être utilisés pour calibrer les modèles macroéconomiques et les sorties de ces derniers peuvent ensuite servir à ajuster la modélisation microéconomique, jusqu'à obtenir des résultats convergents et cohérents.

Les travaux réalisés avec le modèle Mésange<sup>2</sup> utilisé à la Direction générale du Trésor s'inscrivent traditionnellement dans la deuxième catégorie d'évaluation, mais en se focalisent exclusivement sur l'effet des politiques et des chocs économiques sur les principaux agrégats macroéconomiques français. Le nouveau module Mésange vert vient compléter Mésange pour en étendre les capacités d'analyse aux questions énergétiques et climatiques.

## 2. Le module Mésange vert vise à calculer les émissions de carbone à partir de la consommation énergétique nationale

Dans son utilisation traditionnelle, le modèle Mésange permet d'estimer l'effet de chocs sur le PIB et ses composantes (consommation, investissement, exportation et importation), sur l'emploi, etc. Le modèle évalue également l'effet sur le prix et le volume de la consommation en énergie des ménages et des entreprises, mais seulement à un niveau agrégé, le modèle se limitant à un unique bien énergétique générique. Pour évaluer l'effet climatique d'un choc en cohérence avec ses effets macroéconomiques, il est nécessaire de décomposer la consommation énergétique à un niveau plus fin, pour tenir compte d'émissions de CO<sub>2</sub> qui diffèrent selon l'énergie consommée. C'est ce que s'efforce de faire le module Mésange vert.

Plus précisément, Mésange vert permet de préciser l'effet des chocs sur le bouquet énergétique et sur les émissions de carbone de la France en deux étapes :

- Un premier bloc énergétique propose une modélisation stylisée de la consommation énergétique des ménages et des entreprises, en électricité, en charbon, en pétrole, et en gaz, pour déterminer l'évolution du bouquet énergétique. La demande en chacune des sources d'énergies modélisées dépend i) du besoin total en énergie, ii) de leurs prix, et iii) des préférences et des contraintes techniques qui déterminent le passage d'une énergie à une autre, capturées par les élasticités de substitution<sup>3</sup>. Le bloc énergétique

(1) Ce document présente une synthèse de Bouillot M., Girard P. L. et Tokay N. (2024), « [Présentation du module Mésange vert](#) », *Document de travail de la DG Trésor*, n° 2024-4.

(2) Bardaji J., Campagne B., Khder M.-B., Lafféter Q. et Simon O. (Insee), Dufernez A.-S., Elezaar C., Leblanc P., Masson E. et Partouche H. (2017), « [Le modèle macroéconométrique Mésange : ré-estimation et nouveautés](#) », *Document de travail DG Trésor*, n° 2017-04.

(3) Une élasticité de substitution supérieure à un signifie une facilité à substituer une énergie à une autre, c'est-à-dire qu'une variation du prix relatif entre deux énergies entraîne une variation plus que proportionnelle dans leur consommation. À l'inverse, une élasticité proche de zéro indique une complémentarité entre deux énergies, c'est-à-dire des évolutions analogues dans leur utilisation avec les variations de leurs prix. Les valeurs des élasticités de substitution ont été choisies à partir des estimations disponibles dans la littérature.

assure également la conversion de la consommation d'énergie totale donnée par le modèle Mésange et exprimée en volume de comptabilité nationale (c'est-à-dire en euros aux prix chaînés de l'année précédente) en son équivalent physique (en tonnes d'équivalent pétrole, tep).

- Un second bloc climatique permet de passer de la consommation des différentes énergies aux émissions de carbone. Cette conversion est réalisée à l'aide de coefficients dits « techniques », qui donnent, pour chaque source d'énergie, les émissions moyennes de carbone par unité physique consommée. Ces coefficients sont calculés soit directement à partir des émissions induites par l'utilisation de ces énergies (pour le charbon et le pétrole), soit comme une somme pondérée des émissions induites par leur production, en supposant que ces émissions sont reportées sur le consommateur final de ces énergies (pour l'électricité, produite à la fois à partir d'énergies fossiles et bas-carbones, mais aussi pour le gaz avec la substitution du biogaz au gaz naturel). Ainsi, le charbon émet 3,3 MtCO<sub>2</sub> par tep, contre

0,5 MtCO<sub>2</sub> par tep pour l'électricité en France en 2020. Mésange vert ne modélise ici que les émissions de carbone liées à la consommation finale d'énergie sur le territoire national et néglige les autres sources d'émissions (e.g. dues à l'agriculture), les autres gaz à effet de serre, ainsi que les émissions importées (en lien avec la définition d'une empreinte carbone<sup>4</sup>).

Comme pour le modèle Mésange, le module Mésange vert est construit autour d'un scénario de référence, dit compte central, auquel les résultats des évaluations sont comparés. Cette comparaison à un scénario de référence permet d'évaluer des chocs indépendamment du contexte historique. Il s'agit d'une approche dite « variantielle » où seule est analysée la variation induite par le choc étudié. Dans Mésange vert, le compte central a été construit en cohérence avec la deuxième version de la stratégie nationale bas carbone (SNBC), qui est la feuille de route de la France pour décarboner son économie. Ce scénario de référence sera mis à jour à partir des travaux de la troisième version de la SNBC, en cours de développement.

### 3. Quelques exemples d'utilisation du module Mésange vert

Cinq chocs analytiques ont été réalisés dans le module pour en étudier les conséquences énergétiques et émissives à horizon 2030-2050 :

- (i) Une hausse permanente de l'investissement public générique (c'est-à-dire non ciblé sur les investissements en décarbonation) soutient l'activité et le niveau général des prix (l'appareil productif ne pouvant pas répondre immédiatement au surplus de demande induit), et se traduit par une augmentation analogue des consommations énergétiques des ménages et des entreprises, et de leurs prix. Les prix de chaque énergie évoluent alors dans les mêmes proportions et n'entraînent pas de modification du bouquet énergétique. Les émissions dépendent donc uniquement de la consommation énergétique, qui augmente avec le surplus d'activité.
- (ii) Une hausse des recettes fiscales *via* la TVA n'a qu'une incidence marginale sur les prix relatifs des énergies dès lors que l'augmentation de la TVA est appliquée à l'ensemble des secteurs de l'économie dans le modèle Mésange. Ainsi, les ménages et les entreprises ne

modifient que peu la structure de leur consommation énergétique et les émissions diminuent seulement avec la baisse de l'activité. Par rapport à une baisse d'investissement public générique de même ampleur en termes budgétaires, une hausse de la TVA a un effet sur l'activité plus important et plus persistant, et réduit donc davantage les émissions de CO<sub>2</sub>.

- (iii) Une hausse de la productivité du travail se traduit par une hausse progressive de l'activité et par une baisse des prix agrégés, grâce à une réduction des coûts de production. Ce choc touche lui aussi l'ensemble de l'économie, sans modification dans l'utilisation des différentes sources d'énergie. Les émissions de CO<sub>2</sub> augmentent alors comme l'activité, en l'absence de tout changement des prix relatifs entre les différentes énergies.
- (iv) Une hausse permanente du prix du baril de pétrole de 10\$ abaisserait le prix relatif de l'électricité. Les ménages et les entreprises substitueraient alors le pétrole par de l'électricité dont les émissions de carbone sont moindres, tout en réduisant leur

---

(4) Les émissions territoriales englobent les émissions dues à la consommation des ménages et aux activités économiques domestiques, alors que l'empreinte carbone intègre également les émissions à l'étranger attachées aux importations du pays et soustrait les émissions nationales associées aux exportations vers le reste du monde.

consommation totale d'énergie du fait de la hausse générale du prix de l'énergie. Ainsi, les émissions diminueraient de 8 % à l'horizon 2030 relativement au compte central sans choc, et de 12 % d'ici 2050.

- (v) Une hausse de la taxe carbone portant sur la consommation des ménages et des entreprises en charbon, pétrole et gaz et équivalente à 1 pt de PIB *ex ante*, entraînerait une réduction de la consommation d'énergie carbonée des ménages et des entreprises. Au contraire, leur consommation d'électricité, non directement touchée par la hausse de fiscalité, augmenterait. Au global, la consommation d'énergie totale se réduirait et les émissions diminueraient de 12 % à horizon 2030 : les émissions issues de la consommation d'énergies fossiles diminueraient de 12,5 pts, tandis que celles de l'électricité augmenteraient de 0,5 pt.

Pour des travaux d'évaluations de politiques concrètes en faveur de la transition écologique, à la différence de l'analyse des chocs décrite ci-dessus, l'utilisation du module Mésange vert, comme du modèle Mésange, nécessite en général de combiner plusieurs chocs analytiques (par exemple, la variation d'une taxe

associée à une variation de même signe de certaines dépenses). Par ailleurs, une évaluation peut être réalisée à partir d'un choc sur les prix énergétiques conduisant à une évolution du bouquet énergétique, ou en modifiant directement le bouquet de manière à déterminer l'évolution des prix énergétiques cohérents.

Le module Mésange vert pourrait à l'avenir être développé dans plusieurs directions. Les émissions nationales non-énergétiques, liées aux processus industriels et à l'agriculture, pourraient être intégrées, sur la base de variables économiques supplémentaires issues de Mésange, sur lesquelles les émissions seraient indexées. En l'état actuel, le module est conçu surtout pour analyser les ajustements du bouquet énergétique et des émissions de carbone à moyen-long terme, mais une dynamique de court terme pourrait y être intégrée pour préciser la montée en charge progressive des chocs appliqués. Enfin, une modélisation des différents postes de consommation des ménages (logement, déplacement) et des secteurs d'activité pour les entreprises (industrie, transport, services marchands) pourrait être expertisée.

#### Éditeur :

Ministère de l'Économie,  
des Finances  
et de la Souveraineté  
industrielle et numérique  
Direction générale du Trésor  
139, rue de Bercy  
75575 Paris CEDEX 12

#### Directeur de la Publication :

Dorothée Rouzet

#### Rédacteur en chef :

Jean-Luc Schneider  
(01 44 87 18 51)  
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

#### Mise en page :

Maryse Dos Santos  
ISSN 1777-8050  
eISSN 2417-9620

### Derniers numéros parus

#### Juin 2024

N° 344 Les enjeux économiques de l'orientation scolaire et universitaire  
Blaise Leclair, Agathe Veniez

#### Avril 2024

N° 343 Les conséquences économiques du *Brexit* pour le Royaume-Uni  
Louis Adjiman, Benjamin Cabot  
N° 342 Quels besoins d'investissements pour les objectifs français de décarbonation en 2030 ?  
Logan Gourmand

<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/tags/Tresor-Eco>



Direction générale du Trésor



@DGTresor

Pour s'abonner à *Trésor-Éco* : [bit.ly/Trésor-Eco](https://bit.ly/Trésor-Eco)

*Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique.*