

Economie Statistique **ET**

Economics **AND** Statistics

Dossier
Environnement : les enjeux
économiques du défi climatique

Varia
L'attachement aux animaux de compagnie

Thematic Section
Environment: The Economic Stakes
of the Climate Challenge

Varia
Attachment to Pets

Economie Statistique ^{ET}

Economics AND Statistics

La revue est en accès libre sur le site www.insee.fr.
Il est possible de s'abonner aux avis de parution sur le site. La revue peut être achetée sur le site www.insee.fr, rubrique « Services / Acheter nos publications ».

The journal is available in open access on the Insee website www.insee.fr. Publication alerts can be subscribed online. The printed version of the journal (in French) can be purchased on the Insee website www.insee.fr.

Conseil scientifique / Scientific Committee

Jacques LE CACHEUX, président (Université de Pau et des pays de l'Adour)
Frédérique BEC (Thema, CY Cergy Paris Université et CREST-ENSAE)
Flora BELLONE (Université Côte d'Azur et GREDEG-CNRS)
Céline BESSIERE (Université Paris-Dauphine, IRISSO, PSL Research University)
Jérôme BOURDIEU (École d'Économie de Paris)
Pierre CAHUC (Sciences Po)
Sandrine CAZES (OCDE)
Gilbert CETTE (NEOMA Business School)
Dominique GOUX (Insee)
Yannick L'HORTY (Université Gustave Eiffel - Erudite, TEPP)
Daniel OESCH (LINES et Institut des sciences sociales-Université de Lausanne)
Katheline SCHUBERT (École d'Économie de Paris, Université Paris D)
Louis-André VALLET (CNRS & Sorbonne Université - GEMASS)
François-Charles WOLFF (Université de Nantes)

Comité éditorial / Editorial Advisory Board

Luc ARRONDEL (École d'Économie de Paris)
Lucio BACCARO (Max Planck Institute for the Study of Societies et Département de Sociologie-Université de Genève)
Antoine BOZIO (Institut des politiques publiques/École d'Économie de Paris)
Clément CARBONNIER (Université Paris 8 Vincennes-Saint-Denis et LIEPP-Sciences Po)
Erwan GAUTIER (Banque de France)
Pauline GIVORD (Insee et CREST)
Florence JUSOT (Université Paris-Dauphine, Leda-Legos et Irdes)
François LEGENDRE (Erudite/Université Paris-Est)
Claire LOUPIAS (Université d'Evry Val d'Essonne)
Pierre PORA (Insee)
Ariell RESHEF (École d'Économie de Paris, Centre d'Économie de la Sorbonne et CEPII)
Thepthida SOPRASEUTH (Théma/Université de Cergy-Pontoise)

Directeur de la publication / Director of Publication:

Jean-Luc TAVERNIER

Rédactrice en chef / Editor in Chief:

Dominique GOUX

Assistante éditoriale / Editorial Assistant: Véronique EGLOFF

Traductions / Translations: RWS Language Solutions
Chiltern Park, Chalfont St. Peter, Bucks, SL9 9FG, Royaume-Uni
Maquette PAO / CAP: LUMINESS

1, rue du Docteur-Sauvé, BP3, 53101 Mayenne, France

Impression / Printing: PARAGON TRANSACTION
39 rue des Rivières Saint-Agnan, 58200 Cosne-Cours-sur-Loire, France

Economie et Statistique / Economics and Statistics
Numéro 543 – 2024

ENVIRONNEMENT : LES ENJEUX ÉCONOMIQUES
DU DÉFI CLIMATIQUE

- 3 Coûts et co-bénéfices des politiques de transition climatique : comment seront-ils retracés par les indicateurs de niveau de vie et de bien-être ?**
Didier Blanchet et Craig Pesme
- 23 La sobriété énergétique choisie : chocs de préférences et biais comportementaux**
Miquel Oliu-Barton, Aude Pommeret, Alice Robinet, Katheline Schubert et Mathilde Viennot
- 41 Impact macroéconomique des dommages climatiques en France**
Florian Jacquetin et Gaël Callonnec
- 69 *Commentaire* – Le peu d'intérêt de la science économique pour le défi du siècle**
Xavier Timbeau

SOCIÉTÉ

- 79 L'attachement aux animaux de compagnie revisité**
Cécile Brousse et Marceline Bodier

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n'engagent qu'eux-mêmes,
et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l'Insee.

Coûts et co-bénéfices des politiques de transition climatique : comment seront-ils retracés par les indicateurs de niveau de vie et de bien-être ?

Costs and Co-Benefits of Climate Transition Policies: How Accurately Will They Be Measured by Standard of Living and Well-Being Indicators?

Didier Blanchet* et Craig Pesme*

Résumé – L’objectif de la transition climatique est de minimiser les pertes de bien-être qu’impliquerait, à long terme, l’absence totale d’action dans ce domaine. Mais les politiques qu’elle suppose de mettre en œuvre devraient générer des coûts à court et moyen terme. Les indicateurs usuels de niveau de vie seront dans leur rôle habituel s’ils rendent bien compte de ces coûts. Certains d’entre eux pourraient néanmoins rester sous-estimés et l’impact de la transition serait alors plus marqué que ce qu’en diront les indicateurs usuels. À l’inverse, le coût en bien-être de la transition pourrait être plus faible si elle est assez rapidement porteuse de co-bénéfices non monétaires, et/ou si elle s’accompagne de modifications des préférences : un moindre accès aux biens bruns n’a pas le même impact selon que la préférence intrinsèque pour ces biens reste forte ou se replie. Toutes ces questions sont des questions génériques qui se posent pour d’autres sujets que la transition climatique, mais celle-ci invite à les approfondir.

Abstract – *The aim of the climate transition is to minimise the long-term losses of well-being that would result from inaction. However, the necessary policies are likely to incur costs in the short and medium term. Standard of living indicators will serve their intended purpose if they accurately reflect these costs. Nevertheless, some of them may be underestimated, resulting in a greater impact than suggested by conventional indicators. Conversely, the well-being cost of the transition could be lower if non-monetary co-benefits emerge quickly enough and/or if preferences shift: reduced access to polluting goods has a different impact depending on whether the intrinsic taste for these goods remains strong or declines. While these questions are relevant to various contexts, the climate transition offers an opportunity to examine them in greater depth.*

JEL : C43, E01, E31, I31

Mots-clés : transition climatique, niveaux de vie, bien-être

Keywords: climate transition, standards of living, well-being

* Chaire Mesures de l’économie, Paris School of Economics. Correspondance : didier.blanchet@icloud.com

Ce texte est issu d’une contribution, rédigée avec Aude Pommeret, aux travaux de la mission de Jean Pisani-Ferry et Selma Mahfouz sur les conséquences économiques de l’action pour le climat (Blanchet et al., 2023). Cette contribution avait bénéficié de leurs commentaires ainsi que de ceux d’Anne Épaulard, Mathilde Viennot, Xavier Timbeau, Nicolas Carnot et Mathieu Lequien. Elle s’était largement appuyée sur des travaux conduits avec Marc Fleurbaey au sein de la chaire « Mesures de l’économie » de l’École d’économie de Paris, co-financée par l’Insee, la Société générale, Candriam et Quantcube. Le présent article a aussi bénéficié de nombreux échanges avec Étienne Debauche ainsi que des commentaires des deux rapporteurs de la revue. Les opinions émises n’engagent que les auteurs.

Reçu en juillet 2023, accepté en mai 2024.

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n’engagent qu’eux-mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l’Insee.

Citation: Blanchet, D. & Pesme, C. (2024). Costs and Co-Benefits of Climate Transition Policies: How Accurately Will They Be Measured by Standard of Living and Well-Being Indicators? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 3–20. doi: 10.24187/ecostat.2024.543.2116

La prise en compte des questions environnementales est un point faible souvent dénoncé des approches monétaires des conditions de vie (Gadrey & Jany-Catrice, 2016 ; Laurent & Le Cacheux, 2016), qu'il s'agisse de l'approche très agrégée de la comptabilité nationale ou des approches plus microéconomiques s'intéressant également à la dispersion des niveaux de vie. Vis-à-vis de la comptabilité nationale, une demande récurrente est de l'enrichir d'indicateurs de soutenabilité qui permettraient de dire, au-delà du PIB, si suffisamment d'efforts sont faits pour bénéficier, dans le futur, d'un bien-être au moins équivalent à celui dont on profite actuellement. C'est un chantier complexe, sur un sujet qui est à la fois prospectif, multidimensionnel et mondial. Prospectif parce que supposant d'évaluer l'impact des décisions ou comportements courants sur les conditions de vie futures. Multidimensionnel parce que ces comportements ou décisions relèvent d'un grand nombre de domaines : les émissions de gaz à effet de serre et l'action pour le climat sont actuellement au centre de l'attention, mais la question de la soutenabilité ne se réduit pas à cela. Mondial enfin car la soutenabilité des conditions de vie d'un pays donné dépend des comportements et décisions de l'ensemble des pays, et sa mesure ne peut donc se réduire à une comptabilité limitée à chaque pays pris isolément. Tout ceci explique la lenteur des progrès dans ce domaine, malgré des avancées (Germain & Lellouch, 2020).

En revanche, il y a un aspect de la transition climatique que l'appareil statistique existant devrait plus facilement couvrir, c'est celui du chiffrage de ses coûts locaux et instantanés au fur et à mesure de son avancement. Ce sujet-là a longtemps été négligé car prévalait l'idée que ces coûts pourraient rester faibles. Cette vision est de moins en moins partagée (Pisani & Mahfouz, 2023). Si la transition climatique vise à accroître le bien-être de long terme, en comparaison d'une situation de référence sans politique climatique, on s'attend à ce qu'elle engendre aussi des coûts à court terme, induits par l'abandon des modes de production et de consommation très énergivores qui ont porté la croissance passée. Pour la mesure de ces coûts, la comptabilité nationale comme la statistique des revenus et des prix devraient être dans leur rôle habituel. Elles ont servi à quantifier comment l'appui sur les ressources fossiles et le peu d'attention à l'environnement ont, à ce jour, facilité l'élévation du niveau de vie. Elles devraient être tout aussi capables de mesurer l'impact en niveau de

vie des restrictions de consommation que doit impliquer le verdissement.

Est-on néanmoins assuré qu'on le fera de manière exhaustive ? Et ne risque-t-on pas, à l'inverse, de passer à côté de facteurs pouvant compenser ces coûts, si cette transition est porteuse de co-bénéfices non monétaires à effets locaux suffisamment rapides, sans attendre les bénéfices attendus au niveau mondial et à long terme ? Cette transition peut par ailleurs s'accompagner d'un verdissement des préférences rendant moins pénalisant le renoncement aux consommations brunes, ce dont il faudrait également pouvoir rendre compte.

Sans prétendre à l'exhaustivité, cet article propose un examen de plusieurs de ces questions. Aucune d'entre elles n'est complètement spécifique à cette problématique de la transition climatique, on en trouve de même nature sur un grand nombre de sujets, mais la transition climatique invite à les approfondir ou à les regarder sous un œil neuf. L'article se concentrera dans un premier temps sur la façon dont la transition pourrait impacter le niveau de vie monétaire des ménages, question également abordée par Dees *et al.* (2023), pour trois principaux vecteurs de la transition : une version verte du processus classique de destruction créatrice, une taxation des biens bruns, ou une réglementation plafonnant leur usage. Tel qu'il est évalué, le pouvoir d'achat rendra en principe compte des effets des deux premiers types de verdissement, mais pas forcément du troisième. C'est la limite d'instruments de mesure centrés sur les revenus et les prix et qui ne considèrent pas les autres facteurs pouvant limiter les possibilités de consommation à revenu et prix donnés.

Dans le prolongement direct de cette première observation, d'autres questions peuvent se poser pour des indicateurs portant sur des dimensions additionnelles du revenu réel : le partage volume-prix des services publics dont profitent les ménages, dans la mesure où ces services auront également besoin d'être décarbonés (The Shift Project, 2023), et la valeur du patrimoine de ces ménages, via la dévalorisation de leurs actifs bruns. Ces questions-là ne seront pas développées ici, le lecteur intéressé étant renvoyé au rapport dont cet article est issu (Blanchet *et al.*, 2023). La deuxième section enchaînera donc directement sur la question des co-bénéfices non monétaires de la transition. La prise en compte d'éléments non monétaires du bien-être est un sujet classique et on rappellera les options disponibles pour le traiter. La question du verdissement des préférences est bien

moins balisée et pose des problèmes conceptuels particulièrement délicats. Elle fera l'objet de la troisième section.

1. Transition verte et pouvoir d'achat du revenu disponible

La première étape de la réflexion est de se demander lequel des indicateurs statistiques usuels serait le plus à même de rendre compte de ces coûts nets de la transition climatique. Il est fréquent de se focaliser sur les effets sur le PIB : le verdissement peut-il être compatible avec la poursuite de sa croissance ou impose-t-il un freinage marqué de cette croissance, voire son inversion ? Dans cette première section, on va plutôt se focaliser sur un autre indicateur de la comptabilité nationale, le revenu disponible brut (RDB) des ménages et son pendant mesuré par la statistique sociale, leur niveau de vie, l'un comme l'autre pouvant s'envisager en moyenne, pour un individu réputé représentatif, ou en dispersion, type de ménage par type de ménage.

À quelques différences près, ces deux indicateurs font masse de l'ensemble des revenus primaires de ces ménages, principalement des revenus du travail, mais aussi des revenus du capital pour ceux qui en reçoivent. On déduit de ces revenus l'ensemble des impôts et cotisations que les ménages acquittent, en ajoutant en sens inverse l'ensemble des prestations monétaires dont ils sont bénéficiaires. Ils sont ensuite déflatés par un ou des indices de prix qui sont des indices chaînés : les variations de prix des différents biens et services y sont pondérées par leurs parts dans le budget des ménages en tenant compte du fait que ces parts évoluent au cours du temps. Enfin, le pouvoir d'achat du revenu ou le niveau de vie sont ajustés pour tenir compte des effets du regroupement en ménages de plus ou moins grande taille et les économies d'échelle qu'il autorise.

Que l'optique soit macro ou micro, la démarche de l'article va être de confronter ces indicateurs à une représentation théorique stylisée de l'utilité du consommateur. On ne peut se refuser à cette comparaison en arguant que le RDB ou le niveau de vie n'ont pas la prétention de mesurer le bien-être. Cet argument défensif est souvent utilisé pour couper court à leur critique ou à celle du PIB. Il est exact qu'aucun de ces indicateurs ne vise à quantifier l'ensemble du bien-être, loin s'en faut, et il est toujours utile de le rappeler. Mais ils sont néanmoins supposés rendre compte d'une composante importante de ce bien-être : l'utilité qui est dérivée du revenu et des consommations qu'il permet. On pourrait y répondre que cette utilité n'est pas davantage définie et

que la confrontation serait donc vaine. Mais cette réponse n'est pas non plus recevable. On ne peut certes pas demander aux indicateurs de niveau de vie de coller exactement à une mesure cardinale de l'utilité qu'on sait être toute relative, mais leurs messages n'en doivent pas moins être aussi cohérents que possible avec les préférences *ordinales*. On aurait un problème évident si les mesures du niveau de vie pouvaient conclure à une amélioration des choses entre deux périodes t et t' alors que, toutes autres choses égales par ailleurs, les ménages de la période t' préféreraient revenir à leurs revenus nominaux et aux niveaux de prix de la période t . Un tel risque ne pourra jamais être complètement évité, mais il faut s'assurer que la transition verte ne va pas l'accroître.

1.1. Croissance et renouvellement des biens : le cas standard de la destruction créatrice

Pour bien apprécier ce risque de messages contradictoires, on peut d'abord revenir sur ce qui permet habituellement de l'ignorer. Si ce risque ne vient pas spontanément à l'esprit, c'est parce qu'on a en tête un régime de croissance dans lequel la consommation de biens et services augmente sous toutes ses dimensions, et parce qu'on considère qu'avoir davantage de tous ces biens et services est un état forcément préféré.

En réalité, la croissance n'est jamais complètement de ce type, car elle s'accompagne toujours d'un renouvellement des biens : de nouveaux biens voient leur consommation se diffuser et s'accroître en remplacement de biens dont la consommation peut baisser jusqu'à complètement disparaître. La croissance se fait donc à la fois par additions et soustractions. Mais elle a le plus souvent pris la forme d'un processus de destruction créatrice spontanée porté par la baisse des prix des nouveaux biens plutôt que la hausse des prix des biens existants. Dans ce cas, il est légitime de considérer que le consommateur y trouve avantage et que les additions l'emportent sur les soustractions. L'amélioration du niveau de vie pourrait même être sous-estimée faute de bien mesurer l'apport des nouveaux biens au moment de leur introduction sur le marché. Il n'y a qu'une fois qu'ils sont totalement intégrés à l'indice qu'on mesure comment leur baisse de prix améliore le niveau de vie.

Cette logique habituelle est illustrée par une première simulation d'une maquette à trois biens qui servira tout au long de l'article. Elle distingue un bien générique pérenne 0 et les deux biens 1 et 2 entre lesquels la croissance va générer l'effet de remplacement (encadré 1 et figure I). La simulation part d'un état dans

ENCADRÉ 1 – Une maquette à trois biens

Tout au long de l'article, la discussion va s'appuyer sur une maquette à trois biens : deux biens entre lesquels va s'opérer le phénomène de remplacement, de prix p_1 et p_2 et consommés en quantités q_1 et q_2 , et un agrégat de tous les autres biens, consommé en quantité q_0 . Pour les scénarios de verdissement, c'est le bien 2 qui sera le bien vert et le bien 1 le bien brun. Les préférences seront représentées par une fonction CES (*Constant Elasticity of Substitution*) emboîtée qui sera maximisée sous la contrainte budgétaire $R = q_0 + p_1q_1 + p_2q_2$ et, dans certaines simulations, un plafond réglementaire \bar{q}_1 sur la consommation du bien 1. Les biens 1 et 2 sont combinés selon une première CES qu'une deuxième CES combine avec le bien q_0 . On ajoute à cette deuxième CES des termes de niveau de consommation ou d'usage minimaux incompressibles B_0 et B . Ils peuvent aussi prendre des valeurs négatives, auxquels cas le bien 0 ou le composite sont non essentiels, i.e. il est possible de ne pas en consommer du tout. La fonction d'utilité $U(q_0, q_1, q_2)$ s'écrit au total :

$$\left[a_0 (q_0 - B_0)^{\frac{\sigma_0 - 1}{\sigma_0}} + (1 - a_0) \left(a q_1^{\frac{\sigma - 1}{\sigma}} + (1 - a) q_2^{\frac{\sigma - 1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma - 1}} - B \right]^{\frac{\sigma_0 - 1}{\sigma_0}} \quad (1)$$

Sauf dans la dernière simulation à préférences variables, les valeurs des paramètres de cette fonction sont supposées fixes avec pour valeurs $a_0 = 0,25$, $a = 0,55$, $B_0 = 1$, $B = -1$, $\sigma_0 = 0,5$ et $\sigma = 2$.

Quelle relation faut-il espérer trouver entre cette représentation de l'utilité et les indicateurs de niveau de vie ?

De manière générale, la relation ne peut être exacte que dans le cas particulier d'une fonction U homogène de degré 1. Dans ce cas, on peut en effet écrire $U = \sum_i U_i q_i$ dont on tire $U = \lambda \sum_i p_i q_i$ et $dU/U = \sum_i p_i dq_i / \sum_i p_i q_i$, qui correspond à la variation du volume à prix courants. Le chaînage de ces variations reproduirait dans ce cas l'évolution de U entre deux dates quelconques.

Si la fonction d'utilité peut s'écrire $V = g(U(q))$, avec g une fonction monotone quelconque et toujours la même homogénéité de degré 1 de U , on perd cette équivalence scalaire, mais on conserve la cohérence entre mesure du niveau de vie et préférences ordinales : dans ce cas, une hausse du revenu déflatée par l'indice chaîné correspond toujours à une élévation de U comme de V , toutes choses égales par ailleurs. Ce cas de figure est celui de préférences dites « homothétiques », dans lequel un accroissement égal de toutes les quantités consommées a le même effet en bien-être quelle que soit la structure de consommation initiale.

Ce résultat ne tient plus si cette homothéticité n'est pas vérifiée, ce qui va être le cas de la spécification (1). Par exemple, si on atteint plus vite la saturation de la satisfaction sur un bien particulier, il n'y a pas le même gain en bien-être si on double toutes les consommations à partir d'un état où ce bien est déjà consommé en abondance et un état où il ne l'est que faiblement. Ce sera ici le cas avec B et/ou B_0 non nuls. Dans ce cas, une incohérence peut apparaître entre préférences et mesure du niveau de vie à prix chaînés, dont une manifestation est le problème de la *path dependence*, le fait que la comparaison des niveaux de vie à deux dates t et t' dépend du chemin emprunté entre les deux périodes (voir Blanchet & Fleurbaey, 2022, pour une présentation plus complète). Mais il reste utile de vérifier que ces incohérences restent d'ampleur limitée. Telle sera la démarche de l'article.

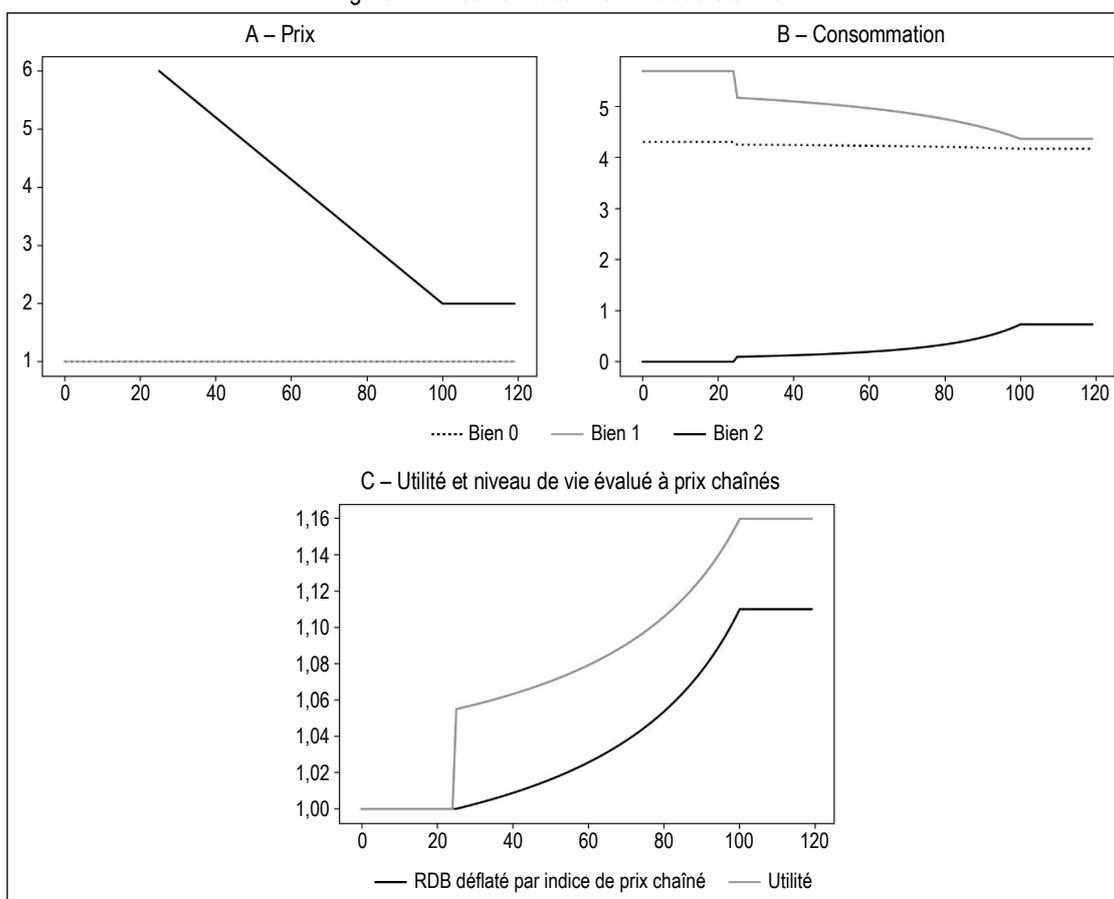
Ce point ayant été rappelé, le recours à cette maquette très simple peut soulever trois autres objections, mais de portées inégales :

- La première est de sembler ne concerner qu'un agent représentatif, avec toutes les limites bien connues de ce concept (Kirman, 1992). De fait, s'agissant de biens verts ou bruns indivisibles (voiture électrique versus voiture thermique) les scénarios présentés évoqueront plutôt un phénomène d'adoption croissante exprimée en termes de poids moyen dans le panier d'un agent « ménages » agrégé. Mais les enseignements qualitatifs de la maquette n'en resteront pas moins transposables au niveau micro, et ils le seraient directement pour des biens divisibles : des nombres de trajets en voiture plutôt que la possession de cette voiture, la baisse de la température de son domicile plutôt qu'un changement de chaudière, ou des baisses de tout autre poste de consommation à fort contenu en gaz à effets de serre. Tout ce qui est présenté est ainsi mobilisable pour des exercices d'évaluation des effets redistributifs des politiques climatiques, dans l'esprit par exemple de Douenne (2022) et des analyses en termes d'*inflation inequality* (Jaravel, 2021).
- La deuxième objection est le fait de raisonner en équilibre partiel. Cette deuxième limite serait effectivement dirimante si on voulait offrir une prédiction complète des effets des différentes politiques de verdissement. Par exemple, le verdissement des préférences qui sera étudié en fin d'article aurait des effets d'équilibre général sur l'équilibre offre-demande et donc sur les revenus et les prix. Il faudrait les simuler si on voulait totalement prévoir son bilan global en bien-être. Mais l'objectif du présent article est plus limité. En supposant que les soldes de ces effets sur les revenus, les prix et les structures de consommation seront directement observés par l'appareil statistique, la question soulevée est uniquement de savoir si les indicateurs usuels de niveau de vie les synthétiseront d'une façon qui reflétera bien leur incidence sur l'utilité du ou des ménages. Cette question se réduit pour l'essentiel à celle de la validité des déflateurs des revenus nominaux, ce qu'on illustrera par des projections à niveaux constants de ces revenus nominaux. Un seul élément de bouclage sera simulé, dans les cas de taxation : il s'agira de l'effet sur le revenu nominal de l'éventuel recyclage de la taxe.
- La dernière limite est de négliger les effets intertemporels. Qu'il soit individuel ou représentatif, le consommateur qu'on modélise choisit sa structure de consommation à chaque date en fonction des prix ou contraintes courantes, en ignorant leurs évolutions futures et sans pouvoir lisser sa réponse à ces évolutions. Cette approche n'est évidemment →

ENCADRÉ 1 – (suite)

qu'une vision simplifiée d'une réalité complexifiée par des effets d'anticipation et d'autres raisonnements intertemporels, en particulier lorsque le verdissement concerne des biens durables, la voiture électrique étant à nouveau l'exemple-type : le renchérissement à l'achat peut-être en partie compensé par moins de dépenses en utilisation courante, la capacité à profiter de cette compensation dépendant cependant du patrimoine financier, des ressources courantes ou de la capacité d'endettement, ainsi que, éventuellement des perspectives de revente de ce bien. Ici, il faudra considérer le prix du bien comme un indicateur de coût d'usage moyen sur la durée de vie du bien, compte tenu de tous ces éléments. Quand le bien vert sera plus coûteux, cela voudra dire que sa plus faible consommation d'énergie ou son plus faible coût d'entretien ne suffisent pas à compenser le coût plus élevé à l'achat, ou le coût de l'endettement nécessaire à cet achat. Une modélisation plus explicite de ces effets intertemporels n'a pas été tentée dans le cadre de ce premier tour d'horizon.

Figure I – Effet nouveau bien : le cas standard



Lecture : le bien 2 fait son apparition sur le marché à la date 25, grâce à une innovation faisant chuter son prix significativement en dessous de son prix de réserve. Il est donc tout de suite adopté à un niveau non marginal, entraînant une chute de la consommation du bien 1 qui profite aussi à la consommation du bien 0. Ces modifications ont un effet immédiat en bien-être du consommateur qui n'est pas retracé par son revenu disponible brut réel. Ce dernier reflète bien, en revanche, l'apport en bien-être des baisses ultérieures du prix de ce bien 2, ici jusqu'à la date 100. À noter que, si les biens 1 et 2 avaient été des substituts parfaits ($\sigma \rightarrow \infty$), le modèle aurait simulé une bascule du 1 au bien 2 totale et en une seule fois, au moment où le ratio de prix des deux biens aurait totalement recouper le ratio de leurs services rendus $a/(1-a)$. Dans ce cas-là, la déflation par les prix chaînés rendrait bien compte de la totalité des effets sur le niveau de vie ressenti par le consommateur : aucun effet tant que le prix du bien 2 demeure au-dessus du prix auquel a lieu la bascule, changement totalement neutre lors de la bascule, puis augmentation du bien-être liée à la baisse ultérieure de son prix, bien mesuré par nos indicateurs. Le seul biais peut provenir d'une introduction trop tardive du bien 2 dans le panier de consommation considéré par les statisticiens.

Source : calcul des auteurs.

lequel le bien 2 existe éventuellement mais ne peut être commercialisé qu'à un coût qui serait rédhibitoire pour le consommateur, supérieur donc au prix dit « de réserve » au-dessus duquel la demande du bien est nulle. On suppose qu'un choc technologique permet à son prix de passer

significativement en dessous de ce prix de réserve à un instant $t_1 = 25^1$, assurant un saut immédiat de sa production comme de sa demande, après

1. Cette date peut également s'interpréter comme la date d'introduction du bien 2 dans le panier de consommation utilisé pour le calcul de l'indice des prix.

quoi cette production continuerait de bénéficier d'un progrès technique plus régulier permettant à son prix de continuer à baisser et sa consommation de continuer à augmenter, ceci jusqu'à l'instant $t_2 = 100$.

Si tel est le cas, on a un choc initial positif sur l'utilité telle que définie par l'équation (1) de l'encadré, choc qui ne serait pas retracé par le revenu nominal déflaté par l'indice de prix chaîné. C'est une limite bien connue de la mesure des prix comme des volumes, on ne sait rien dire de l'impact de l'arrivée d'un nouveau bien la première fois où il fait son apparition dans le panier du consommateur, si cette apparition se fait à un niveau non marginal. En revanche, la suite du processus au cours de laquelle la baisse du prix du bien conduit à encore accroître son usage est bien captée et il s'agit bien d'un processus de croissance où le gain apporté par la consommation croissante du bien 2 l'emporte sur la consommation décroissante du bien 1.

La sous-estimation de l'effet nouveau bien que fait ressortir cette première simulation a été beaucoup mise en avant pour arguer d'une sous-estimation de la croissance dans les débats sur la mesure des effets des NTIC (nouvelles technologies de l'information et de la communication) ou de l'économie numérique², soit qu'on ait affaire à des biens assurant des services innovants et bénéficiant d'entrée de jeu de parts de marché significatives, soit que leur inclusion dans l'indice des prix intervienne avec retard, après que leur part de marché a commencé à décoller. Il n'est pas exclu qu'une partie du processus de verdissement relève de cette logique, pour des technologies vertes devenant de plus en plus compétitives en comparaison des technologies brunes. On s'attend néanmoins à une différence importante avec cette version optimiste du processus de destruction créatrice. La raison est que les biens verts n'offrent généralement pas de services nouveaux mais plutôt des alternatives à des biens bruns déjà existants, pour un coût au départ plus élevé. C'est précisément ce surcoût initial qui peut justifier le recours à une intervention publique visant à réduire la consommation des biens bruns. Là, la façon dont ces coûts vont être répercutés dans la mesure du niveau de vie va dépendre du canal par lequel va être obtenu ce verdissement.

En laissant à ce stade de côté le cas d'une sobriété qui serait totalement choisie car résultant d'un changement de préférences, on va considérer les deux cas les plus fréquemment envisagés de verdissement « forcé », celui qui serait induit par une taxation du bien 1 désormais supposé

être le bien brun, avec ou sans redistribution des sommes collectées, et celui d'une contrainte quantitative sur sa consommation, qui est la voie qu'on tend à privilégier lorsque la taxation se heurte à trop de résistances.

1.2. Un remplacement forcé par la taxation ou la réglementation

Si l'incitation au verdissement prend la forme d'une taxation pigouvienne, on reste dans un cadre d'évolution gouvernée par des signaux prix. Contrairement à la situation qu'on vient de simuler dans laquelle le bien 2 voyait son prix baisser, ce signal-prix consiste en une hausse de prix du bien brun. L'impact attendu est donc une baisse de niveau de vie, même en présence d'une éventuelle redistribution des recettes de la taxe, en raison de l'effet de perte sèche. Cet effet est particulièrement facile à comprendre dans le cas limite où la taxation ferait totalement renoncer à la consommation du bien brun : il n'y aurait aucun supplément de recette fiscale à redistribuer alors que l'utilité et le niveau de vie seraient évidemment abaissés.

Le bilan d'une telle taxation est simulé avec ou sans redistribution de ce qu'elle rapporte (figure II). Bien évidemment, il s'agit d'un bilan qui ignore par hypothèse ce que les effets de la taxe sont supposés apporter comme supplément d'utilité à long terme et à un niveau plus large que celui du consommateur local. Celle-ci a effectivement vocation à améliorer l'état du monde à long terme en corrigeant l'externalité environnementale non reflétée dans les prix de marché. Mais, dans le cas présent, la problématique est de mesurer l'effet de cette taxe pour l'utilité d'un consommateur qui ne bénéficiera pas directement de cette amélioration, ou qui n'en est pas conscient, et cet effet est à peu près bien retracé par l'indicateur de niveau de vie. La légère discordance qu'on observe est attribuable à la non-homogénéité de la fonction d'utilité qui entraîne une légère dérive des prix chaînés, mais sans que le biais soit ici considérable.

Que se passe-t-il a contrario si, au lieu de la taxation du bien brun, la même trajectoire de consommation de ce bien est obtenue par une réglementation réduisant du même montant la consommation du bien brun, sans aucun signal prix ? On a exactement la même évolution de l'ensemble des consommations que dans le cas de la taxation avec recyclage puisque le revenu nominal est inchangé et laisse les mêmes

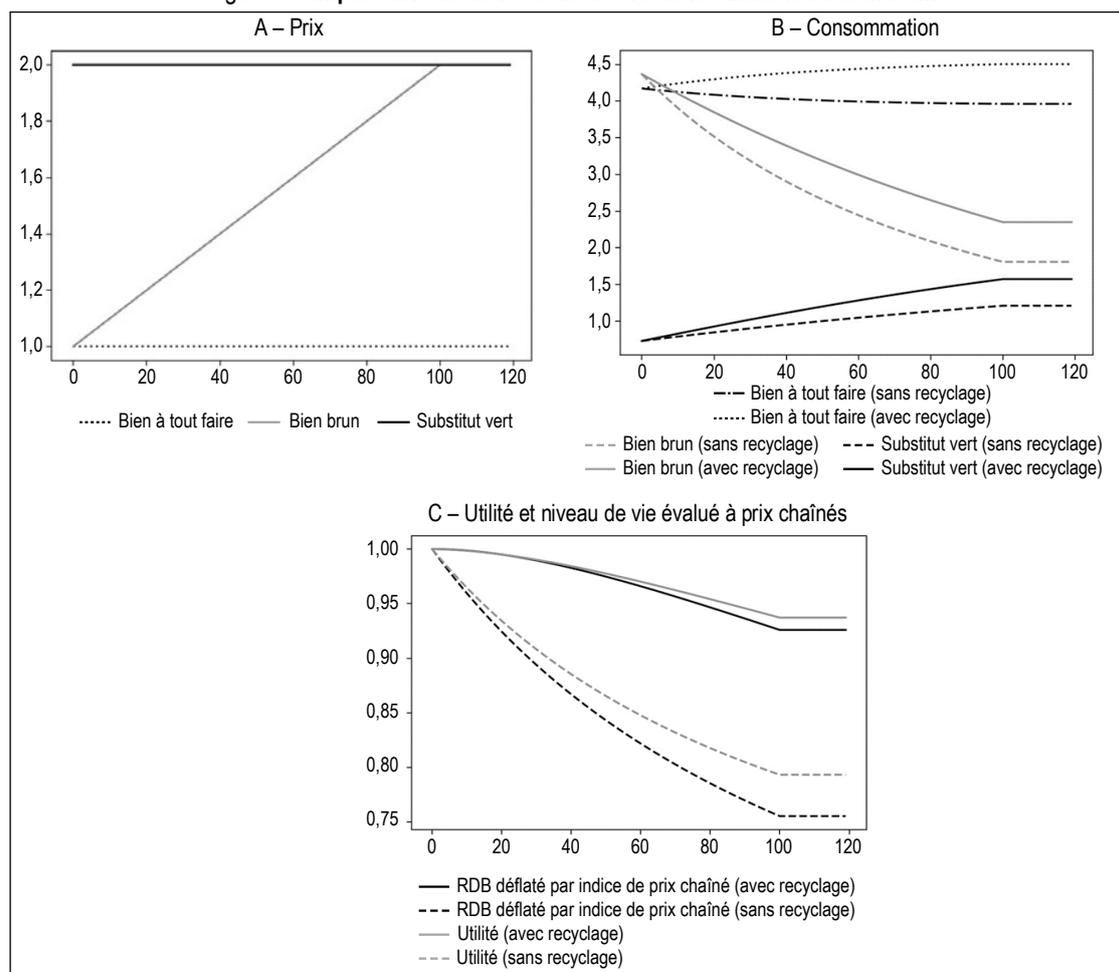
2. Voir par exemple Aghion et al. (2018) ainsi que, pour des revues de littérature, Ahmad & Scheyer (2016) ou Blanchet et al. (2018).

possibilités de report sur le bien vert et le bien à tout faire. L'utilité évolue donc de la même manière, toujours à la baisse, mais cette fois-ci sans aucune baisse enregistrée par le revenu réel (figure III). Il y a certes une évolution du poids des différents biens dans l'indice des prix mais, en l'absence de variation des prix, cette évolution des poids est sans effet sur cet indice, alors même que le caractère de plus en plus contraignant de la réglementation conduit bien à la même baisse continue de l'utilité qu'on aurait avec une hausse du prix.

Au total, si une bonne part des effets de la transition sur le revenu nominal et son pouvoir d'achat a vocation à être à peu près bien retracée dans les comptes, tous ceux qui transiteront par les variations des revenus nominaux ou les signaux prix, un certain nombre de ses effets négatifs peuvent lui échapper, tous ceux qui ne seront

pas spontanément et intégralement convertis en signaux revenu et prix. On rejoint ici un sujet classique de la critique de la mesure des niveaux de vie : l'impact des consommations fatales ou des dépenses contraintes qui limitent d'autant les possibilités de consommer d'autres biens. Obligations et interdictions d'achat sont deux faces d'un même problème. Une approche plus systématique de la mesure du niveau de vie permettrait de les intégrer, en chiffrant les pertes de revenu auxquelles équivaut la mise en place de telles contraintes, à prix par ailleurs constants (encadré 2), mais de tels chiffrages sont évidemment difficiles à envisager en production de routine. Faute de pouvoir y recourir de manière systématique, ceci invite au minimum à être clair sur ce dont la mesure est ainsi ignorée, et ceci vaut tout autant au niveau macro qu'au niveau micro. De même qu'on peut s'attendre à une

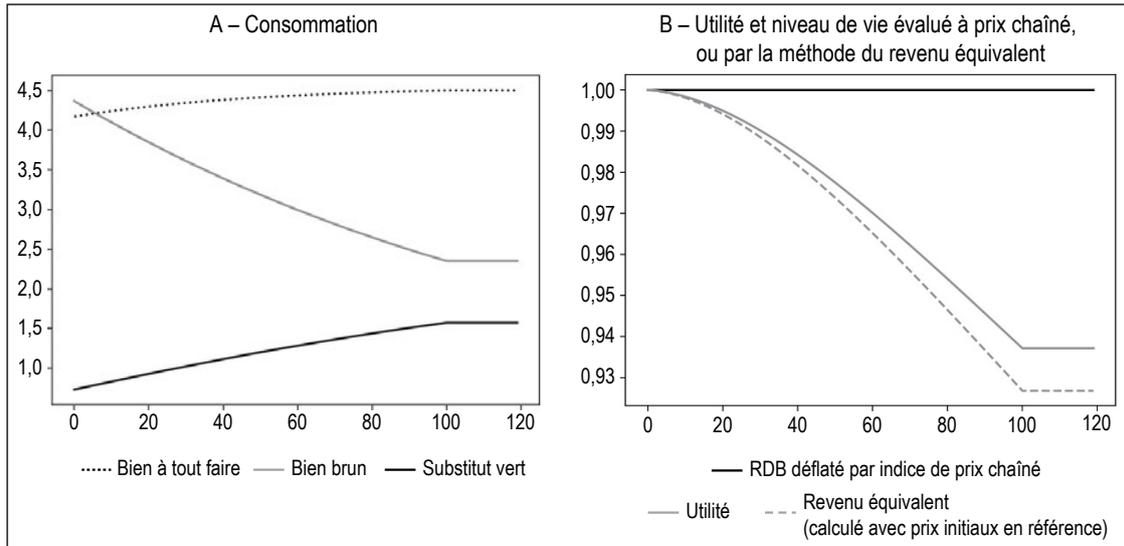
Figure II – Impact niveau de vie et bien-être de la taxation du bien brun



Lecture : le prix du bien vert (bien 2) ne bénéficie d'aucun progrès technique verdissant. Le verdissement découle d'une taxation croissante du bien brun (bien 1), avec ou sans redistribution du produit de la taxe. La redistribution du revenu de la taxe n'empêche pas qu'il y ait baisse de l'utilité, même si elle est évidemment plus faible qu'en l'absence de redistribution. Le revenu déflaté par l'indice de prix chaîné rend compte de cette baisse de l'utilité et du fait qu'elle est plus forte en l'absence de redistribution, même si la correspondance n'est qu'approximative, compte tenu de la forme non homothétique de la fonction d'utilité.

Source : calcul des auteurs.

Figure III – Impact d'une contrainte réglementaire sur la consommation du bien brun



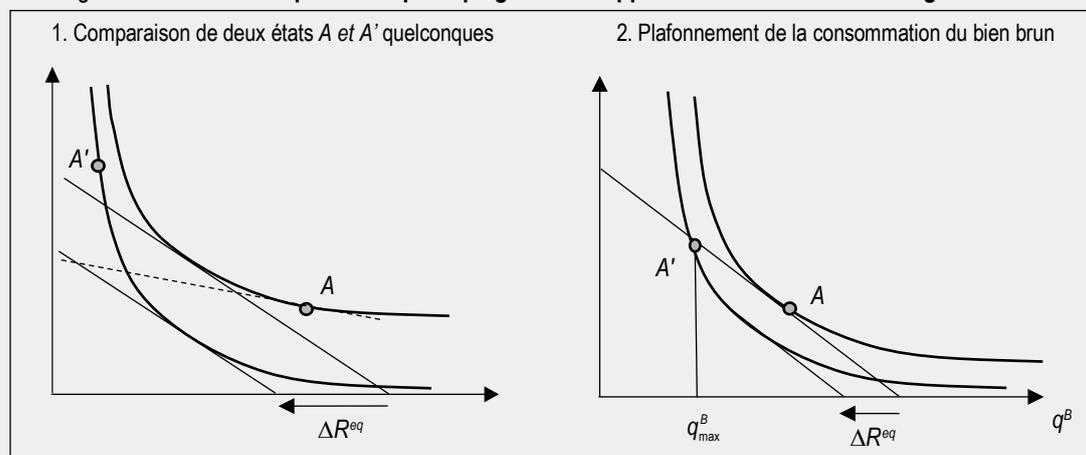
Lecture : on a la même baisse de consommation du bien brun en se contentant de continger cette consommation via la réglementation. Il en découle un report de la consommation vers le bien vert mais aussi vers l'autre bien. Cette modification contrainte de la structure de consommation conduit à une chute de l'utilité égale à celle qui découlait d'une taxation pigouvienne de produit entièrement redistribué aux ménages. Mais aucun effet n'est enregistré sur le RDB réel, puisque le revenu nominal comme les prix ne sont pas modifiés. Évaluer l'impact de la contrainte par la méthode du revenu équivalent (encadré 2) permet en revanche de rendre compte de la baisse d'utilité, au biais près qui découle de la non homothéticité des préférences.

Source : calcul des auteurs.

ENCADRÉ 2 – Évaluation monétaire de l'impact d'une contrainte réglementaire

D'un point de vue théorique, l'évaluation d'un équivalent monétaire d'une contrainte réglementaire peut être vue comme un cas particulier de la mise en œuvre de la notion de revenu équivalent. Le revenu équivalent fournit un classement scalaire des possibilités de consommation qui est cohérent avec les préférences ordinales. Il consiste à associer à chaque isoquante d'utilité le niveau de revenu minimal requis pour atteindre ce niveau d'utilité sous un système de prix de référence donné (figure A.1). À un système de prix de référence est associé un ensemble de droites de budget parallèles dans l'espace des biens. Chaque isoquante d'utilité est alors étalonnée par la position de la droite qui y est tangente. Cette position peut être mesurée, par exemple, par le point d'intersection de cette droite avec l'axe horizontal, ce qui revient à prendre le bien correspondant pour numéraire. On compare de cette manière les utilités associées à deux points A et A' quelconques. Cette comparaison sera cohérente avec les préférences ordinales, ce que le niveau de vie à prix chaînés ou, a fortiori, aux prix d'une année de base ne garantissent pas toujours. Par exemple, sur cette figure, le point A' serait jugé meilleur que le point A si on prend pour base les prix qui supportaient ce point A, puisqu'au-dessus de la droite de budget correspondante tracée en pointillés, alors qu'il est sur une isoquante plus basse. Le chaînage réduit ce risque de classement erroné mais pas complètement, car la comparaison des niveaux de vie entre les points A et A' peut dépendre du chemin suivi pour passer de l'un à l'autre (*path dependence*).

Figure A – Le revenu équivalent : principe général et application à une contrainte réglementaire



Cette méthode du revenu équivalent s'applique directement au cas où le passage de A à A' ne découle pas d'une

ENCADRÉ 2 – (suite)

variation du revenu ou des prix relatifs mais d'un plafonnement de la consommation du bien en abscisse. L'impact peut être mesuré en prenant pour système de prix de référence le système de prix auquel est effectivement confronté l'individu (figure A.2). La contrainte oblige l'individu à réduire sa consommation de bien brun en-dessous de ce qu'il ferait spontanément compte tenu de son seul revenu et des prix. Il en découle un report sur la consommation de l'autre bien, si l'individu épuise son budget, mais ce report ne suffit pas à garder l'utilité inchangée, et d'autant moins que les deux biens seront peu substituables. La variation du revenu équivalent permet d'en rendre compte.

Cette approche a une ressemblance avec une autre forme de calcul d'équivalence entre instruments de la politique climatique, celle de l'équivalent prix du carbone mise en œuvre par le FMI (Black *et al.*, 2022). Les *economy-wide carbon price equivalent* (ECPE) correspondent au niveau de taxe carbone qui conduirait à la même réduction d'émissions que la ou les politiques considérées, pouvant donc consister en l'imposition de normes ou de contraintes. Les deux approches peuvent effectivement se recouper mais ne doivent pas être confondues. Dans l'approche des *carbon price equivalents*, deux politiques sont équivalentes si elles conduisent à la même réduction des émissions. Dans cet article, le revenu équivalent est utilisé pour dire si ces politiques ont le même effet en bien-être. Deux politiques peuvent être simultanément équivalentes aux deux sens du terme, si elles amènent toutes les deux au même mix de consommations brune, verte et générique : en effet, dans ce cas, on aura à la fois la même réduction d'émissions et la même variation d'utilité. Mais ce recoupement n'est pas garanti. Par exemple, une taxe non recyclée et une contrainte qui conduiraient à la même baisse de la consommation brune seront équivalentes au sens des ECPE mais pas en termes d'effet bien-être puisque l'absence de recyclage de la taxe génère un effet revenu négatif sur la consommation de tous les biens. L'absence de recoupement peut alors, de manière générale, donner un critère de choix entre les différentes options de décarbonation : à impact environnemental donné, il faut privilégier la politique la moins défavorable en bien-être. Si la perspective est, par surcroît, une perspective de bien-être social prenant en compte les inégalités, un facteur supplémentaire d'écart sera le fait que les différentes options n'affectent pas tout le monde de la même manière : une même réduction globale des émissions peut être atteinte de manière plus ou moins égalitaire.

inégalité d'exposition aux effets de la taxation ou autres sources de modifications des prix, on doit se poser la question de l'inégalité d'exposition aux effets de mesures réglementaires.

2. Co-bénéfices non monétaires

En premier bilan, la liste d'effets qu'on vient de discuter sont des effets plutôt négatifs. La statistique des revenus et des prix devrait spontanément capter ce qui passera par ces deux variables, mais risque de passer à côté des effets de contraintes réglementaires. Cette limite devrait faire l'objet d'une attention particulière : sous-estimer les coûts pour les ménages conduirait à mal anticiper les résistances au changement et à sous dimensionner les mesures permettant de le rendre plus supportables.

D'autres facteurs pourraient-ils néanmoins jouer en sens inverse ? Cette question a deux volets. Le premier est de mettre en avant d'éventuels effets non monétaires de la transition dont certains joueraient dans un sens favorable. Il faut en dresser la liste et évaluer à quel degré ils pourraient compenser les coûts monétaires. Le second est le fait que la transition puisse s'accompagner de changements des préférences : tout ce qui vient d'être présenté l'a été sous l'hypothèse implicite d'une stabilité des préférences quant aux biens bruns et verts, or un vecteur additionnel de verdissement est celui de la sobriété choisie (Pommeret *et al.*, 2023, Oliu-Barton *et al.*, 2024), au sens d'un

changement de préférence en faveur des biens verts, voire en faveur de moins de consommation globale.

Ces deux sujets se recouvrent en partie : les préférences peuvent évoluer dans un sens qui donne à la fois moins de poids aux biens bruns, davantage de poids aux biens verts, et aussi davantage de poids aux co-bénéfices non monétaires de la transition. Pour la commodité de l'exposé, on va néanmoins séparer les deux sujets, en posant d'abord la question de la valorisation des impacts non monétaires de la transition à préférences stables. Pour ce faire, on ne va pas prétendre à un inventaire systématique de ces co-bénéfices, on va se borner à quelques observations de méthode.

Tout d'abord, sur la liste de ces effets non monétaires, mentionnons à nouveau qu'on se focalise sur la question du niveau de vie ou du bien-être courants, il ne s'agit donc que des co-bénéfices qui seraient à effet suffisamment rapide pour contrebalancer les coûts également immédiats. Les bénéfices de plus long terme relèvent de la problématique de la soutenabilité. Par ailleurs, tous les effets non monétaires de la transition ne sont pas forcément des co-bénéfices, certains peuvent aussi aller dans le sens du renforcement des coûts. Joueraient en sens positif les gains immédiats en termes de santé, de loisir, d'agrément du cadre de vie. Mais on peut aussi envisager de nombreux exemples d'effets négatifs. Par exemple, les restructurations

imposées par le verdissement se traduiront par une combinaison de destructions et de créations d'emploi, donc des passages par du non-emploi et/ou des reprises d'emploi sur d'autres activités (Hentzgen *et al.*, 2023). Or devoir changer d'emploi peut avoir une incidence sur le bien-être qui ne se réduit pas aux effets sur le pouvoir d'achat du revenu du travail, et c'est encore plus vrai d'un passage par le chômage : la perte de bien-être liée au statut de chômeur représente davantage que l'écart entre l'ancien salaire et la prestation chômage. Autre exemple, la sobriété pourrait également nécessiter de redensifier l'occupation des logements. Là, c'est un phénomène que le revenu par unité de consommation jugera favorablement puisque permettant de mieux profiter des économies d'échelle permises par la vie en commun. Or ceci risque de ne pas correspondre au ressenti réel en bien-être, puisque, si la tendance à la décohabitation a dominé jusqu'ici, c'est que les individus y trouvaient d'autres avantages, auxquels ils se trouveraient contraints de renoncer.

D'un point de vue méthodologique, que ces effets non monétaires jouent dans un sens positif ou négatif, la question de leur quantification est cependant la même : c'est celle de savoir comment les combiner aux indicateurs monétaires. C'est le sujet classique de la littérature *beyond GDP*, laquelle propose quatre options pour l'intégration de ces facteurs non monétaires dans la mesure du bien-être, déjà rappelées dans Blanchet & Fleurbaey (2020).

La première est l'approche par tableaux de bord consistant à multiplier les indicateurs éclairant les différents aspects des conditions de vie et du bien-être, sans souci d'agrégation. On relèvera en particulier que, dans leur recension de l'ensemble des pistes de verdissement de la demande à effets potentiellement positifs sur le bien-être, Creutzig *et al.* (2022) ordonnent ces effets selon les catégories du tableau de bord du développement durable actuellement promu par les Nations unies. Néanmoins, le problème de cette approche est l'abondance d'informations qu'elle conduit à fournir et la difficulté à les hiérarchiser. On a aussi besoin d'information synthétique. Du reste, lorsque ces tableaux de bord servent de support à des arbitrages entre des politiques affectant différemment les différentes dimensions du bien-être, ces décisions s'appuient en fin de compte sur une forme d'agrégation implicite et selon des hiérarchisations non transparentes de ces dimensions.

La deuxième approche est celle des indices composites. Elle peut être évoquée compte

tenu de la place qu'elle a longtemps tenue dans la recherche d'alternatives au PIB. Elle utilise diverses techniques pour rendre statistiquement commensurables les choses qui ne le sont pas spontanément, avant de les agréger en un indice unique selon des règles conventionnelles. La méthode est apparemment transparente puisque les règles d'agrégation relèvent d'une arithmétique relativement élémentaire. Sa limite est que les valorisations relatives auxquelles elle conduit n'ont aucune raison de refléter les préférences individuelles ou des choix sociaux pertinents puisqu'étant le résultat non contrôlé d'une règle d'agrégation purement statistique.

Le respect total des préférences individuelles, à l'inverse, semble être un avantage de la troisième approche, la mesure du bien-être subjectif. Elle dispense d'avoir à formuler des principes d'agrégation des différentes composantes du bien-être, en s'en remettant à ce que les individus disent de leur bien-être global, dans une approche cardinale de celui-ci. C'est sur la base de pondérations personnelles qu'ils vont déclarer avoir des conditions de vie ou des existences plus ou moins favorables, typiquement en notant de 0 à 10 leur niveau de bien-être global ressenti, sans qu'il soit nécessaire d'explicitier ces pondérations. Aller directement au résultat final est ce qui fait l'attrait de la méthode, permettant également de prendre en compte l'inégale répartition de ce bien-être subjectif. C'est quelque chose que ne peuvent pas faire des indicateurs composites fondés sur des données macro. Même quand ils essaient d'intégrer aussi les inégalités mesurées sur chacun des axes d'intérêt, ils ne mesurent pas l'impact du cumul des privations, lorsqu'elles sont corrélées d'un axe à l'autre. Toutes ces qualités font l'intérêt de la méthode pour répondre à un grand nombre de questions, et elle est une candidate naturelle pour évaluer ce que pourrait être l'impact « tout compris » de la transition climatique (Perona, 2022).

S'appuyer sur le bien-être déclaré pose néanmoins le problème de la relativité des échelles selon lesquelles les individus évaluent leur situation. C'est certes une information intéressante de savoir qu'un individu *A* peut s'estimer moins heureux qu'un autre à situation parfaitement identique. Là où ceci pose problème, c'est lorsqu'il en résulte des incohérences avec les préférences ordinales, ce que l'on cherche justement à éviter. Un individu *A* peut très bien avoir des préférences telles qu'il préfère sa situation courante à celle d'un individu *A'* et, pour autant, noter son existence de manière moins favorable que ne le fait l'individu *A'*, si cet individu *A* est d'un naturel beaucoup plus exigeant que *A'*.

Il serait clairement incorrect de conclure qu'une collectivité majoritairement composée d'individus de type A est moins bien lotie que lorsqu'elle est majoritairement composée d'individus de type A' . Là, la méthode est exposée au risque de donner un résultat contradictoire avec les préférences ordinales des individus.

Ce problème est celui que cherche à résoudre le quatrième type d'approche, dont le principe a déjà été présenté en encadré 2 pour le chiffrage d'un équivalent monétaire du rationnement du bien brun. Cette méthode du revenu équivalent permet de donner une traduction monétaire de tout ce qui peut affecter la capacité à générer de l'utilité à partir du revenu, ce dont les prix comme les contraintes de rationnement ne sont que des cas particuliers. Le cas où ce qui affecte l'utilité sont à la fois les prix et un facteur ou plusieurs facteurs non monétaire(s) est présenté en encadré 3. La démarche consiste à se fixer des valeurs de référence non seulement pour

les prix, mais aussi pour ce ou ces facteurs non monétaire(s), puis de calculer le revenu qui permettrait d'atteindre l'utilité courante dans la situation hypothétique où l'individu serait exposé à ces valeurs de référence plutôt que leurs valeurs courantes. Pour préciser l'idée, si un individu de revenu R est dans un état de santé dégradé H et si on prend pour référence l'état de bonne santé H^{ref} , son revenu équivalent R^{eq} sera celui qui assurerait l'égalité $U(R^{eq}, H^{ref}) = U(R, H)$, il sera d'autant plus bas que H sera bas et il augmentera si l'amélioration de l'environnement permet une amélioration de l'état de santé. Cette méthode permet de donner une valeur monétaire à cette amélioration, cohérente avec les préférences ordinales jointes sur la santé et le niveau de vie monétaire. La méthode s'inscrit dans la tradition de l'analyse coût-bénéfices.

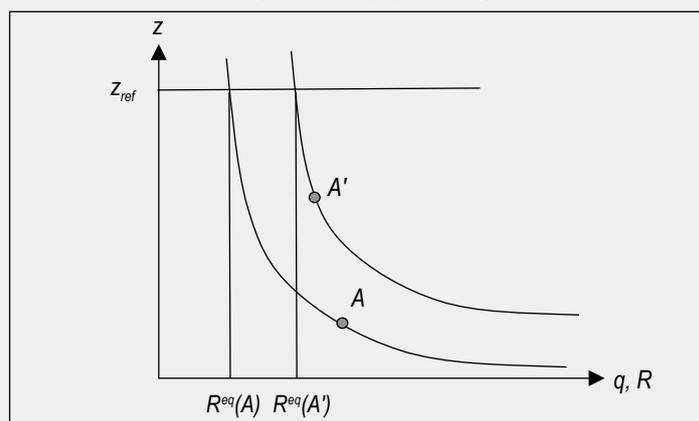
Le problème qu'elle pose va néanmoins être celui de la mise en œuvre. Plusieurs techniques

ENCADRÉ 3 – Revenu équivalent appliqué à la prise en compte de co-bénéfices non monétaires

Pour garder la possibilité d'une représentation à deux dimensions, on se place dans le cas où les préférences portent uniquement sur la capacité du revenu R à acheter un bien composite à tout faire q et un co-bénéfice non monétaire unique décrit par la variable z : il peut par exemple s'agir de l'état de l'environnement, ou de l'état de santé tel qu'affecté par l'état de l'environnement. Avec le bien composite pris comme numéraire, la méthode a juste besoin d'une valeur de référence z_{ref} de la variable z . Les revenus équivalents associés aux états A et A' correspondent aux abscisses des points d'intersection des isoquantes et de l'horizontale $z = z_{ref}$.

Sur cet exemple, il y a baisse du revenu entre l'état A et l'état A' , mais qui est plus que compensée par le gain sur la variable z .

Figure B – Le revenu équivalent lorsque le bien-être dépend d'un bien marchand et d'un facteur non monétaire



À noter cependant que, en pratique, une composante des effets en bien-être de l'amélioration de l'état de santé pourra être déjà mesurée par certains de nos indicateurs usuels, via la réduction des dépenses de santé qui en découlent. Le revenu disponible brut devrait en effet capter les éventuelles baisses des dépenses d'assurance maladie si celles-ci mènent à une réduction des prélèvements qui les financent. En revanche, l'effet d'une réduction des restes à charge qui libérerait du revenu pour d'autres dépenses ne serait pris en compte que dans une approche en termes de revenu arbitral, si ces restes à charge sont traités comme dépenses contraintes. Enfin, l'approche du revenu disponible dit « ajusté » intégrant l'équivalent monétaire des transferts individualisables, manquerait a priori l'ensemble de ces effets, puisque la baisse des prélèvements serait compensée par la baisse des prestations de santé.

ou combinaisons de techniques sont envisageables : s'appuyer sur les préférences révélées par les comportements, recourir aux techniques d'évaluation contingente, c'est-à-dire des questionnements directs sur les consentements des individus à payer ou à recevoir pour des modifications données de leur situation ou de leur environnement, ou encore en combinant données objectives et les mesures de satisfaction subjective vues à l'instant. L'idée est qu'on peut mesurer le degré auquel les individus sont prêts à arbitrer entre facteurs matériels et autres aspects des conditions de vie en analysant empiriquement comment les uns et les autres affectent le bien-être subjectif, ce qui est envisageable avec des enquêtes croisant mesure directe du bien-être ressenti et composantes objectives. On peut aussi utiliser les calibrages de fonctions d'utilité issus de la littérature, pouvant eux-mêmes découler de ces différentes méthodes.

Le coût de mise en œuvre de ces différentes techniques rend difficile d'imaginer une application en production courante. Parmi les applications pratiques de cette démarche, on relèvera de Serres & Murin (2014) qui tentent un chiffrage du degré auquel les gains d'espérance de vie associés à la baisse de la pollution locale qui accompagne celle des émissions de gaz à effet de serre pourraient compenser les coûts économiques de cette baisse. La compensation qu'ils mettent en évidence n'est que partielle mais cela n'épuise pas le sujet puisqu'on ne se focalise que sur un seul des co-bénéfices de la transition.

3. Transition et bien-être avec préférences évolutives

Même sans co-bénéfices tels que ceux présentés dans la section précédente, le coût de la transition en termes de niveau de vie ressenti ou de bien-être peut tout de même être réduit si cette transition s'accompagne et/ou est portée par un verdissement des préférences. Si la consommation de viande ou les trajets réalisés en avion baissent drastiquement uniquement parce que les individus souhaitent manger moins de viande et voyager autrement qu'en avion, leur bien-être ne s'en trouvera pas péjoré, quoi qu'il se passe du côté des prix ou de la réglementation.

Mais comment objectiver cet effet modérateur des changements de préférences ? Vouloir mesurer un coût de la vie ou une croissance du revenu réel avec des préférences variables, c'est comme vouloir comparer la taille de différents objets avec un mètre élastique qui se distendrait ou se contracterait en même temps qu'on passe

d'un objet à l'autre. Le problème paraît insoluble et c'est sans doute la raison pour laquelle, jusque récemment, il a été plutôt ignoré par la littérature (Samuelson & Swamy, 1974 ; Balk, 1989), malgré le fait que la croissance passée se soit, à l'évidence, accompagnée d'évolutions radicales des préférences.

La crise du Covid a donné une première raison, conjoncturelle, de ne plus ignorer ce sujet : elle a brutalement modifié les préférences relatives aux différents types de biens et services, certains biens devenant tout d'un coup essentiels, pendant que d'autres devenaient dispensables (Baqae & Farhi, 2020 ; Baqae & Burstein, 2021 ; Blanchet & Fleurbaey, 2022). Ceci a conduit à une double question : comment interpréter dans un tel contexte les indicateurs statistiques standard qui tablent implicitement sur la stabilité des préférences, et à quelles vraies mesures de l'utilité ou du bien-être peut-on essayer de les confronter ? Ces deux questions sont d'autant plus cruciales dans le contexte de transition verte que, cette fois-ci, les modifications de préférences ne sont plus un facteur perturbateur exogène dont on peut accepter d'ignorer les effets, faute de savoir les traiter. Cette fois-ci on en escompte un rôle actif (Konc *et al.*, 2021 ; Mattauch *et al.*, 2022a ; Mattauch *et al.*, 2022b) et des politiques (notamment de sobriété) sont envisagées pour les favoriser. Continuer à les ignorer est une position difficilement tenable. Mais comment les prendre en compte ?

Les deux pistes qu'on vient de mettre en avant pour le traitement des co-bénéfices non monétaires – la mesure du bien-être subjectif et la méthode du revenu équivalent – offrent chacune leur réponse à cette question et les deux sont donc à considérer.

On peut choisir de s'en remettre à la mesure subjective du bien-être. Par exemple, si taxation il y a, on peut conjecturer que l'indicateur subjectif intégrera à la fois l'effet négatif de la taxe et le fait que l'individu aura appris plus ou moins vite à relativiser les effets ou à en retirer de l'information sur les conséquences du changement climatique et à les intégrer à ses préférences. En règle plus générale, on peut même dire que c'est dans la nature de ces indicateurs subjectifs de prendre en compte toutes les formes possibles de changements de préférences. C'est par exemple en ce sens qu'on a l'habitude d'interpréter le plus connu de leurs messages stylisés, le paradoxe d'Easterlin (1974) selon lequel, passé un certain stade de développement, la croissance n'a que de faibles effets sur le bien-être subjectif. L'une

des explications possibles de ce paradoxe est le fait que les besoins ou les aspirations s'élèvent au fur et à mesure de l'amélioration des conditions de vie matérielles, et que c'est l'écart entre conditions de vie et aspirations qui détermine le bien-être déclaré. Il ne s'agit pas forcément d'une modification des préférences ordinales, mais au moins d'une modification de la façon de les traduire en termes cardinaux.

Si cette explication de l'effet Easterlin est la bonne, elle pourrait jouer à rebours le long d'un sentier de transition verte : le scénario de la sobriété choisie serait un scénario où les aspirations en termes de consommation se mettraient à freiner voire à régresser en même temps que freinerait ou régresserait la croissance, limitant d'autant la chute du bien-être subjectif. Ceci plaide pour regarder avec intérêt comment se comporteront ces indicateurs subjectifs le long d'une trajectoire de transition à préférences évolutives.

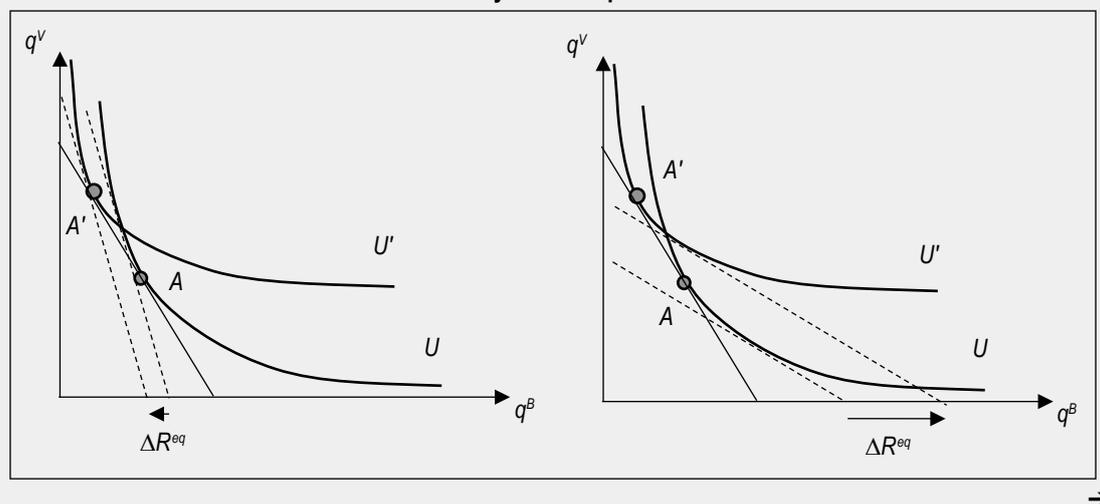
Mais on peut explorer ce que peuvent aussi avoir à en dire les indicateurs de niveau de vie calculés selon la méthode du revenu équivalent introduite à l'instant.

Que peut-on d'abord dire de cet impact du changement de préférences sur l'indicateur de niveau de vie standard, le revenu nominal déflaté par un indice de prix chaînés, puisqu'on continuera en toute hypothèse de le calculer ? À préférences constantes, la taxe génère un effet de substitution qui amortit déjà une partie de l'effet que l'on aurait sans possibilité de substitution. Cet effet est en principe pris en compte par l'indice chaîné, au problème près de la *path dependence* à laquelle peut conduire ce chaînage même lorsque l'on est à préférences constantes. Le verdissement des préférences devrait renforcer cet effet de substitution, ajoutant donc un deuxième facteur de modération des effets de la taxe, mais en introduisant du même coup un second problème de *path dependence*. Soit toujours l'état A initial avec des préférences brunes et un état A' final avec des préférences verdies, un même profil de montée en régime de la taxe entre ces deux périodes, mais deux scénarios pour la trajectoire des préférences : un scénario où leur verdissement devance la montée en régime de la taxe, et un scénario où le verdissement des préférences lui fait suite. Il est facile de deviner que le message des indices

ENCADRÉ 4 – Revenu équivalent à préférences variables

On considère un bien vert et un bien brun ainsi qu'un changement de préférences au profit du premier, en se plaçant d'abord à revenu et à prix inchangés (figure C). Les préférences initiale et finale sont représentées par les fonctions U et U' . Le changement de préférences fait passer du point A au point A' . On voit que le classement de ces deux points par la méthode du revenu équivalent dépend du système de prix de référence : le point A apparaît au-dessus du point A' avec les prix de référence de la figure de gauche, et en dessous avec les prix de référence de la figure de droite. Cette indétermination apparaît dirimante mais elle ne fait que refléter l'indétermination fondamentale qui résulte du changement de préférences : A est préféré à A' pour un individu doté des préférences initiales, et A' est préféré à A pour un individu doté des préférences finales. Ceci étant, dans ce cas où les prix sont les mêmes dans les deux états, on peut choisir ces prix comme prix de référence auquel cas les deux états seront jugés équivalents, ce qui est éthiquement pertinent : deux individus de préférences différentes mais disposant du même revenu à prix donné sont considérés comme aussi bien lotis l'un que l'autre même si leurs choix de consommation ne sont pas les mêmes.

Figure C – Effet d'un changement de préférences, à prix et revenu donnés, selon choix du système de prix de référence

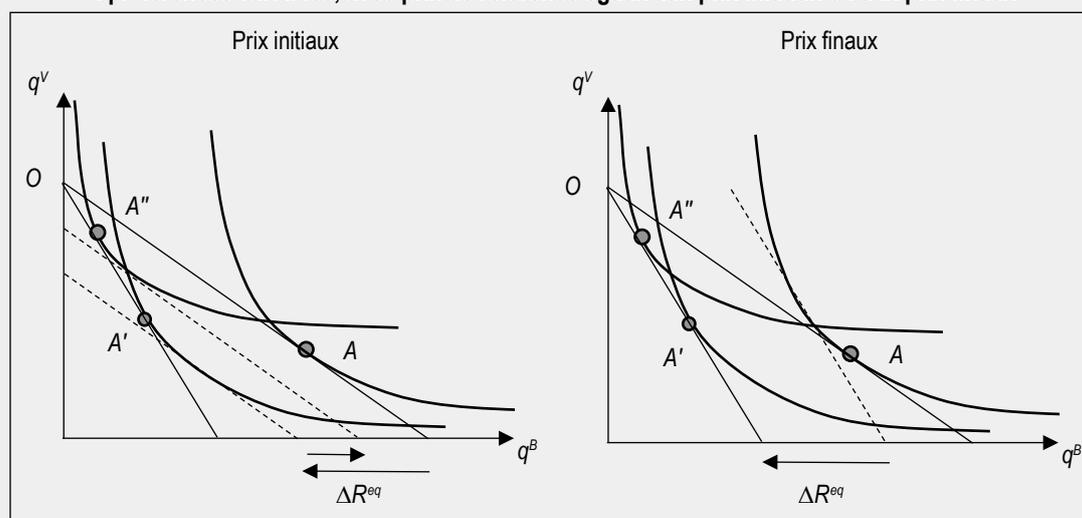


ENCADRÉ 4 – (suite)

Cette solution n'est plus possible lorsque le changement de préférences accompagne un changement du système de prix. Ce sera le cas, notamment, si le verdissement des préférences accompagne la mise en place d'une taxation du bien brun. Supposons un processus en deux temps (figure D) dans lequel la taxe fait d'abord pivoter la contrainte de budget et passer d'un point A au point A' à préférences inchangées, après quoi un changement de préférence fait glisser vers un point A'' à droite de budget inchangé.

Si ce sont les prix finaux qui sont utilisés comme prix de référence (figure de droite), on voit que la phase de transition du point A' au point A'' est neutre pour le revenu équivalent, on n'observera donc que la baisse de ce revenu équivalent entre le point A et le point A' . L'effet de compensation n'est pas pris en compte. Mais il l'est si ce sont les prix initiaux qui sont pris pour référence (figure de gauche), avec un mouvement de va-et-vient qui reste incomplet sur la figure, mais qui serait total si le changement de préférences était tel que, in fine, l'individu renonce totalement au bien brun.

Figure D – Effets de la taxation environnementale sur le revenu équivalent à préférences variables, avec prix de référence égaux aux prix initiaux ou aux prix finaux



À noter qu'on s'est intéressé ici à un pur changement de préférences et qui va nécessairement dans le sens d'un verdissement. Ceci appelle trois remarques :

- Ce type de verdissement est à différencier de celui qui découlerait d'un pur effet revenu à préférences inchangées, celui qu'on aurait si la qualité de l'environnement était un bien supérieur auquel le consommateur attacherait une importance d'autant plus élevée que son revenu est élevé. Là, on resterait dans le cadre d'une analyse à préférences fixes, avec néanmoins le problème qu'un effet revenu résultera nécessairement de préférences non homothétiques, et donc la difficulté qui en résulte pour l'interprétation en termes d'utilité des indicateurs de volume ou de niveau de vie réel.
- Les préférences considérées ici comme étalon du bien-être sont les préférences vraies des ménages, à distinguer des préférences dites comportementales, celles que révèlent les choix effectifs des consommateurs (Fahri & Gabaix, 2020). Il y a écart entre les deux lorsque les individus n'internalisent pas l'ensemble des conséquences de leur choix pour eux-mêmes, par exemple en raison d'un défaut d'information. Si les préférences vraies sont stables et que seules les préférences comportementales changent, par exemple via l'effet d'un *nudge* qui corrige l'écart entre les deux, alors on reste là aussi dans un cadre à préférences fixes et l'effet du *nudge* est en principe positif. Voir sur ce point Pommeret *et al.* (2023).
- Pour ce qui est du changement de préférences vraies, il peut être spontané, favorisé par des actions de communication ou des effets de pairs. Il peut aussi découler de la mise en place de la taxation ou des évolutions réglementaires, si celles-ci favorisent la prise de conscience des problèmes environnementaux, ce qui accroît alors leur efficacité (Konc *et al.*, 2021). Néanmoins, on peut aussi assister à des réactions inverses, taxation ou contrainte conduisant plutôt un phénomène de rejet (Ehret *et al.*, 2022).

chaînés ne sera pas le même dans les deux cas : dans le premier cas, la hausse du prix du bien brun sera répercutée dans l'indice des prix avec un poids qui aura déjà commencé à décroître, et pas dans le second. La baisse de niveau de vie sera donc jugée plus faible le long de la première trajectoire que le long de la seconde, alors même

que les deux trajectoires ont le même point de départ et le même point d'arrivée.

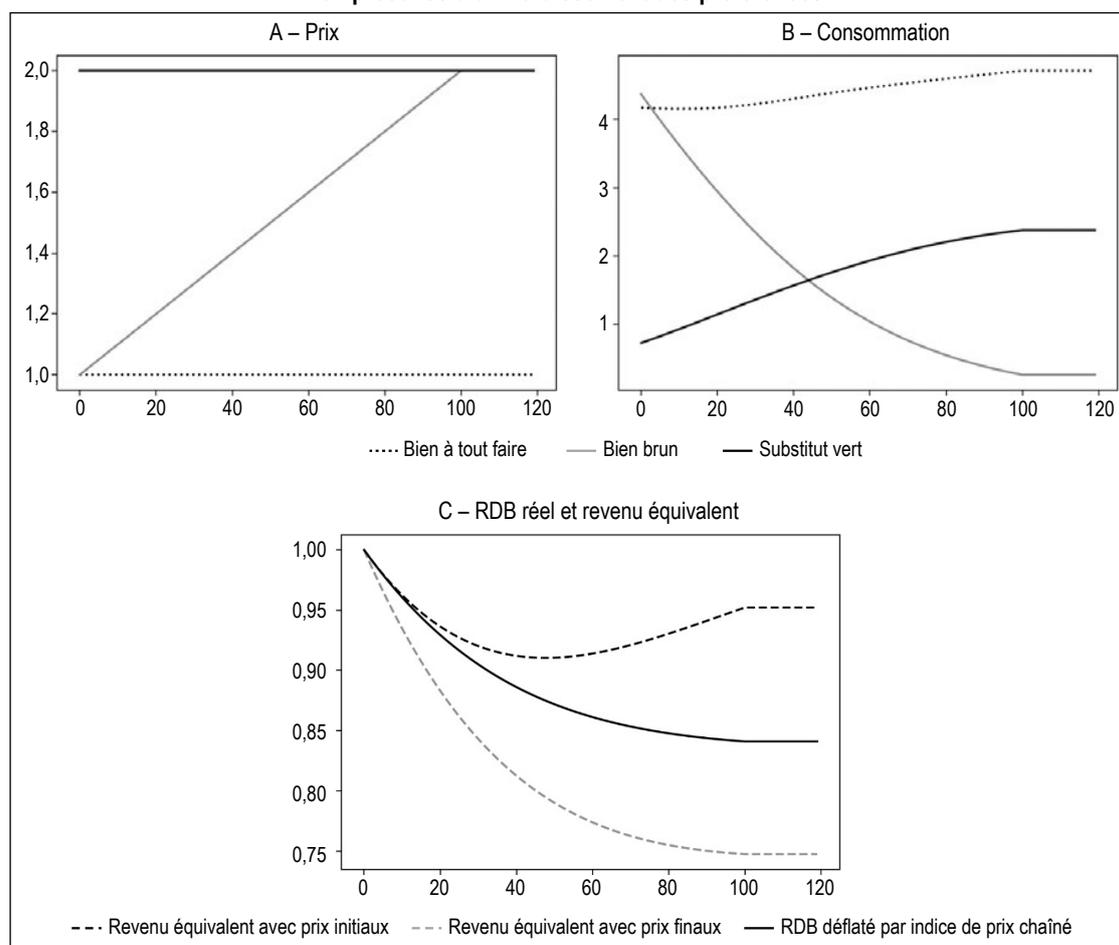
Si l'indicateur standard ne sera donc pas nécessairement muet sur un potentiel effet modérateur du changement de préférences, son message sera partiel et instable.

La méthode du revenu équivalent permet-elle de contourner le problème ? D'un point de vue technique, il n'y a pas d'obstacle à sa mise en œuvre, car elle n'implique pas de considérer des individus à préférences identiques (Fleurbaey & Tadenuma, 2014). On n'a pas à se poser la question de savoir comment chaque individu se sentirait avec des préférences qui ne sont pas les siennes. C'est à l'aune des préférences qui lui sont propres qu'il évalue quel niveau de revenu hypothétique le rendrait indifférent entre son état actuel et la situation où il ferait face au système de prix que l'on a choisi pour référence. Et c'est sur la base de ces revenus équivalents que l'on réalise des comparaisons interpersonnelles ou à travers le temps, lesquelles peuvent aussi bien être des comparaisons de deux individus vivant à la même période que le même individu avec deux systèmes de préférences successifs.

L'incertitude sur le message final n'est pas levée pour autant, mais elle prend une autre

forme : c'est du système de prix choisi comme référence que va dépendre le résultat de la comparaison. Cette dépendance est présentée en encadré 4 et peut être illustrée par une dernière simulation de la maquette mobilisée dans cet article (figure IV), qui permet également la comparaison avec le comportement du niveau de vie à prix chaînés, en reprenant une des deux hypothèses des simulations de la figure III : la mise en place d'une taxe sans recyclage de ses recettes, pour être dans la situation a priori la plus défavorable pour les consommateurs, avec des préférences qui verdissent en même temps que la taxe monte en régime. La modification des préférences consiste en un changement joint des paramètres B et a de la fonction d'utilité passant respectivement de -1 à -2 et $0,55$ à $0,25$ entre 0 et 100 . La baisse de B signifie un moindre besoin de consommer du service rendu par aussi bien le bien vert que le bien brun (par exemple un moindre besoin de se déplacer en voiture, qu'elle soit thermique ou électrique) et la baisse

Figure IV – Scénario de taxation du bien brun (sans recyclage de la taxe) en présence d'un verdissement des préférences



Lecture : à partir des mêmes valeurs initiales que dans le cas stable, les paramètres B et a passent (linéairement) de -1 à -2 et $0,55$ à $0,25$ entre 0 et 100 . La baisse de consommation du bien brun est plus marquée que dans la simulation de la figure II, à trajectoire de taxation identique, sans recyclage. L'impact sur le revenu équivalent est évalué soit en prenant les prix initiaux comme prix de référence, soit les prix du moment.

de a signifie que, pour produire ce service, on accorde une préférence croissante au bien n° 2 considéré comme étant le bien vert.

On compare l'évolution du revenu déflaté à prix chaînés et deux versions du revenu équivalent, une qui prend pour référence les prix initiaux d'une part et celle qui, à chaque date, prend pour référence les prix du moment (figure IV-C) On peut déjà noter que, sans surprise, la baisse du revenu déflaté est moindre que dans le cas de la taxation à préférences fixes de la figure II : il y a moindre détérioration du niveau de vie puisque le poids dans l'indice du bien taxé décroît plus rapidement qu'il ne le faisait à préférences fixes, mais cette compensation ne sera pas la même selon que la modification des préférences intervient avant même la mise en place de la taxation ou bien après celle-ci.

L'approche par le revenu équivalent évite cette forme de *path dependence*, puisque, à chaque date, elle ne fait intervenir que les préférences courantes, indépendamment de la façon dont elles ont évolué depuis le début du processus. En revanche, le résultat dépend des prix retenus pour référence.

- Lorsque les prix de référence sont ceux de la période initiale (trajectoire du haut), le revenu équivalent évolue sous l'effet de deux forces contradictoires : la hausse de la taxe joue logiquement dans le sens d'une réduction du revenu équivalent, mais le changement de préférences a un effet positif puisqu'il permet au consommateur de s'éloigner d'un bien qui est devenu cher par rapport au prix qu'il a dans le système de référence, à savoir le prix initial sans taxe. Ce second effet domine le premier, puisque le revenu équivalent change de pente dès lors que les préférences verdissent. À la fin de la transition, le revenu équivalent reste en dessous de sa valeur initiale mais, dans le cas limite où le consommateur deviendrait totalement « vert » et ne souhaiterait plus du tout consommer de bien brun, même aux prix initiaux, son revenu équivalent retrouverait sa valeur initiale puisqu'il serait devenu complètement indifférent au prix du bien brun qui n'est plus désiré.
- Si on prend l'autre convention de choisir les prix courants comme système de référence (trajectoire du bas), en termes nominaux, l'effet du changement de préférences est totalement neutralisé pour ce qui est du revenu équivalent courant, égal par nature au revenu courant. En revanche, à chaque période, le changement de prix de référence conduit à réactualiser le revenu équivalent initial. Celui-ci s'accroît

car la situation initiale paraît rétrospectivement de plus en plus avantageuse au fur et à mesure que le prix de référence du bien brun croît : en comparaison du prix avec taxe, elle avait l'avantage implicite de subventionner la consommation brune. De ce fait, ramené à un revenu équivalent initial qui augmente, le revenu équivalent courant apparaît en baisse continue.

On se retrouve au final avec deux points de vue différents et complémentaires sur les changements à l'œuvre, qui encadrent l'évolution du revenu réel à prix chaînés, et dont l'un va bien dans le sens d'une compensation des coûts par les changements de préférences, mais sans non plus que ce point de vue puisse être totalement privilégié. La mesure de l'évolution des niveaux de vie était déjà affectée d'effets de perspective incontournables avec des préférences non homothétiques mais stables, le problème ne peut qu'être amplifié lorsqu'on a affaire à des préférences variables.

* *
*

Au total, en transposant l'expression qu'avaient utilisé Ahmad & Schreyer (2016) pour leur discussion des questions que l'économie numérique et la dématérialisation croissante de l'économie posaient à la comptabilité nationale, peut-on dire que celle-ci est parfaitement apte à relever le défi du suivi statistique du verdissement ? Qu'en est-il plus largement de l'ensemble du dispositif de mesure des niveaux de vie, en moyenne comme à un niveau désagrégé ?

À certains égards, les questions soulevées sont plus faciles que celles que soulevaient les nouveaux modèles de production de l'économie numérique. Le problème auquel ils confrontaient les comptables était le caractère de plus en plus désincarné des biens et services offerts au consommateur et, pour certains d'entre eux, le brouillage ou la disparition totale des signaux prix, avec le développement de nouvelles formes de gratuité ou de pseudo gratuité. Dans le cas des coûts de la transition climatique, on revient sur le terrain plus familier de productions ou de consommations dont on a des définitions physiques – des litres de fioul ou d'essence, des kilowattheures, des consommations alimentaires à plus ou moins fort contenu en carbone –, et auxquelles on sait associer des prix unitaires, ce qui est le terrain pour lequel on sait en principe bien définir des partages volume-prix. De fait, en première analyse, la boîte à outils du comptable

national et ses déclinaisons au niveau microéconomique devraient offrir les instruments de base pour rendre compte d'une bonne part de l'ampleur des coûts de la transition pour les ménages qui auront à les supporter.

Néanmoins, même sur le terrain purement économique, plusieurs sujets peuvent nécessiter des compléments d'information ou de nouvelles réflexions conceptuelles, que ces sujets aillent dans le sens d'un surcroît de coûts – le cas principalement des rationnements quantitatifs – ou de l'atténuation de ces coûts – les changements de préférence et le problème qu'ils posent pour l'objectivation du niveau de vie. Hors terrain économique stricto sensu, le sujet se double de

la nécessité de prendre en compte un certain nombre d'effets non monétaires favorables de la transition, ceux qui seraient suffisamment rapides et au bénéfice direct des individus qui auront à supporter les principaux coûts de cette transition. Enfin, bien évidemment, il faut rappeler encore une fois que la raison principale d'accepter ces coûts est le gain qu'on en attend en termes d'habitabilité future de la planète : là, on sort de la mesure du présent, et on sort aussi du cadre territorial qui est celui couvert par les statistiques nationales, le sujet est d'ordre global. Ceci ne doit pas empêcher le système statistique national de concourir à son éclairage, et la quête d'indicateurs adéquats de soutenabilité doit donc également se poursuivre. □

BIBLIOGRAPHIE

- Aghion, P., Bergeaud, A., Boppart, T. & Bunel, S. (2018).** Firm Dynamics and Growth Measurement in France. *Journal of The European Economic Association*, 16(4), 933–956. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvy031>
- Ahmad, N. & Schreyer, P. (2016).** Are GDP and Productivity Up to the Challenges of the Digital Economy? *International Productivity Monitor*, Centre for the Study of Living Standards, 30, 4–27. https://econpapers.repec.org/article/slsipmsls/v_3a30_3ay_3a2016_3a1.htm
- Balk, B. M. (1989).** Changing Consumer Preferences and the Cost-of-Living Index: Theory and Nonparametric Expressions. *Journal of Economics*, 50, 157–169. <https://doi.org/10.1007/BF01239124>
- Baqae, D. R. & Farhi, E. (2020).** Nonlinear Production Networks with an Application to the COVID-19 crisis. NBER, *Working Paper* N° 27281. <https://doi.org/10.3386/w27281>
- Baqae, D. R. & Burstein, A. (2021).** Welfare and Output with Income Effects and Taste Shocks. NBER, *Working Paper* N° 28754. <https://doi.org/10.3386/w28754>
- Black, S., Minnett, D., Parry, I., Roaf, J. & Zhunussova, K. (2022).** A Framework for Comparing Climate Mitigation Effort Across Countries. IMF, *Working Paper* N° 2022/254. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2022/12/16/A-Framework-for-Comparing-Climate-Mitigation-Policies-Across-Countries-527049>
- Blanchet, D., Khder, M.-B., Leclair, M., Lee, R., Poncet, H. & Ragache, N. (2018).** La croissance est-elle sous-estimée ? *L'Économie Française - Comptes et dossiers édition 2018*, Insee, coll. *Références*, pp. 59–79. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3614240?sommaire=3614262>
- Blanchet, D. & Fleurbaey, M. (2020).** Construire des indicateurs de la croissance inclusive et de sa soutenabilité : que peuvent offrir les comptes nationaux et comment les compléter ? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 9–24. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4770120?sommaire=4770254>
- Blanchet, D. & Fleurbaey, M. (2022).** Valeurs, volumes et partages volume-prix : sur quelques questions (re) soulevées par la crise sanitaire. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 532-33, 71–88. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2022.532.2072>
- Blanchet, D., Pesme, C. & Pommeret, A. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat : rapport thématique bien-être. France Stratégie. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_l'action_pour_le_climat-thematique-bien-etre.pdf
- Creutzig, F., Niamir, L., Bai, X., Callaghan, M., Cullen, J., Díaz-José, J., Figueroa, M., Grubler, A., Lamb, W. F., Leip, A., Masanet, E., Mata, É., Mattauch, L., Minx, J. C., . . . Ürge-Vorsatz, D. (2021).** Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. *Nature Climate Change*, 12(1), 36–46. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01219-y>

- Dees, S., Bellevrat, E., de Gaye, A., Geerolf, F., Lequien, M., Schweizer, R., Tettaravou, A. & Wegner, O. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat : rapport thématique inflation. France Stratégie. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-inflation.pdf
- Douenne, T. (2020).** The Vertical and Horizontal Distributive Effects of Energy Taxes: A Case Study of a French Policy. *The Energy Journal*, 41(3), 231–254. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.24881.07529>
- Easterlin, R. A. (1974).** Does Economic Growth Improve the Human Lot? In: P.A. David and M. W. Reder, eds., *Nations and Households in Economic Growth: Essays in Honor of Moses Abramovitz*, Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-205050-3.50008-7>
- Ehret, S., Constantino, S. M., Weber, E. U., Efferson, C. & Vogt, S. (2022).** Group identities can undermine social tipping after intervention. *Nature Human Behaviour*, 6, 1669–1679. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01440-5>
- Fahri, E. & Gabaix, X. (2020).** Optimal Taxation with Behavioral Agents. *American Economic Review*, 110(1), 298–336. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.20151079>
- Fleurbaey, M. & Tadenuma, K. (2014).** Universal Social Orderings: An Integrated Theory of Policy Evaluation, Inter-Society Comparisons, and Interpersonal Comparisons. *The Review of Economic Studies*, 81, 1071–1101. <https://doi.org/10.1093/restud/rdu006>
- Gadrey, J. & Jany-Catrice, F. (2016).** *Les nouveaux indicateurs de richesse*. Quatrième édition. Paris: La Découverte. https://www.editions-ladecouverte.fr/les_nouveaux_indicateurs_de_richesse-9782707190635
- Germain, J.-M. & Lellouch, T. (2020).** Coût social du réchauffement climatique et indicateurs de soutenabilité : leçons d'une application à la France. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 81–102. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2024>
- Hentzen, C., Orand, M., Cousin, C., Lê, J., Villedieu, P., Janelli, R., Garner, H. & Jolly, C. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat : rapport thématique marché du travail. France Stratégie. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-marche_du_travail.pdf
- Jaravel, X. (2021).** Inflation inequality: Measurement, Causes, and Policy Implications. *Annual Review of Economics*, 13, 599–629. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-091520-082042>
- Kirman, A. (1992).** Whom or what does the representative agent represent? *Journal of Economic Perspectives*, 6(2), 117–136. <https://doi.org/10.1257/jep.6.2.117>
- Konc, T., Savin, I. & van den Bergh, J. C. (2021).** The social multiplier of environmental policy: Application to carbon taxation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 105, 102396. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102396>
- Laurent, E. & Le Cacheux, J. (2016).** *Un nouveau monde économique : mesurer le bien-être et la soutenabilité au XXI^e siècle*. Paris: Odile Jacob. https://www.odilejacob.fr/catalogue/sciences-humaines/economie-et-finance/un-nouveau-monde-economique_9782738132901.php
- Mattauch, L., Hepburn, C., Spuler, F. & Stern, N. (2022a).** The Economics of Climate Change with Endogenous Preferences. *Resource and Energy Economics*, 69, 101312. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2022.101312>
- Mattauch, L., Stern, N. & Konc, T. (2022b).** For climate economics, preferences can and should be treated as endogenous. *VoxEU*. <https://cepr.org/voxeu/columns/climate-economics-preferences-can-and-should-be-treated-endogenous>
- Marcus, V., Combet, E., Ghersi, F., Hamdi-Cherif, M., Malliet, P., Lequien, M., Le Hir, B., Pinton, C. & Viennot, M. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat : rapport thématique enjeux redistributifs. France Stratégie. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-enjeux_distributifs.pdf
- Oliu-Barton, M., Pommeret, A., Robinet, A., Schubert, K. & Viennot, M. (2024).** Chosen Energy Sufficiency: Preference Shocks and Behavioural Biases. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 21–37. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2024.543.2117>
- Perona, M. (2022).** De l'éco-anxiété à la transition heureuse. *Note de l'observatoire du bien-être* N° 2022-09. <https://www.cepremap.fr/2022/06/note-de-lobservatoire-du-bien-etre-n2022-09-de-leco-anxiete-a-la-transition-heureuse/>
- Pisani, J. & Mahfouz, S. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat. France Stratégie. Rapport à la Première Ministre. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/2023-incidences-economiques-rapport-pisani-5juin.pdf>

Pommeret, A., Oliu-Barton, M., Robinet, A., Viennot, M. & Schubert, K. (2023). Les incidences économiques de l'action pour le climat : rapport thématique sobriété. France Stratégie.
https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-sobriete.pdf

Samuelson, P. A. & Swamy, S. (1974). Invariant economic index numbers and canonical duality: Survey and synthesis. *The American Economic Review*, 64(4), 566–593.
<https://EconPapers.repec.org/RePEc:aea:aecrev:v:64:y:1974:i:4:p:566-93>

de Serres, A. & Murin, F. (2016). Your Money or Your Life: Green Growth Policies and Welfare in 2050. *Environmental & Resource Economics*, 63(3), 571–590. <https://doi.org/10.1007/s10640-014-9849-x>

The Shift Project (2023). Décarbonons la santé pour soigner durablement. Rapport final v2.
https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2023/04/180423-TSP-PTEF-Synthese-Sante_v2.pdf

La sobriété énergétique choisie : chocs de préférences et biais comportementaux

Chosen Energy Sufficiency: Preference Shocks and Behavioural Biases

Miquel Oliu-Barton*, Aude Pommeret**, Alice Robinet***, Katheline Schubert**** et Mathilde Viennot***

Résumé – On attend beaucoup de la sobriété énergétique dans la transition énergétique. Elle peut résulter d’une augmentation des prix de l’énergie, mais peut aussi être choisie. Elle provient alors d’une modification des préférences ou d’une réduction des biais comportementaux. Les changements de préférences peuvent être modélisés comme une modification des poids relatifs accordés par les individus à leurs préférences aux biens durables, à l’énergie ou encore aux biens non durables. On montre que les impacts macroéconomiques diffèrent largement selon l’origine de la modification, ce qui peut guider le choix de politique publique. Se pose ensuite la question de la façon d’engendrer de tels chocs. Outre des petites impulsions pour réduire les biais comportementaux (*nudges*), il s’agit de modifier les préférences grâce à des changements de l’organisation collective et une meilleure information, notamment sur les co-bénéfices de la sobriété énergétique.

Abstract – *There is a lot of expectation surrounding energy sufficiency as part of the energy transition. It may result from an increase in energy prices, but it could also be a conscious choice. In this case, it would be the consequence of an adjustment in preferences or a reduction in behavioural biases. Changes in preferences can be modelled as an adjustment to the relative weights attributed by individuals to durable goods, energy or even non-durable goods. Here, we show that the macroeconomic impacts differ largely based on the type of adjustment, which we can use to guide public policy decisions. This then leads to the question of how to bring these preference adjustments in practice. In addition to nudges to reduce behavioural biases, preference changes can stem from a collective organisation and better information, in particular regarding the co-benefits of energy sufficiency.*

JEL: Q58, D91, Q48, C61, D62, D71

Mots-clés : sobriété énergétique, préférences, nudges, biais comportementaux

Keywords: sufficiency, sobriety, energy efficiency, preferences, nudges, behavioral biases

* Université Paris-Dauphine et France Stratégie ; ** IREG-Université Savoie Mont-Blanc, France Stratégie ; *** France Stratégie ; **** Université Paris 1-Panthéon-Sorbonne et École d’Économie de Paris (PSE). Correspondance : aude.pommeret@univ-smb.fr

Cet article reprend très largement le rapport thématique « Sobriété » de la commission Pisani-Ferry et Mahfouz.

Reçu en juillet 2023, accepté en mars 2024.

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n’engagent qu’eux-mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l’Insee.

Citation: Oliu-Barton, M., Pommeret, A., Robinet, A., Schubert, K. & Viennot, M. (2024). Chosen Energy Sufficiency: Preference Shocks and Behavioural Biases. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 21–37. doi: 10.24187/ecostat.2024.543.2117

L'atteinte de la sobriété a été mise au premier plan du débat public relativement récemment, présentée comme l'un des leviers de transition vers la neutralité carbone. Le terme *sufficiency*, pouvant être vu comme un équivalent anglais proche, est apparu dans le rapport du Giec pour la première fois en 2022 (Giec, 2022). Dans cet article, nous montrons comment les changements de préférences ou la réduction des biais comportementaux – empêchant la demande de refléter les vraies préférences – peuvent conduire à de la sobriété énergétique et donc participer à la transition climatique. Nous identifions aussi les politiques publiques incitant à une telle sobriété.

La notion de sobriété n'est pas nouvelle dans la littérature scientifique, même si elle demeure difficile à définir, notamment parce qu'elle renvoie à un ensemble hétérogène de comportements et de pratiques, et que les débats concernant sa définition sont nombreux. Jungell-Michelsson & Heikkuren (2022) illustrent cette difficulté dans une revue de la littérature. Le terme *sufficiency* peut être abordé de plusieurs manières, par exemple, en tant que doctrine, vision, paradigme, mode de vie, ou stratégie. La littérature se concentre surtout sur son rapport avec la réduction de la demande en réaction à une contrainte environnementale (c'est-à-dire, en tant que processus de modération de la consommation, de changement de comportements, de systèmes de valeurs ou de normes, s'éloignant du consumérisme). Cependant, la *sufficiency* est aussi parfois abordée sous l'angle de l'offre. À l'échelle microéconomique, elle est souvent vue comme une restriction volontaire, associée à un changement conscient de valeurs et de comportement, et relevant en ce sens en partie de la responsabilité du consommateur. À l'échelle macroéconomique, en revanche, ce terme renvoie au rôle de l'intervention publique pour opérer un changement social et institutionnel, contribuant à réévaluer le rôle de la consommation dans le bien-être et à modérer la production et l'offre de services. La difficulté à établir une définition unique et claire de la sobriété complexifie nécessairement les réflexions sur son rôle dans la société et dans les politiques de transition climatique (Jungell-Michelsson & Heikkuren, 2022).

Dans cet article, l'atteinte de la sobriété énergétique est définie comme la réduction de la demande d'énergie (et donc de la consommation) qui ne résulte pas de gains d'efficacité énergétique. Cette dernière correspond à une réduction de la consommation d'énergie sans modifier le service rendu. En ce sens, l'efficacité n'est donc

pas le résultat d'un changement de comportement mais d'un changement d'équipement vers une solution moins énergivore, par exemple à la suite d'un progrès technologique. L'isolation des bâtiments impliquant une diminution de la consommation de chauffage à confort thermique inchangé relève donc de l'efficacité énergétique, et non de la sobriété. Là encore, établir ce qui relève de la sobriété ou de l'efficacité n'est pas consensuel dans la littérature. Certains changements n'impliquant pas nécessairement de substitution de matériel, comme l'augmentation du taux de remplissage d'un véhicule, peuvent être vus comme une amélioration d'efficacité permise par une meilleure organisation d'un service (Grubler *et al.*, 2018). Cependant, la mutualisation des équipements peut aussi être vue comme une des dimensions de la sobriété (cf. typologie de négaWatt ci-dessous).

Les efforts de sobriété énergétique ont largement contribué au passage de l'hiver 2022-2023 : on a observé une baisse de 13 % de la consommation de gaz hors effet climatique¹ (GRTgaz, 2023), et de 9 % sur le réseau électrique² (RTE, 2023). L'enquête conduite en mai 2023 par IPSOS-RTE sur plus de 11 000 personnes révélait que 38 % des personnes interrogées se restreignent sur leur chauffage pour des raisons budgétaires. Dans ce cas, les hausses de prix (réelles ou anticipées) sont sans doute à l'origine de ces réductions de consommation, pouvant être vues comme contraintes. Cependant le passage à un état de sobriété peut aussi être volontaire. D'un point de vue théorique, un changement des préférences « réelles » (moins d'envie de prendre l'avion, de résider en milieu rural loin des transports publics) peut conduire à intégrer le climat dans la fonction d'utilité, illustrant une transition vers cette sobriété « choisie »³. Par ailleurs, la demande des agents ne découle pas toujours directement de leurs préférences : elle peut aussi inclure des biais – dits comportementaux – qui les poussent à surconsommer (mauvaise information sur le gaspillage ou sur l'existence de co-bénéfices, par exemple). On reste donc dans la sobriété choisie quand la modification des comportements rapproche le consommateur de ses préférences réelles. Par exemple, des modérations volontaires de la consommation d'énergie par considération écologique ont pu

1. Pour la période du 1^{er} août 2022 au 12 mars 2023 par rapport à la même période hivernale 2018-2019.

2. Calculé sur le dernier trimestre 2022, en comparaison avec les moyennes historiques.

3. Nous définissons la sobriété choisie comme la sobriété qui n'est absolument pas contrainte. Un prix du carbone implique de contraindre les choix des individus, même si le niveau de contrainte est alors inférieur à celui imposé par la régulation.

être observées de longue date (Leonard-Barton, 1981), bien que celles-ci aient été considérées comme minoritaires par rapport aux restrictions imposées par des contraintes budgétaires (Dillman *et al.*, 1983).

Ces distinctions entre sobriété et efficacité énergétique d'une part, et sobriété choisie ou contrainte d'autre part, ne suffisent cependant pas à embrasser l'ensemble des canaux de réduction de demande d'énergie qu'exige la décarbonation (voir Schubert, 2023, pour une revue de la littérature académique internationale sur la sobriété). Ainsi, plusieurs typologies existent, dont celle de l'association négaWatt, pionnière sur le sujet, qui propose de distinguer quatre types de sobriété (négaWatt, 2016). Cette typologie est intéressante parce qu'elle recoupe en partie les distinctions faites plus haut, et permet de décrire les différentes politiques publiques visant la sobriété :

- la sobriété « structurelle » peut être atteinte grâce à l'organisation de l'espace ou des activités permettant de modérer la consommation d'énergie. Elle se manifeste principalement par un moindre besoin de déplacement pour l'accès au travail ou aux commerces, par exemple via les politiques d'aménagement du territoire ;
- la sobriété « dimensionnelle » peut être atteinte en adaptant le dimensionnement des équipements (biens durables) acquis par les ménages à leurs usages (par exemple, adapter la taille, le poids ou la puissance des véhicules particuliers) ;
- la sobriété « d'usage » implique d'avoir modifié l'utilisation des équipements de manière à réduire la consommation d'énergie. Cela revient notamment à éteindre les appareils en veille, à limiter la vitesse de circulation sur les routes, à augmenter la durée de vie des équipements, etc. ;
- la sobriété « conviviale » ou « coopérative » repose sur la mutualisation des équipements (par exemple le covoiturage, la cohabitation dans les logements ou espaces de travail, etc.)

La sobriété dimensionnelle et la sobriété coopérative sont assez proches, notamment lorsque le bien d'équipement qui utilise l'énergie est un logement : dans les deux cas cela revient à avoir moins de mètres carrés par personne. On peut cependant remarquer – mais c'est sans doute du second ordre pour le logement, moins pour la voiture – que la sobriété coopérative met en avant la mutualisation de l'usage de l'équipement (mise en commun d'espaces tels que la cuisine, la salle de bain et le salon, par

exemple), caractéristique que ne possède pas la sobriété d'usage.

D'autres organismes s'intéressent à la sobriété et à la réduction de la demande d'énergie, et évaluent notamment leur contribution significative à l'atteinte d'objectifs climatiques et énergétiques. Le sixième rapport du groupe III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec, 2022) étudie le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre par la maîtrise de la demande : cette atténuation emprunte différents canaux, dont une large part implique des changements de comportement et des politiques d'aménagement urbain et d'infrastructures permettant une baisse de la demande d'énergie. Cette part, qui correspond aux stratégies « *Avoid* » et « *Shift* » de la démarche *Avoid-Shift-Improve* (ASI)⁴, peut relever de la sobriété dans sa définition la plus large – c'est-à-dire non limitée aux gestes directs de réduction de la consommation d'énergie par les ménages –, représenterait un potentiel de réduction d'environ 30 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre des secteurs consommateurs finaux par rapport à un scénario tendanciel. Seraient majoritairement concernés les secteurs de l'alimentation (15 %), du bâtiment (5 %) et de la mobilité terrestre (5 %). Pour la France, négaWatt estime que la sobriété énergétique pourrait réduire de 15 % la consommation d'énergie finale par rapport à aujourd'hui. Enfin, le réseau de transport d'électricité (RTE) centre son analyse du potentiel des gisements de sobriété sur la consommation d'électricité : ceux-ci permettraient d'économiser 90 TWh d'électricité en 2050 par rapport à un scénario de référence, soit 14 % de la consommation. Il faut cependant garder à l'esprit que les différents scénarios considérés diffèrent en général par l'indicateur retenu (consommation d'énergie finale, émissions de gaz à effet de serre) et par le rôle alloué aux efforts de sobriété ou à l'efficacité énergétique pour faire fléchir cet indicateur à l'horizon 2050. Effectuer une comparaison entre ces scénarios et en déduire le potentiel de décarbonation que représente l'atteinte de la sobriété est donc un exercice difficile.

Qu'elle résulte de changements de préférences ou de réduction de biais comportementaux, la sobriété énergétique choisie passe par des choix

4. L'approche ASI établit trois stratégies de réduction de la demande énergétique. La première fait référence à l'évitement des consommations non nécessaires (« *Avoid* ») par la mise en place d'actions « sans regret », quel que soit le secteur. La deuxième correspond à des substitutions (« *Shift* ») vers des biens et services faiblement carbonés. La troisième s'apparente à de l'amélioration de l'efficacité énergétique (« *Improve* ») et ne relève donc pas de la sobriété.

purement individuels (baisser la température de son logement pour réduire sa facture énergétique), par l'évolution des normes collectives (ne plus vouloir prendre aussi souvent l'avion face au développement d'une « avi-honte » (« *Flygskam* », Brunet, 2021), manger moins de viande⁵ suite aux études sur les effets négatifs sur la santé (Harguess, 2020), voir partie 3.1 et par des principes d'organisation collective (un meilleur aménagement des villes conjointement à des moyens de transports doux ou collectifs facilite l'abandon de la voiture individuelle, légiférer sur la durée de vie des équipements diminue le besoin d'en acheter de nouveaux, etc.). Dans bien des cas, elle n'est pas spontanée, mais résulte au contraire de mesures plus ou moins affirmées des pouvoirs publics qui peuvent prendre la forme d'informations sur les conséquences individuelles et collectives des modes de consommation (communication, éducation), de petites impulsions pour orienter les choix (*nudges*), ou de politiques publiques standards (taxes, subventions, réglementations). Au-delà de l'action publique directe, les médias, associations, organisations non gouvernementales, etc. peuvent également contribuer à ces changements de préférences. Ainsi, l'ADEME a-t-elle lancé en 2023 une campagne de publicité humoristique⁶ pour sensibiliser à la surconsommation d'appareils électroménagers ou encore de vêtements.

Chaque type de sobriété possède ses propres leviers. Les changements de comportements peuvent être incités par une modification de la structuration de l'offre de production, qui consisterait par exemple à favoriser les véhicules de segment A (sobriété dimensionnelle) ou le covoiturage (sobriété conviviale). Ils peuvent aussi résulter de politiques d'aménagement du territoire (sobriété structurelle) ou de développement des infrastructures, par exemple le développement des lignes ferroviaires qui encourage à prendre le train plutôt que l'avion (sobriété d'usage).

Analyser l'impact macroéconomique de la sobriété implique de modéliser les changements de comportements. Dans cet article, nous nous concentrons sur la sobriété du côté de la demande, en abordant particulièrement la question des changements de préférences des individus. Se focaliser sur les changements de préférences donne une vision incomplète de l'effort de sobriété total nécessaire (l'atteinte de la sobriété passe aussi par un changement de l'offre de biens et de services, qui n'affecte pas nécessairement les préférences), mais permet déjà d'aborder une dimension importante de son impact macroéconomique.

Dans un premier temps, nous étudions les conséquences macroéconomiques d'un changement de préférences réduisant la consommation d'énergie des ménages, en recourant à des modélisations simples. Les mécanismes principaux sont d'abord mis en évidence dans un modèle microéconomique statique avec deux biens, un bien vert et un bien brun : le bien brun est fortement utilisateur d'énergie, tandis que le vert l'est beaucoup moins ; la sobriété énergétique revient alors à substituer du second au premier. En nous inspirant de Henriet *et al.* (2014), nous étendons ensuite l'analyse pour prendre en compte les effets dynamiques dans un cadre d'équilibre général, avec un calibrage pour la France. Cela nous permet d'obtenir des résultats quantitatifs. Nous montrons que ces mécanismes dépendent du canal par lequel ils passent. En particulier, la consommation totale peut durablement augmenter dans le cas d'une sobriété d'« usage » ou « coopérative », contredisant ainsi l'opinion largement répandue selon laquelle aller vers la sobriété est synonyme de décroissance. Au contraire, la consommation totale peut baisser, dans le cas de sobriété « structurelle » ou « dimensionnelle ». Cet effet est porté notamment par la réaction de la consommation de biens durables. Nous comparons aussi les effets de ces changements de préférences avec ceux induites par une taxe carbone, lorsque les chocs de préférence sont calibrés de sorte à engendrer la même réduction de consommation d'énergie que la taxe. Sous l'hypothèse de redistribution forfaitaire du produit de la taxe, les résultats sur le PIB ne diffèrent finalement qu'assez peu.

Dans la suite, nous nous intéressons aux raisons pour lesquelles les préférences peuvent changer, et aux biais comportementaux qui peuvent guider les décisions. Comprendre les raisons pour lesquelles les choix peuvent changer apparaît nécessaire pour déterminer les politiques pertinentes à mettre en place afin de favoriser les changements de préférences ou la réduction des biais comportementaux. Dans la lignée de Thaler & Sunstein (2008), Farhi & Gabaix (2020) et List *et al.* (2022), nous étudions les *nudges*, soit de « petites impulsions » qui visent à modifier « le comportement des gens de manière prévisible, sans leur interdire aucune

5. Les émissions liées à la consommation de viande proviennent des émissions de méthane du bétail plus que de la consommation d'énergie liée à leur élevage. En toute rigueur, nous devrions donc employer les termes « sobriété des émissions de gaz à effet de serre » plutôt que « sobriété énergétique »

6. Le « dévendeur » : <https://communication-responsable.ademe.fr/campagne-de-lademe-posons-nous-les-bonnes-questions-avant-dacheter>

option ni modifier de manière significative leurs incitations économiques ». Il s'agit, par exemple, de l'ordre de présentation des plats dans un menu au restaurant, ou du choix par défaut dans un questionnaire. Par ailleurs, les changements collectifs de normes sociales ou de modes de vie sont alors autant de moyens susceptibles d'engendrer de la sobriété. Cela peut passer notamment par la prise de conscience de co-bénéfices multiples de la décarbonation.

Le reste de l'article est structuré comme suit. La section 1 évalue les impacts macroéconomiques de différents chocs de sobriété énergétique sur les préférences des agents. Les différents leviers pour modifier les choix sont exposés dans les sections 2 (réduction des biais comportementaux) et 3 (modification des préférences), avant de conclure.

1. Impacts macroéconomiques des changements de préférences

L'évolution des préférences a été peu envisagée dans la littérature jusqu'à présent, en raison sans doute de la difficulté que cela engendre pour mesurer l'effet de chocs (sur le coût de la vie ou la croissance du revenu réel par exemple) lorsque la métrique change en même temps (Blanchet *et al.*, 2023). Pourtant, l'hypothèse de préférences fixes, dans le cadre du changement climatique c'est-à-dire à long terme et avec des bouleversements profonds, paraît peu réaliste, et on compte d'ailleurs sur leur évolution pour faciliter la transition (Mattauch *et al.*, 2022).

Dans un premier temps, nous étudions de façon analytique, dans un modèle statique très simple, les effets comparés d'une taxe sur les produits bruns et d'un changement de préférences en faveur des biens verts. Pour évaluer la taille de ces effets et considérer différents chocs de préférences permettant de rendre compte de la sobriété structurelle et dimensionnelle d'une part et de la sobriété d'usage et coopérative d'autre part, nous réalisons ensuite des simulations à partir du modèle de Henriet *et al.* (2014). Si la modification des préférences espérée dans la réalité est progressive, nous simulons dans les deux cas un choc de préférence brutal ce qui donne donc une représentation avec une réaction plus rapide de l'économie que celle à attendre dans la réalité suite à des changements de préférences.

1.1. Sobriété choisie ou subie ?

Afin de fixer les idées sur quelques mécanismes et ordres de grandeur, nous commençons par étudier les conséquences d'un choc de préférences

et d'un choc de prix dans le cadre d'un modèle statique très simple en équilibre partiel.

L'indice de consommation C est une agrégation CES (*Constant Elasticity Substitution* – élasticité de substitution constante) des consommations du bien brun C_b et du bien vert C_g :

$$C = \left(\alpha C_b^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha) C_g^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

où σ est l'élasticité de substitution entre les biens bruns et verts et α est le paramètre de distribution, avec $\sigma > 0$, $\sigma \neq 1$ et $\alpha \in]0, 1[$.

Le consommateur représentatif cherche à maximiser son utilité sous sa contrainte de budget. Son revenu I est exogène. Sa fonction d'utilité instantanée est une fonction croissante de l'indice de consommation composite :

$$U(C) = \ln C.$$

Les conditions du premier ordre s'écrivent :

$$C_b = \left(\alpha \frac{p}{p_b} \right)^{\sigma} C,$$

$$C_g = \left((1-\alpha) \frac{p}{p_g} \right)^{\sigma} C,$$

avec $p = \left(\alpha^{\sigma} p_b^{1-\sigma} + (1-\alpha)^{\sigma} p_g^{1-\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}}$,

et $pC = I$.

Le prix du bien vert est le numéraire : $p_g = 1$. Un calcul simple montre que suite à un choc sur le prix du bien brun (semblable à une taxe carbone) et à un choc sur le paramètre de préférence α , les consommations sont affectées comme suit :

$$\widehat{C}_b = -(\omega + \sigma(1-\omega)) \widehat{p}_b + \sigma(1-\omega) \frac{1}{1-\alpha} \widehat{\alpha},$$

$$\widehat{C}_g = -(1-\sigma)\omega \widehat{p}_b - \sigma\omega \frac{1}{1-\alpha} \widehat{\alpha},$$

où \widehat{x} est le pourcentage de variation entre x à l'équilibre final et x à l'équilibre initial, et $\omega = \frac{p_b C_b}{pC}$ est la part du bien brun dans la valeur de la consommation agrégée à l'équilibre initial. On en déduit que le pourcentage de variation $\widehat{\alpha}_{eq}$ du paramètre de préférence permettant d'atteindre la même réduction de consommation du bien brun qu'une politique de prix doit satisfaire :

$$-(\omega + \sigma(1-\omega)) \widehat{p}_b = \sigma(1-\omega) \frac{1}{1-\alpha} \widehat{\alpha}_{eq}.$$

Ainsi, $\widehat{\alpha}_{eq} = -(1-\alpha) \left(1 + \frac{1}{\sigma} \frac{\omega}{1-\omega} \right) \widehat{p}_b$.

Comme $0 < \alpha < 1$, $0 < \omega < 1$ et $\widehat{p}_b > 0$, alors $\widehat{\alpha}_{eq} < 0$. Autrement dit, α doit diminuer. L'ampleur de cette diminution est d'autant plus importante que σ est petit, c'est-à-dire que les produits brun

et vert sont peu substituables, que ω est grand, c'est-à-dire qu'à l'équilibre initial le produit brun représente une part importante de la consommation agrégée, et que α lui-même est grand.

Ce calcul met en évidence un impact sur la consommation de bien vert très différent selon que la réduction de la consommation de bien brun provient d'une politique de prix plutôt que d'un changement de préférences. En cas de changement de préférences, la consommation de bien vert augmente. Dans le cas d'une politique de prix, le résultat dépend de la substituabilité des deux types de biens : la consommation de bien vert diminue si $\sigma < 1$ et augmente si $\sigma > 1$. En effet, une politique de prix provoque une augmentation de l'indice des prix agrégé, qui engendre à son tour une diminution de la consommation agrégée (rappelons que le revenu est fixe). Si les biens brun et vert sont très substituables, cela peut se traduire par une augmentation de la consommation de bien vert, alors que s'ils le sont peu, la consommation des deux types de biens doit diminuer.

Enfin, si la politique de prix correspond à une taxe carbone dont le produit est redistribué, le choc de préférences nécessaire sera plus faible puisque, suite à l'effet revenu de la redistribution, une même taxe de 10 % réduit moins la consommation de bien brun. On obtient⁷ :

$$\widehat{C}_{b,red} = -\sigma(1-\omega)\widehat{p}_b + \sigma(1-\omega)\frac{1}{1-\alpha}\widehat{\alpha},$$

$$\widehat{C}_{g,red} = \sigma\widehat{p}_b - \sigma\omega\frac{1}{1-\alpha}\widehat{\alpha},$$

et $\widehat{\alpha}_{eq,red} = -(1-\alpha)\widehat{p}_b < 0$. Le résultat selon lequel α doit diminuer est bien conservé mais l'ampleur de cette diminution ne dépend plus que de la valeur initiale de α . Par ailleurs, la consommation de bien vert augmente pour compenser la réduction de consommation de bien brun (quelles que soient les valeurs des paramètres) car l'effet direct de la taxe sur la consommation agrégée est neutralisé par la redistribution.

Une illustration numérique permet d'avoir une idée de l'ampleur du choc de préférences nécessaire et donc de vérifier s'il est réaliste d'envisager de compter sur un changement de préférences pour faire l'économie d'une taxe carbone. Nous supposons que dans la situation initiale $\omega = 0,9$, ce qui signifie que les biens consommés sont en valeur à 90 % des biens bruns, et $\frac{p_g}{p_b} = 1,2$: le bien vert est 20 % plus cher que le bien brun. En posant en outre $\sigma = 4$, ce qui correspond aux estimations de l'élasticité de substitution entre les deux types de biens que l'on trouve dans la littérature, on obtient $\alpha \approx 0,6$ dans la situation initiale, et les résultats suivants (tableau).

Alors qu'en l'absence de redistribution le choc de préférence semble d'ampleur irréaliste à court terme, la redistribution de la taxe, qui réduit beaucoup la taille de l'effet sur la consommation de bien brun réduit le choc de préférence nécessaire à un choc de 4 % seulement, qui semble davantage envisageable. Cependant, le même résultat peut être interprété de façon très différente : si on veut obtenir la même baisse de la consommation de bien brun avec redistribution des recettes de la taxe qu'en l'absence de redistribution, il est nécessaire de taxer le bien brun plus fortement (dans notre exemple numérique, l'augmentation du prix du bien brun doit être multipliée par 3,25), et le choc de préférences nécessaire est lui aussi plus fort (multiplié par 3,25 également dans notre exemple).

Les chocs modélisés jusqu'à présent n'affectaient que deux biens, l'un plus énergivore que l'autre. Pourtant, c'est essentiellement l'utilisation de biens durables (voiture, électroménager, logement) qui est associée à la forte utilisation d'énergie et ces biens ont la caractéristique de s'accumuler dans le temps. Par ailleurs, ne

7. En effet : $\widehat{C}_b = -(\omega + \sigma(1-\omega))\widehat{p}_b + \sigma(1-\omega)\frac{1}{1-\alpha}\widehat{\alpha} + \widehat{\lambda}$, et $\widehat{C}_g = -(1-\sigma)\omega\widehat{p}_b - \sigma\omega\frac{1}{1-\alpha}\widehat{\alpha} + \widehat{\lambda}$, avec $\widehat{\lambda} = \omega\widehat{p}_b$.

Tableau – Chocs de préférences nécessaires pour engendrer la même réduction de consommation de bien brun qu'une taxe carbone de 10 %

| Choc | Sans redistribution | | Avec redistribution | |
|---------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| | $\widehat{p}_b = 10\%$ | $\widehat{\alpha}_{eq} = -13\%$ | $\widehat{p}_b = 10\%$ | $\widehat{\alpha}_{eq,red} = -4\%$ |
| \widehat{C}_b (%) | -13 | -13 | -4 | -4 |
| \widehat{C}_g (%) | 27 | 117 | 40 | 36 |
| α final | 0,6 | 0,52 | 0,6 | 0,58 |
| ω final | 0,87 | 0,72 | 0,87 | 0,86 |

Lecture : sans redistribution des recettes d'une taxe carbone de 10 % sur les produits bruns, un choc de préférence de 13 % est nécessaire pour atteindre une baisse comparable de la consommation de biens bruns (-13 %)*. Avec redistribution des recettes de la taxe, ce choc est moindre (-4 %), tout comme la réduction de la consommation de bien brun (-4 %).

* Le fait que C_b soit égal à $\widehat{\alpha}_{eq}$ est ici une coïncidence qui résulte du choix des valeurs de paramètres.

considérer que deux biens réduit les interprétations possibles de la sobriété. Nous proposons donc d'étendre l'analyse à trois biens (énergie, biens durables et biens non durables) et d'adopter une approche dynamique et d'équilibre général.

1.2. Simulations dynamiques de chocs de préférences

Pour avoir une appréciation des impacts macroéconomiques de la sobriété énergétique, notamment sur la consommation de tous les biens, nous simulons différents chocs sur les paramètres de préférence. Le modèle utilisé est celui de Henriet *et al.* (2014) dont les spécifications sont présentées dans l'encadré 1. Il a été recalibré en 2020 avec une taxe carbone sur les ménages à 44,6 euros par tCO₂eq et adapté à la marge pour réaliser des chocs sur les paramètres

de préférences. Les chocs permettent de rendre compte de la sobriété structurelle et dimensionnelle d'une part et de la sobriété d'usage et coopérative d'autre part. La terminologie associée aux différents types de sobriété est celle empruntée à négaWatt telle que définie en introduction. Afin de pouvoir comparer les impacts, la taille de ces chocs est calibrée de sorte que l'effet sur la consommation d'énergie des ménages après ajustements soit le même, quantitativement, qu'avec un choc de taxe carbone en 2019 compatible avec le niveau proposé dans Quinet (2019) et croissant ensuite au taux de 7,5 % par an pour atteindre 775 euros en 2050, ce qui, par rapport à 2019, réduit la consommation d'énergie des ménages de 28 % à l'horizon 2050 (voir le graphique Var_{Em} de la figure, après 40 périodes).

ENCADRÉ 1 – Spécifications du modèle de Henriet *et al.* (2014)

Le modèle proposé dans Henriet *et al.* (2014) a été initialement élaboré afin de déterminer les politiques nécessaires pour atteindre les cibles de réduction d'émission en l'absence de changement des préférences. Il représente une économie ouverte produisant un bien générique, qui peut être consommé ou investi, et important des combustibles fossiles comme seule source d'énergie. Il est ici modifié à la marge pour autoriser les changements de préférences.

On ne présente ici que les spécifications retenues du côté des ménages, car ce sont celles qui seront directement affectées par les changements de préférences. Il s'agit essentiellement de fonctions à élasticité de substitution constante (CES) dites « emboîtées », qui rendent compte de la combinaison entre :

(i) des biens dits « durables », notés D , c'est-à-dire des biens dont la consommation s'étale sur une certaine durée, et dont l'usage nécessite de l'énergie, voitures ou réfrigérateurs par exemple, et l'énergie, notée E . Cette combinaison fournit un service, noté Z :

$$Z_t = \left(\nu D_{t-1}^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} + (1-\nu)(A_t^e E_t)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \right)^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}}, \quad (1)$$

avec $D_{t-1} = (1-\delta)D_{t-2} + X_{t-1}$, où X_t est l'investissement en biens durables, ν est le poids de la consommation de biens durables dans la consommation des services Z et A^e est le progrès technique sous la forme d'efficacité énergétique.

(ii) le service Z et la consommation de biens dits « non durables », notés N , c'est-à-dire des biens dont la consommation est immédiate, qui entrent dans la composition d'une consommation composite C :

$$C_t = \left(\gamma N_t^{\frac{\omega}{\omega-1}} + (1-\gamma)Z_t^{\frac{\omega}{\omega-1}} \right)^{\frac{\omega-1}{\omega}}, \quad (2)$$

où γ est le poids de la consommation de biens non durables dans la consommation composite.

L'utilité est alors une fonction concave de C :

$$U(N_t, D_{t-1}, E_{ht}) = U(C_t). \quad (3)$$

Les biens durables D s'accumulent et se déprécient à un taux δ de 9 % par an, ce qui correspond à une durée de vie moyenne de 11 ans. La fonction CES qui lie ces biens durables et l'énergie E présente une élasticité de substitution $\varepsilon = 0,5$. Cela signifie que le ratio des consommations varie de 0,5 % lorsque la pente d'iso-utilité varie de 1 % et donne donc une indication sur la facilité à substituer entre les consommations. Elle comprend aussi un progrès technique sous la forme d'efficacité énergétique A^e que l'on suppose croissante au taux de 2 % par an.

Enfin, le prix de l'énergie suit une règle de Hotelling, c'est-à-dire qu'il croît au taux d'intérêt, et le modèle est calibré sur la France.

On suppose que c'est le même bien homogène qui sert pour l'investissement en biens durable, X_t , et pour la consommation de biens non durables N_t ; leur intensité carbone est donc la même. Les modifications des préférences réduisent les émissions de gaz à effet de serre car elles induisent des substitutions entre biens durable et énergie d'une part et bien non durable et services des biens durables (qui utilisent de l'énergie) d'autre part. Sans modification des préférences, la seule façon de réduire la consommation d'énergie fossile tout en gardant la production constante est d'augmenter l'efficacité énergétique. Cela se fait grâce au progrès technique permettant de limiter la quantité nécessaire d'énergie fossile. Comme le taux de progrès technique bénéficiant à l'utilisation d'énergie est plus important que le taux de progrès technique économiseur de travail, sans aucune intervention de politique publique ou choc autres, Henriet *et al.* (2014) montrent que l'utilisation de l'énergie fossile est progressivement réduite, mais à un faible taux (0,4 % par an). Un objectif de réduction de 75 % d'énergie serait alors irréalisable (i.e. atteint en 347 ans).

1.2.1. Impacts de la sobriété « structurelle » et « dimensionnelle » (modification du paramètre γ)

La sobriété « structurelle » correspond à un changement de préférences engendré par une modification de l'organisation de l'espace et/ou des activités (par exemple l'aménagement du territoire, qui permet de réduire les distances à parcourir pour se rendre à son travail ou faire ses courses) de façon à limiter le recours à l'énergie. De l'autre côté, la sobriété « dimensionnelle » rend compte de changements de préférences qui favorisent des tailles réduites pour les biens de consommation durable/investissement (véhicule, logement, téléphone ou réfrigérateur, par exemple), de sorte à diminuer l'utilisation d'énergie. Dans les deux cas, la sobriété peut être traduite dans le modèle présenté par un poids plus élevé des biens non durables dans le mix de consommation, soit un paramètre γ plus grand dans l'équation (2).

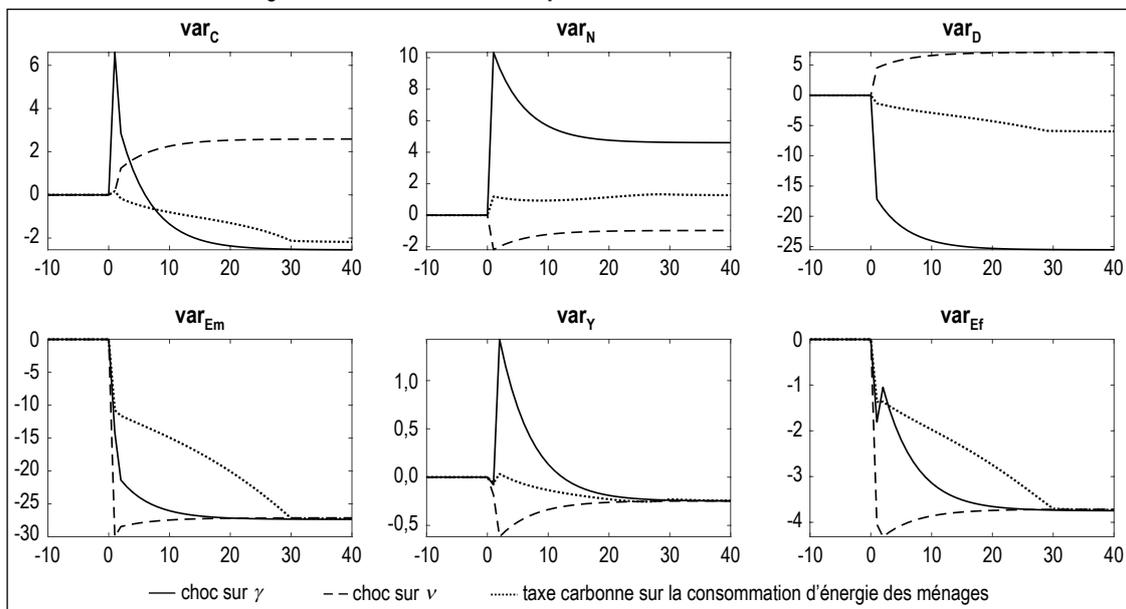
Les sobriétés « structurelle » ou « dimensionnelle » (logements plus petits, voitures moins puissantes, par exemple) engendrent ainsi une baisse du stock de biens durables des ménages qui pèse sur la consommation composite (figure). On observe tout d'abord un pic initial dû à un fort report instantané vers les biens non durables, qui suffit à tirer vers le haut la consommation

composite définie par l'équation (2). Cet effet n'est que temporaire, car la consommation de biens non durables se stabilise à un niveau supérieur à celui qui prévalait avant le choc (mais bien inférieur au niveau du pic), qui ne suffit cependant pas à compenser la forte réduction de la consommation de biens durables, et donc des services qui leurs sont associés. En effet, la spécification CES implique que la substitution entre biens durables et non durables n'est pas parfaite, de sorte que la consommation composite se trouve finalement durablement réduite. Avec ce type de changement de préférences, et dans le cadre du modèle retenu (spécifications et valeurs des paramètres), la sobriété énergétique s'accompagne de sobriété « tout court », i.e. d'une baisse de la consommation globale.

1.2.2. Impacts de la sobriété « d'usage » et « coopérative » (modification du paramètre ν)

La sobriété « d'usage » porte sur une modification de l'utilisation des équipements, afin de réduire la consommation d'énergie du fait de normes sociales nouvelles ou d'une meilleure information, ce qui sous-entend que le gaspillage était inconscient. La sobriété « coopérative » repose sur la mutualisation des équipements et de leur utilisation (covoiturage, cohabitation dans les logements ou les espaces de travail). Elle peut provenir du développement de l'offre de partage.

Figure – Effets des chocs de préférence et du choc sur la taxe



Lecture : E_f représente la consommation d'énergie des firmes et E_m celle des ménages. C, N, D et Y représentent respectivement le bien composite de consommation (qui agrège N et D), la consommation de biens non durables, celle de biens durables, et la production. Le choc γ correspond à une hausse du poids des biens non durables dans le mix de consommation, tandis que le choc sur ν représente une baisse du poids de l'énergie dans les services des biens durables. En abscisses figure le temps (en années) et en ordonnées le pourcentage de déviation par rapport à la situation de référence, sans le choc ; par exemple, suite à un choc sur ν (calibré pour produire la même baisse de consommation d'énergie des ménages que la taxe à long terme), la consommation agrégée C augmente de plus de 6 % à l'instant du choc par rapport à la situation de référence, et devient inférieure à celle-ci de plus de 2 % à long terme. Source : calculs des auteurs.

Ces deux types de sobriété se traduisent dans le modèle par une baisse du poids de l'énergie dans les services des biens durables, c'est-à-dire une augmentation du paramètre ν (poids plus fort des biens durables dans les services rendus par ces biens, ou poids plus faible de l'énergie dans les services rendus par ces biens) dans l'équation (1).

Ce changement de poids relatifs entre les biens durables et l'énergie (baisse du chauffage par exemple) a des effets quasiment symétriques à ceux obtenus lorsque γ change. Une augmentation de ν accroît la consommation de biens durables et réduit celle de biens non durables mais de façon moindre, car ces deux types de biens ne sont pas parfaitement substituables : cela réduit la consommation d'énergie des ménages sans pour autant faire baisser la consommation totale. Cet effet s'apparente à un effet rebond, qui ne va pas jusqu'au « *backfire* » puisque le choc est calibré de sorte à reproduire la réduction de consommation d'énergie des ménages observée avec la taxe : les trajets antérieurement partagés entre le train et la voiture deviennent uniquement des trajets en voiture, grâce au covoiturage, par exemple, l'effet total étant bien tout de même une réduction de la consommation d'énergie. Cet effet rebond peut aussi affecter un autre bien à l'intérieur du bien composite Dt . Cet autre bien peut avoir une qualité environnementale moindre, mais de nouveau, l'effet total est bien tout de même une réduction de la consommation d'énergie puisque le choc est calibré de sorte à reproduire la réduction de consommation d'énergie des ménages observée avec la taxe. Il existe donc un moyen d'avoir une réduction de consommation d'énergie sans peser sur la consommation totale des ménages. On se trouve dans une situation de sobriété énergétique mais pas de sobriété « tout court ». Pour cette raison, si c'est une régulation qui est à l'origine du changement de préférence, elle sera alors probablement mieux acceptée que la sobriété structurelle ou dimensionnelle.

1.2.3. Comparaisons avec l'effet de la taxe

L'exercice est proche de celui réalisé dans le cadre de la « variante taxe Quinet⁸ » de Henri et al. (2014) – mais la taxe carbone est ici plus élevée et ne porte que sur la consommation d'énergie des ménages. Les recettes fiscales sont redistribuées sous forme de transferts aux ménages, ce qui permet bien d'observer l'effet sur les conditions marginales lié au signal-prix, mais neutralise l'effet revenu. Cette redistribution amortit beaucoup le choc.

Du point de vue de la théorie microéconomique (i.e. optimisation de l'utilité sous contrainte

budgétaire), faire varier la taxe revient à faire pivoter la droite de contrainte budgétaire des ménages pour des courbes d'iso-utilité données, tandis que la sobriété considérée plus haut (engendrée par une modification des poids des différents types de biens dans l'utilité) consiste à faire pivoter les courbes d'iso-utilité pour une contrainte budgétaire donnée.

Les simulations montrent que qualitativement comme quantitativement, la taxe carbone a un effet intermédiaire ou moyen entre celui des chocs vers de la sobriété « structurelle » ou « dimensionnelle » et celui des chocs vers de la sobriété « d'usage » ou « coopérative », ce qui suggère des mécanismes différents de ceux en œuvre avec les changements de préférences. En particulier, les effets sur le PIB et sur la consommation totale lors de la transition sont très différents. D'une part, le choc négatif sur le poids de l'énergie tire vers le haut la consommation composite mais engendre une récession durant la transition via son effet sur les entreprises (on observe notamment que leur consommation d'énergie baisse fortement). D'autre part, le choc positif sur les biens non durables (au détriment des services fournis par la combinaison des biens durables et de l'énergie) réduit la consommation composite car l'effet négatif sur les biens durables l'emporte, sans pour autant affecter autant que le choc précédent la croissance du PIB, soutenue par la production de biens non durables. En revanche, les effets sur le PIB à long terme, une fois la transition achevée, sont similaires⁹, qu'une taxe ait été mise en place ou que l'un des deux chocs de préférences ait eu lieu. Cela provient du fait que les entreprises ne sont affectées que par la modification de consommation d'énergie Ef . Or cette dernière réagit à la variation du prix de l'énergie induite par la moindre demande des ménages, qui est supposée à terme être la même dans les trois cas.

1.2.4. Impacts sur le bien-être et autres spécifications pour les préférences

Le changement de comportement engendré par une taxe carbone résulte de l'introduction d'une contrainte supplémentaire ; la taxe réduira donc toujours le bien-être du ménage. Il n'y a en revanche pas d'élément de contrainte lors

8. En référence à la commission « Quinet 2 », voir Quinet (2019).

9. On peut remarquer que dans le cas du choc de sobriété d'usage ou coopérative, la consommation des ménages augmente, tandis que la production est réduite. On rappelle que le modèle simulé est un modèle d'équilibre général en économie ouverte et qu'il existe donc un écart entre la consommation des ménages et la production du aux importations d'énergie et à l'investissement des entreprises.

du changement de préférence, et si l'on mesure l'effet du changement de comportement à l'aune des préférences finales, le bien-être se trouve toujours accru. Ce choix n'est pas trivial¹⁰. On verra dans la section suivante que si l'on considère que les préférences ont changé car des internalités (c'est-à-dire des biais de comportement) ont été corrigées par des *nudges*, utiliser les préférences finales revient à une mesure à l'aune des préférences « réelles », et il est donc naturel de procéder ainsi.

La transformation de l'offre pourrait être prise en compte par un changement de la consommation plancher individuelle en modifiant la partie « besoin » de la consommation, car la fourniture de transports publics ou la mise à disposition de pistes cyclables, par exemple, réduit le besoin, ou la consommation plancher de transport automobile individuel. Cela nécessiterait le recours à des préférences de type Stone-Geary, pour lesquelles la consommation est bornée par un niveau plancher dans la fonction d'utilité. Cela permettrait aussi de s'affranchir de l'hypothèse de préférences homothétiques (présente avec les fonctions CES utilisées plus haut) qui impliquent que la consommation directe d'énergie des ménages augmente proportionnellement au revenu (i.e. les courbes d'Engel qui représentent la consommation en fonction du revenu sont linéaires). En effet, la littérature empirique montre que ce n'est pas le cas pour l'énergie. En particulier, la consommation directe d'énergie des ménages augmente significativement moins que proportionnellement au revenu dans les pays développés (Caron & Fally, 2022), sur la base de préférences non homothétiques (Comin *et al.*, 2021), sans pour autant que soit identifiable un seuil de satiété qui justifierait des préférences non monotones (quadratiques par exemple, avec possibilité d'une désutilité provenant d'une consommation excessive).

Maintenant que les conséquences des changements de préférences ont été étudiées, reste à identifier les canaux qui permettent aux préférences de changer, afin de mettre en place les politiques pertinentes et de mesurer le coût à associer à ces changements de préférence. Supposer que les préférences sont immuables revient à surestimer le coût de la transition ; en revanche, supposer qu'elles peuvent changer immédiatement et sans coût conduirait à le sous-estimer. Avant d'étudier les origines des changements de préférence dans la section 3, nous consacrons la prochaine section à l'analyse des biais comportementaux et, s'ils sont réduits, des effets à attendre.

2. Biais comportementaux et *nudges*

En présence d'un biais comportemental, la demande ne reflète pas les préférences des agents. La littérature établit clairement que « les biais n'entrent pas dans l'utilité expérimentée mais affectent les choix, créant ainsi un écart entre l'utilité marginale et le prix. » (List *et al.*, 2022). Farhi & Gabaix (2020) précisent bien aussi qu'en présence de biais comportementaux, la demande n'est pas obtenue à partir de la maximisation de l'utilité. Si ce biais est à l'origine d'une surconsommation d'énergie, par exemple, le réduire peut conduire à de la sobriété (et aussi accroître le bien-être, défini, lui, en fonction des préférences). L'encadré 2 s'inspire de l'approche de List *et al.* (2022) pour la présentation des mécanismes engendrés par ces biais comportementaux. La diffusion de l'information (via des campagnes de communication ou des programmes éducatifs, par exemple) et les *nudges* visent justement à réduire ces biais. D'après Thaler & Sunstein (2008) les *nudges* visent à modifier « le comportement des gens de manière prévisible, sans leur interdire aucune option ni modifier de manière significative leurs incitations économiques » Pour être qualifiée de *nudge*, une intervention doit en outre être facile à mettre en place, et peu coûteuse.

Les *nudges* permettent de corriger les biais comportementaux (internalités) sans imposer de coûts matériels importants, mais modifient « l'architecture de choix » sous-jacente, par exemple en changeant l'option par défaut pour tirer parti de la tendance des gens à accepter passivement les valeurs proposées. La diffusion d'information peut également servir à corriger les biais comportementaux à un moindre coût. Par ailleurs, ces types d'interventions s'opposent aux outils politiques traditionnels dans le sens où elles sont considérées comme des substituts et non des compléments à une politique de taxe carbone, par exemple.

De nombreux *nudges* adoptent la forme générale suivante : ils consistent à rendre les avantages du changement de comportement plus facilement accessibles, et pour ce faire, simplifient les processus de décision (Benartzi *et al.*, 2017), grâce à des labels, par exemple, ou un recadrage des choix. Si le coût des *nudges* est supposé assez faible, il est souvent compliqué à

10. Voir Blanchet *et al.* (2014) : quand les préférences changent, l'individu avec ses préférences finales préfère évidemment son nouveau choix plutôt que l'état dans lequel il était au départ, mais cela ne dit bien sûr pas s'il se sent mieux ou moins bien qu'il ne se sentait au départ avec ses préférences initiales, et à l'aune des préférences initiales, c'est l'état initial qui est préféré.

ENCADRÉ 2 – La sobriété vue comme une réduction d'un biais comportemental d'après List et al. (2022)

Deux frictions sont considérées dans le problème de décision des consommateurs : la première, nommée « internalité », provient d'un biais comportemental (qui conduit par exemple à manger trop de viande) tandis que la seconde correspond à une externalité. Avec un modèle simple nous montrons qu'une réduction du biais comportemental est doublement bénéfique pour le consommateur car non seulement elle élimine l'internalité, mais elle réduit aussi l'externalité (ce qui limite le recours nécessaire à une taxe).

Commençons par la demande : pour une quantité consommée q , on considère une fonction de bénéfice privé $V(q)$ croissante et concave. L'offre est quant à elle caractérisée par une fonction de production à rendements constants avec un coût marginal c . À l'équilibre concurrentiel, le prix du bien de consommation vérifie donc $p=c$.

Internalité (biais comportemental). Nous intégrons maintenant une internalité b , également appelée biais comportemental, dans le problème de décision du consommateur. Une valeur de b non nulle signifie que les consommateurs perçoivent systématiquement de manière erronée les bénéfices d'une unité marginale de consommation. Ces erreurs peuvent correspondre, par exemple, à des possibles co-bénéfices que le consommateur ignore, ou plus généralement refléter sa mauvaise information sur le produit, ou sur les conséquences de sa consommation (e.g. le gaspillage, les effets – bons ou mauvais – sur la santé, etc.).

Afin de maximiser son utilité le consommateur ne choisit donc pas une consommation q telle que $V'(q)=p$, mais plutôt telle que $V'(q)+b=p$. Cela implique donc une sur- ou sous-consommation selon que $b>0$ ou $b<0$, respectivement. De la sobriété peut ainsi être obtenue après réduction du biais comportemental si $b>0$ ^(a) Cela peut se faire via des *nudges*, par exemple, ou à travers l'éducation et/ou l'information, ou encore en modifiant les normes sociales.

Externalité (et taxe pour l'internaliser). On considère maintenant le cas où le bien de consommation produit une externalité, et où une taxe pigouvienne est mise en place pour la corriger. La taille de l'externalité marginale est notée ξ et supposée constante. Les entreprises sont supposées concurrentielles, par conséquent le prix est $p=c+t$ où t est ladite taxe. Contrairement à l'internalité, l'externalité n'affecte pas les choix mais entre directement dans la fonction de bien-être social. Celle-ci comprend le bien-être du consommateur, de l'entreprise, de l'état, et l'externalité, et s'écrit donc comme suit :

$$W(q,t)=[V(q)-(p+t)q]+[pq-cq]+[tq]-\xi q=V(q)-cq-\xi q.$$

L'allocation q_1 qui maximise le bien-être social (i.e. vérifiant $V'(q_1)=c+\xi$) prend en compte l'externalité mais pas l'internalité. À contrario, q_2 , l'allocation optimale du consommateur est guidée aussi bien par la taxe que par son biais comportemental (i.e. vérifie $V'(q_2)=p+t-b$). On notera alors que seule la condition $t=\xi+b$ permet de faire coïncider les deux approches. Si $b>0$, diminuer la valeur du biais comportemental permet donc de réduire la taxe nécessaire pour atteindre l'optimum.

Conclusion. Lorsque la valeur du biais comportemental est positive, sa réduction est donc doublement bénéfique pour le consommateur : d'une part, cela permet d'accroître son bien-être en rapprochant l'allocation choisie de son optimum, d'autre part, cela permet de réduire la taxe pigouvienne qui doit sinon corriger à la fois l'externalité et l'internalité.

^(a) La réduction du biais comportemental consiste à rapprocher b de zéro (ou à diminuer b en valeur absolue), donc à réduire b si $b>0$ et l'accroître sinon. Cela conduit donc à de la sobriété dans le cas où $b>0$ puisque le biais comportemental conduit alors à de la surconsommation.

évaluer précisément. Pour cette raison, il n'est pas explicitement pris en compte dans l'évaluation de son efficacité. La démarche consiste plutôt à évaluer les bénéfices d'un *nudge*, ce qui donne un ordre de grandeur du coût maximal acceptable pour le mettre en œuvre. Notamment, lorsque ces bénéfices sont substantiels, il devient intéressant d'envisager leur implémentation. D'après List et al. (2022), dans le cadre d'un modèle similaire étendu pour prendre en compte l'hétérogénéité des biais comportementaux, c'est le cas dans certains contextes (e.g. pour la consommation de cigarettes), alors que dans d'autres non (e.g. pour le marché de l'énergie). Ainsi, la réduction du biais comportemental peut nécessiter des interventions de nature différente, selon le type de bien que l'on considère.

Si les interventions telles que 1) les *nudges* ou la diffusion d'information, et 2) les taxes,

peuvent toutes deux conduire à modifier les comportements, elles présentent chacune un avantage comparatif unique. L'avantage comparatif des premières réside dans la réduction de l'hétérogénéité d'un biais comportemental, tandis que l'avantage comparatif des taxes se situe dans l'internalisation des externalités (List et al., 2022). En outre, les *nudges* et la diffusion d'information présentent souvent un coût politique nul, alors que les taxes – nous l'avons vu avec les gilet jaunes – peuvent engendrer un refus social.

L'efficacité économique d'une intervention (*nudge*, information ou taxe) est évaluée en comparant les effets sur le bien-être rapportés au coût économique de l'intervention. Ainsi, les ratios impact/coût des interventions de type « *nudge* » et des outils politiques traditionnels (incitations fiscales et autres incitations

financières) montrent que les *nudges* sont souvent davantage coût-efficaces que les interventions traditionnelles (Benartzi *et al.*, 2017). Plus précisément, List *et al.* (2022) montrent analytiquement que l'efficacité relative des *nudges* est d'autant plus forte que l'écart-type, sur la population, du biais comportemental est important puisque ce dernier est corrigé par le *nudge*. En revanche, l'efficacité de ces interventions diminue avec la taille moyenne de l'externalité qui doit, elle, être corrigée par une intervention traditionnelle (encadré 2). Enfin, cette théorie est confirmée empiriquement à partir de plus de 300 observations de *nudges* et d'interventions sur les prix.

Carlsson *et al.* (2021) va même plus loin en suggérant l'utilisation de *nudges* même en l'absence de biais comportemental, seulement dans le but de corriger une externalité, en particulier lorsque la taxe pigouvienne est insuffisante. On parle alors de « *nudges* verts » Ceux-ci exploitent la rationalité limitée des agents lors de leurs prises de décision pour orienter leur comportement vers une décision socialement optimale, mais qui peut ne pas être dans l'intérêt propre des agents. On peut distinguer d'une part les *nudges* verts « purs », qui passent par la mise en évidence d'un choix par défaut, par exemple par la simplification de l'information (labels), ou les rappels et le design de l'environnement physique (style des poubelles, facilité à les atteindre). D'autre part, les *nudges* verts « moraux » reposent par exemple sur la notion de statut social vert, lorsque la consommation signale une action pro-environnementale (voir Sexton & Sexton, 2014 qui expliquent ainsi le consentement à payer un prix élevé pour les Prius Toyota, ou plus récemment Boon-Falleur *et al.*, 2022).

3. Les origines des changements de préférences

Pour mesurer l'impact macroéconomique, il est nécessaire de comprendre comment les politiques publiques vont affecter les préférences des individus. Il existe d'une part une interaction entre les politiques climatiques « standard » et les préférences des agents. D'autre part, les politiques pour de la sobriété « collective » (aménagement du territoire, politique de l'alimentation durable, organisation du travail, etc.) vont également réinterroger les normes sociales et les besoins individuels, qui de fait changeront la consommation des individus.

L'objectif principal de cette section est donc de comprendre l'impact sur les préférences des

agents des politiques en faveur du climat et de la sobriété (préférences réelles, au contraire des *nudges* que nous traitons dans la section suivante). Cet impact peut se faire selon trois canaux : la prise de conscience d'un certain nombre de co-bénéfices, l'évolution sous l'effet des politiques environnementales, et les actions directes sur les préférences pour favoriser la prise de conscience environnementale, par exemple la diffusion d'information.

3.1. La prise en compte des co-bénéfices

Si les politiques climatiques engendrent des changements de préférences en faveur d'un comportement moins émetteur, l'atteinte des objectifs climatiques sera alors moins coûteuse. Ce changement de préférences peut être explicite (les individus se mettent à souhaiter consommer moins d'énergie, toutes choses égales par ailleurs) ou implicite, via l'existence de co-bénéfices, c'est-à-dire d'effets positifs supplémentaires sur le bien-être, non explicitement modélisés dans les préférences (les individus se mettent à identifier de nouveaux liens entre réduction de consommation d'énergie et bien-être, et à les intégrer dans leur choix de consommations). S'il existe au contraire un effet de substitution entre les gestes vertueux et l'acceptabilité d'une taxe carbone (la mise en place d'une taxe nous dédouanant de tous les efforts par ailleurs), la politique climatique sera plus compliquée.

L'existence de co-bénéfices peut modifier les préférences telles qu'elles sont modélisées, pour peu que cette modélisation soit simplifiée et n'intègre pas toutes les dimensions du bien-être. Par exemple, développer la pratique du vélo pour les migrations pendulaires permet non seulement de réduire la consommation d'énergie, mais aussi d'améliorer la santé en renforçant la mobilité active. Si la fonction d'utilité du modèle n'intègre pas explicitement un goût pour la santé, c'est la sensibilité de l'individu à la réduction de consommation d'énergie que ce co-bénéfice viendra modifier, en l'orientant vers davantage de sobriété.

Le rapport du Giec (2022) ou l'article de Creutzig *et al.* (2022) montrent l'avantage d'une stratégie visant la demande d'énergie plutôt que l'offre. Une telle stratégie engendre en effet plus de synergies et de co-bénéfices entre les objectifs de développement durable (ODD) définis par les Nations unies que d'effets d'éviction entre ces objectifs. Par exemple, accroître la densité des villes, permet aussi d'améliorer significativement l'accès à la santé, la mobilité,

l'éducation et la protection sociale. Ainsi, à partir d'une analyse de la littérature, Creutzig *et al.* (2022) montrent que l'impact sur le bien-être de 306 propositions de mesures réduisant la consommation d'énergie par la demande est positif pour 79 % d'entre elles, et seules 3 % ont un effet négatif. Ces effets positifs contribuent à réduire le coût total pour la société des politiques climatiques. Pour évaluer l'effet global d'une stratégie d'atténuation sur les dimensions du bien-être représentées par les ODD, les auteurs calculent un ratio entre (i) les « synergies » créées, c'est-à-dire les effets bénéfiques sur le bien-être (par le biais de canaux autres que celui de la réduction du changement climatique), et (ii) les effets d'éviction c'est-à-dire les réductions de bien-être occasionnées. La comparaison entre les ratios des stratégies d'atténuation visant la demande et de celles visant l'offre montre que les premières sont plus bénéfiques du point de vue du respect des ODD, en particulier dans les secteurs de l'industrie et des bâtiments. On peut par exemple remarquer que parmi les mesures pouvant être considérées comme favorisant la sobriété, la mobilité active (vélo et marche) a les effets bénéfiques les plus larges, sans qu'aucun résultat négatif soit détecté. Par ailleurs, les avantages les plus importants sont observés dans les domaines de la qualité de l'air, de la santé, de l'alimentation, de la mobilité, de la stabilité économique, et de l'eau avec des niveaux de confiance assez élevés compte tenu des méthodologies employées dans les différents articles considérés.

Ainsi, les co-bénéfices des mesures visant à réduire la consommation d'énergie sont de nature à favoriser la sobriété, et engendrent un comportement plus vertueux que celui qui serait anticipé sur la base de préférences stables n'intégrant pas ces co-bénéfices.

3.2. Interactions entre les politiques environnementales traditionnelles et les préférences

Si, de façon endogène, les politiques publiques à visée environnementale (qui incluent des politiques non climatiques en tant que telles, comme les politiques d'éducation, d'information, de communication) orientent les préférences des agents vers une consommation moins carbonée (toutes choses égales par ailleurs, notamment les prix), le coût des politiques climatiques sera moindre que prévu. Les politiques climatiques traditionnelles visent un temps long sur lequel les préférences ont le temps de changer à cause de la politique elle-même (Mattauch *et al.*, 2022).

Les modèles macroéconomiques traditionnels supposent que les choix de consommation des agents découlent de préférences stables. Or, comme l'environnement et l'entourage social modifient la structure de choix des individus (et donc leur choix final), les politiques publiques vont avoir un effet sur les institutions économiques et donc, via une transmission culturelle et leur effet sur un même groupe social, sur les préférences des agents. Les individus adoptent de nouvelles habitudes à la suite de politiques publiques (exemple de la ceinture de sécurité, du port du casque au ski), y compris celle portant sur la taxe carbone. L'exemple de la Colombie-Britannique au Canada (Rivers *et al.*, 2015) montre qu'une taxe sur le carbone peut provoquer une baisse de la demande d'essence à court terme beaucoup plus importante que ce que l'on pourrait attendre d'une augmentation équivalente du prix du marché de l'essence. Par ailleurs, une analyse empirique de la mise en œuvre d'une taxe sur le carbone et d'une taxe sur la valeur ajoutée sur le carburant de transport en Suède (Andersson, 2019) montre aussi que l'élasticité de la demande d'essence par rapport à la taxe carbone est trois fois plus importante que l'élasticité du prix¹¹. Ces deux résultats peuvent s'expliquer par une sensibilité au problème du changement climatique.

Les changements de préférences ont également des conséquences sur l'acceptabilité des politiques environnementales traditionnelles : en modifiant directement les préférences des individus, une politique environnementale beaucoup plus brutale pourrait être introduite et acceptée ex post alors qu'elle aurait été grandement contestée ex ante (et récusée via le vote notamment). L'inverse peut aussi être vrai, il s'agit alors d'un effet d'éviction entre changements de préférences et politique environnementale traditionnelle. La mise en place d'une taxe carbone peut réduire les incitations aux « petits gestes » pour réduire les émissions (Goeschl & Perino, 2012). Réciproquement, l'adoption d'un comportement vertueux ou la mise en place d'un *nudge* peut réduire le soutien à la taxe carbone (Hagmann *et al.*, 2019).

3.3. Les politiques visant la sobriété

On considère ici les politiques dont l'objectif premier est de modifier les préférences. La justification de telles politiques provient d'une part

11. On peut soupçonner que les individus interprètent à juste titre une augmentation de la taxation carbone comme étant permanente et celle du prix hors taxe comme étant temporaire, ce qui justifie qu'ils s'adaptent davantage à la première qu'à la seconde.

de l'observation que les « petits gestes » et les injonctions à la responsabilisation individuelle ne suffiront pas à réduire suffisamment nos émissions de gaz à effet de serre. D'après le cabinet de conseil Carbone 4, les injonctions individuelles représenteraient entre 25 % et 30 % de l'effort nécessaire à la réduction des émissions de gaz à effet de serre pour respecter l'Accord de Paris (Dugast & Soyeux, 2019). D'autre part, même si cela ne fait pas l'unanimité, on s'attend plutôt à une synergie entre les politiques de sobriété et les politiques traditionnelles.

Une grande partie des politiques climatiques visant la sobriété devront prendre la forme de mécanismes collectifs, à savoir des changements d'organisation collective qui vont faciliter les changements de comportement (voir par exemple les rapports du Haut Conseil pour le climat, notamment HCC, 2021). On parle ici par exemple de l'aménagement urbain (pistes cyclables, réseau de transport en commun), de la relocalisation des services dans les centres-villes, du déploiement du très haut débit pour favoriser le télétravail et limiter les déplacements, etc.

Par ailleurs, la diffusion d'information peut aider à changer les comportements et améliorer l'efficacité des choix. Ce dernier point suppose l'existence d'une défaillance de marché (information imparfaite), conduisant à une situation sous-optimale, par exemple un excès de consommation, qui serait alors corrigée. Ainsi, une étude (Larcom *et al.*, 2017) montre qu'une grève du métro londonien qui a obligé de nombreux usagers à expérimenter de nouveaux itinéraires a engendré des changements de comportement durables et amélioré l'efficacité du réseau. Cela peut s'expliquer de deux façons : soit ces usagers n'empruntaient pas leur itinéraire optimal, les coûts de recherche ne suffisant pas à expliquer leur comportement ; soit ils se sont appropriés d'autres modes de transport et ont augmenté leur capital de mobilité, et, par ce fait, ont fait baisser le coût d'options alternatives au métro (Kaufmann *et al.*, 2004). Il n'existe cependant pas de consensus, sur la base de la littérature empirique, quant à l'effet de l'information sur la consommation d'énergie. Ainsi, l'effet des labels sur les choix de consommation est parfois mitigé (exemple des réfrigérateurs, voir Houde, 2018). À titre d'exemple, une expérimentation (Aydin *et al.*, 2018) a montré que les campagnes d'information ont permis de réduire la consommation d'énergie dans les logements de 20 % ; d'autres dans le secteur des transports n'observent pas d'effet sur les performances énergétiques des véhicules achetés (Allcott & Knittel, 2019).

Enfin, beaucoup de ce qui relève des comportements individuels est en réalité encadré dans une dimension collective, dont l'influence est telle que les comportements individuels s'en trouvent contraints et orientés. Ce qui est pensé comme un choix individuel peut être en fait la conséquence d'une organisation collective (trouver un logement en immeuble plutôt qu'une maison individuelle, déplacements dépendant des transports en commun, etc.) et la part d'*agency* de chacun, de libre-arbitre, ou de marge de manœuvre, est de fait très inégalement répartie dans la société (Otto *et al.*, 2020). Les politiques qui toucheront à ces organisations collectives auront donc un impact sur les préférences individuelles des personnes. L'impact du comportement des pairs (*peers effects*) sur les choix des individus a été mis en évidence pour les achats de voitures (Grinblatt *et al.*, 2008), pour l'installation de panneaux solaires (Bollinger *et al.*, 2020 ; Gillingham & Bollinger, 2021, ou Baranzini *et al.*, 2017) et pour l'utilisation économe de l'eau (Bollinger *et al.*, 2020). Les lobbys et les groupes d'intérêt peuvent par ailleurs avoir une influence en faveur ou défaveur du changement de comportement. Les campagnes de sensibilisation à la sobriété vont changer le regard des consommateurs sur leur environnement (leur rapport à l'alimentation et le bio, par exemple), les faire réfléchir sur leurs habitudes (leur choix de mode de transport, par exemple), et changer la manière dont ils vont se comparer aux autres strates de la société en modifiant notamment l'intensité carbone des marqueurs symboliques de la réussite matérielle (Brispierre *et al.*, 2013). À noter que les politiques de sobriété côté offre (changement de l'offre de biens, de services, de leur allocation ou de leur forme de délivrance) auront également un effet sur les préférences des individus, notamment, à long terme, en changeant les marqueurs de réussite sociale vers des modes de vie plus sobres (Coulangeon *et al.*, 2023).

Cependant, la dimension collective des préférences individuelles ne doit pas faire oublier la nécessaire prise en compte des inégalités (de territoire, de revenu, etc.) afin de ne pas surestimer ou sous-estimer le changement de préférences (Marcus *et al.*, 2023). En effet, la prise en compte des inégalités peut avoir plusieurs effets opposés. D'un côté, les émissions des individus les plus riches étant plus importantes (Cayla *et al.*, 2020), le changement de leurs préférences aura plus d'impact sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre que celui des plus modestes. D'un autre côté, le modèle de grande consommation auquel

les politiques de sobriété visent à renoncer est chargé d'une grande symbolique, notamment auprès des classes populaires, pour qui certaines consommations carbonées (la voiture, les vacances au soleil, l'acquisition d'un pavillon) sont des marqueurs forts d'une réussite matérielle et sociale (Halbwachs, 1938), selon lesquels « consommer, c'est faire partie de la société ». Les freins au changement d'une partie de la population pourraient donc être nombreux, ce qui allongerait le temps pour que les préférences évoluent. En outre, les mécanismes collectifs de groupes (sociaux ici) bloquent la diffusion des changements de préférences en cas d'injonctions et de politiques de sobriété non différenciées (Coulangeon *et al.*, 2023). En effet, les frontières symboliques sont très fortes entre strates sociales et les comportements vus comme vertueux dans certaines strates peuvent au contraire servir de repoussoirs dans d'autres : ainsi, si le changement de préférences suite à des politiques de sobriété peut être facilité dans les classes supérieures grâce au bénéfice social que cela apporte (« je ne prends plus l'avion non pas parce que je n'y ai pas accès mais parce que j'ai le luxe d'y renoncer »), il peut au contraire être ralenti dans les classes populaires en réaction à cette liberté de choix (« vous représentez les élites urbaines qui ont le choix », cf. les gilets jaunes).

* *
*

Le potentiel de contribution de la sobriété à des émissions de gaz à effet de serre moindres justifie qu'on se penche sur les moyens à mettre en œuvre pour que les individus adoptent effectivement des comportements sobres. Dans cet article, nous avons exploré les différentes pistes pouvant conduire à une sobriété énergétique accrue.

Nous avons tout d'abord modélisé la sobriété énergétique comme résultant de chocs exogènes sur les poids relatifs accordés par les individus dans leurs préférences aux biens durables, à l'énergie qui permet de les faire fonctionner, ou encore aux biens non durables. La simulation de ces chocs pour un même objectif de réduction de la consommation d'énergie des ménages a montré une forte hétérogénéité des impacts sur le PIB et la consommation totale pendant la transition. Le choix d'aider à la réalisation de l'un ou l'autre de ces chocs via des politiques publiques pourra être guidé par des considérations telles que l'acceptabilité (on favorisera alors la consommation totale en créant un choc négatif sur le poids de l'énergie dans les préférences) ou la croissance du PIB dont on limitera la baisse en favorisant un choc positif sur le poids des biens non durables.

La mise en évidence et la meilleure évaluation des co-bénéfices potentiels sont une piste intéressante de modification des préférences. Ces pistes appellent surtout à davantage de recherche sur les changements endogènes de préférences, et à leur intégration dans les modélisations de la transition climatique. Par ailleurs, les *nudges*, s'ils n'éliminent pas l'externalité, permettent de réduire les biais de comportement ou d'en générer de nouveaux dans un sens qui contribue à réduire les émissions, tout en étant généralement peu coûteux, notamment sur le plan politique.

Que la sobriété énergétique puisse être choisie et donc ne pas contraindre les individus ne doit pas être un prétexte pour oublier la justice sociale et économique associée à la décarbonation de l'économie. Cet argument est notamment mis en avant par Schubert (2023) qui précise que : « [...] politiques de prix [et] comportements volontaires [...] doivent s'inscrire dans un contexte social de réduction des inégalités ». □

BIBLIOGRAPHIE

- Allcott, H. & Knittel, C. (2019).** Are Consumers Poorly Informed about Fuel Economy? Evidence from Two Experiments. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(1), 1–37. <https://doi.org/10.1257/pol.20170019>
- Andersson, J. J. (2019).** Carbon taxes and CO₂ emissions: Sweden as a case study. *American Economic Journal: Economic Policy*, 11(4), 1–30. <https://doi.org/10.1257/pol.20170144>
- Aydin, E., Brounen, D. & Kok, N. (2018).** Information provision and energy consumption: Evidence from a field experiment. *Energy Economics*, 71, 403–410. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.03.008>

- Baranzini, A., Carattini, S. & Peclat, M. (2017).** What drives social contagion in the adoption of solar photovoltaic technology. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, *Working Papers* N° 270.
<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/publication/what-drives-social-contagion-in-the-adoption-of-solar-photovoltaic-technology/>
- Benartzi, S., Beshears, J., Milkman, K. L., Sunstein, C. R., Thaler, R. H., Shankar, M., Tucker-Ray, W., Congdon, W. J. & Galing, S. (2017).** Should Governments Invest More in Nudging? *Psychological Science*, 28(8), 1041–1055. <https://doi.org/10.1177/0956797617702501>
- Blanchet, D., Pesme, C. & Pommeret, A. (2023).** Les incidences économiques de l'action pour le climat – Bien-être. France Stratégie, Rapport thématique.
https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-bien-etre.pdf
- Bollinger, B., Burckhardt, J. & Gillingham, K. (2020).** Peer Effects in Residential Water Conservation: Evidence from Migration. *American Economic Journal: Economic Policy*, 12(3), 107–133.
<https://doi.org/10.1257/pol.20180559>
- Boon-Falleur, M., Grandin, A., Baumard, N. & Chevallier, C. (2022).** Leveraging social cognition to promote effective climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 12, 332–338.
<https://doi.org/10.1038/s41558-022-01312-w>
- Brispierre, G., Beslay, C., Vacher, T. & Fouquet, J.-P. (2013).** L'efficacité comportementale du suivi des consommations en matière d'économie d'énergie dépend des innovations sociales qui l'accompagnent. Synthèse de l'étude sociologique ADEME/GrDF sur les campagnes de sensibilisation aux économies d'énergie basées sur le suivi des consommations.
<https://gbrisepierre.fr/wp-content/uploads/2019/11/GBS-Synthese-socio-campagnes-MDE-2013.pdf>
- Brunet, L. (2021).** #Flygskam : le pouvoir de la honte de prendre l'avion pour gouverner le changement climatique. *Lien social et Politiques*, 86, 54–70. <https://doi.org/10.7202/1079492ar>
- Carlsson, F., Graverty, C., Johansson-Stenman, O. & Kurz, V. (2021).** The Use of Green Nudges as an Environmental Policy Instrument. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15(2).
<https://doi.org/10.1086/715524>
- Caron, J. & Fally, T. (2022).** Per Capita Income, Consumption Patterns, and CO₂ Emissions. *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 9(2), 235–271. <https://doi.org/10.1086/716727>
- Cayla, J.-M., Combet, E., de Lauretis, S., Nadaud, F. & Pottier, A. (2020).** Qui émet du CO₂ ? Panorama critique des inégalités écologiques en France. *Revue de l'OFCE*, 169, 73–132.
<https://doi.org/10.3917/reof.169.0073>
- Comin, D., Lashkari, D. & Mestieri, M. (2021).** Structural Change with Long-run Income and Price Effects. *Econometrica*, 89(1), 311–374. <https://doi.org/10.3982/ECTA16317>
- Coulangeon, P., Demoli, Y., Ginsburger, M. & Petev, I. (2023).** *La Conversion écologique des Français – Contradictions et clivages*. Paris: PUF.
- Creutzig F., Niamir, L., Bai, X., Callaghan, M., Cullen, J., Díaz-José, J., Figueroa, M., Grubler, A., Lamb, W. F., Leip, A., Masanet, E., ... & Ürge-Vorsatz, D. (2022).** Demand side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. *Nature Climate Change*, 12, 36–46.
<https://doi.org/10.1038/s41558-021-01219-y>
- Dillman, D. A., Rosa, E. A. & Dillman, J. J. (1983).** Lifestyle and home energy conservation in the United States: the poor accept lifestyle cutbacks while the wealthy invest in conservation. *Journal of Economic Psychology*, 3(3-4), 299–315. [https://doi.org/10.1016/0167-4870\(83\)90008-9](https://doi.org/10.1016/0167-4870(83)90008-9)
- Dugast, C. & Soyeux, A. (2019).** Faire sa part ? Pouvoir et responsabilité des individus, des entreprises et de l'État face à l'urgence climatique. *Carbone 4, Publication – juin*.
<https://www.carbone4.com/publication-faire-sa-part>
- Farhi, E. & Gabaix, X. (2020).** Optimal Taxation with Behavioral Agents. *American Economic Review*, 110(1), 298–336. <https://doi.org/10.1257/aer.20151079>
- Giec (2022).** Demand, Services and Social Aspects of Mitigation. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*, Ch. 5. IPCC, Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>
- Gillingham, K. & Bollinger, B. (2021).** Social Learning and Solar Photovoltaic Adoption. *Management Science*, 67(11), 7091–7112. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2020.3840>
- Goeschl, T. & Perino, G. (2012).** Instrument Choice and Motivation: Evidence from a Climate Change Experiment. *Environmental and Resource Economics*, 52(2), 195–212.
<https://doi.org/10.1007/s10640-011-9524-4>

- Grinblatt, M., Keloharju, M. & Ikäheimo, S. (2008).** Social Influence and Consumption: Evidence from the Automobile Purchases of Neighbors. *The Review of Economics and Statistics*, 90(4), 735–753. <https://doi.org/10.2139/ssrn.995855>
- GRTgaz (2023).** Actualisation des perspectives gazières pour l’hiver 2022-2023. <https://www.grtgaz.com/medias/actualites/perspectives-systeme-gazier-hiver-janvier-2023>
- Grubler, A., Wilson, C., Bento, N., Boza-Kiss, B., Krey, V., McCollum, D. L., Rao, N. D., Riahi, K., Rogelj, J., De Stercke, S., Cullen, J., Frank, S., Fricko, O.,... & Valin, H. (2018).** A low energy demand scenario for meeting the 1.5 C target and sustainable development goals without negative emission technologies. *Nature Energy*, 3(6), 515–527. <https://doi.org/10.1038/s41560-018-0172-6>
- Hagmann, D., Ho, E. H. & Lowenstein, G. (2019).** Nudging out support for a carbon tax. *Nature Climate Change*, 9, 484–489. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0474-0>
- Halbwachs, M. (1938).** *Morphologie sociale*. Paris: Armand Colin.
- Harguess, J. M., Crespo, N. C. & Hong, M. Y. (2020).** Strategies to reduce meat consumption: A systematic literature review of experimental studies. *Appetite*, 144(104478). <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104478>
- Haut Conseil pour le Climat, HCC (2021).** Renforcer l’atténuation, engager l’adaptation. Rapport annuel, juin. <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/rapport-annuel-2021-renforcer-lattenuation-engager-ladaptation/>
- Henriet, F., Maggiar, N. & Schubert, K. (2014).** A Stylized Applied Energy-Economy Model for France. *The Energy Journal*, 35(4). <https://doi.org/10.5547/01956574.35.4.1>
- Houde, S. (2018).** How consumers respond to product certification and the value of energy information. *The RAND Journal of Economics*, 49(2), 453–477. <https://doi.org/10.1111/1756-2171.12231>
- Jungell-Michelsson, J. & Heikkuren, P. (2022).** Sufficiency: A systematic literature review. *Ecological Economics*, 195(107380). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107380>
- Kaufmann, V., Bergman, M. M. & Joye, D. (2004).** Motility: Mobility as capital. *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(4), 745–756. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00549.x>
- Larcom, S., Rauch, F. & Willems, T. (2017).** The Benefits of Forced Experimentation: Striking Evidence from the London Underground Network. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(4), 2019–2055. <https://doi.org/10.1093/qje/qjx020>
- Leonard-Barton, D. (1981).** Voluntary Simplicity Lifestyles and Energy Conservation. *Journal of Consumer Research*, 8(3), 243–252. <https://doi.org/10.1086/208861>
- List, J., Rodemeier, M., Roy, S. & Sun, G. (2022).** Judging Nudging: Understanding the Welfare Effects of Nudges Versus Taxes. *Framed Field Experiments*, 00765. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4450082>
- Marcus, V., Combet, E., Ghersi, F., Hamdi-Cherif, M., Malliet, P., Lequien, M., Le Hir, B., Pinton, C. & Viennot, M. (2023).** Les incidences économiques de l’action pour le climat – Enjeux distributifs. France Stratégie, Rapport thématique. https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/fs-2023-les_incidences_economiques_de_laction_pour_le_climat-thematique-enjeux_distributifs.pdf
- Mattauch, L., Hepburn, C., Spuler, F. & Stern, N. (2022).** The economics of climate change with endogenous preferences. *Resource and Energy Economics*, 101312. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2022.101312>
- négaWatt (2016).** Qu’est-ce que la sobriété ? *Fil d’argent*, 5, 11–13. https://negawatt.org/telechargement/Presse/1601_Fil-dargent_Qu-est-ce-que-la-sobriete.pdf
- Otto, I. M., Wiedermann, M., Cremades, R., Donges, J. F., Auer, C. & Lucht, W. (2020).** Human Agency in the Anthropocene. *Ecological Economics*, 167(106463). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106463>
- Quinet, A. (2019).** La valeur de l’action pour le climat, une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques. France Stratégie, Rapport. <https://www.strategie.gouv.fr/publications/de-laction-climat>
- Rivers, N. & Schaufele, B. (2015).** Salience of carbon taxes in the gasoline market. *Journal of Environmental Economics and Management*, 74, 23–36. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2015.07.002>
- RTE (2023).** Bilan électrique 2022 : un système électrique français résilient face à la crise énergétique. Rte, Rapport. <https://assets.rte-france.com/prod/public/2023-02/Bilan-electrique-2022-synthese.pdf>
- Sexton, S. E. & Sexton, A. L. (2014).** Conspicuous conservation: The Prius halo and willingness to pay for environmental bona fides. *Journal of Environmental Economics and Management*, 67(3), 303–316. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.11.004>
- Schubert, K. (2023).** Sobriety. In: *Peace not Pollution: How Going Green Can Tackle Climate Change and Toxic Politics*. London: CEPR Press. <https://cepr.org/chapters/sobriety/>
- Thaler, R. H. & Sunstein, C. R. (2008).** *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.

Impact macroéconomique des dommages climatiques en France

Macroeconomic Impact of Climate Damage in France

Florian Jacquetin* et Gaël Callonnec*

Résumé – Pour évaluer le coût économique de l'inaction climatique, nous introduisons le coût des dommages dans le modèle macroéconomique « Three-ME » de l'ADEME. Le cadre traditionnel « keynésien » du modèle a été modifié pour tenir compte des risques pesant sur certains secteurs (agriculture, électricité) qui entraîneraient des baisses contraintes de leur production. Les dommages incluent à la fois les risques chroniques, découlant de changements graduels, et les risques aigus découlant d'événements courts de forte intensité comme les catastrophes naturelles. Ces dommages sont introduits de manière « *bottom-up* », c'est-à-dire à la fois au niveau de l'offre et de la demande des agents concernés. Selon les simulations, par rapport à une transition anticipée et planifiée limitant le réchauffement à 1,5 °C d'ici 2100, l'inaction climatique pourrait coûter près de 7 points de PIB annuels à la France à l'horizon 2100.

Abstract – In order to assess the economic cost of climate inaction, we introduce the cost of the damage into the “ThreeME” macroeconomic model devised by ADEME (the French Agency for Ecological Transition). The traditional “Keynesian” framework of the model has been modified to take into account the risks weighing on certain sectors (agriculture and electricity) that would lead to pressures causing reductions in their productivity. The damage includes not only chronic risks resulting from gradual changes, but also acute risks resulting from high intensity events of short duration, such as natural disasters. This damage is introduced in a “bottom-up” approach, i.e. at the level of both the supply and the demand of the stakeholders concerned. According to the simulations, compared to an anticipated and planned transition limiting global warming to 1.5°C by 2100, climate inaction could cost France almost 7 points of annual GDP by 2100.

JEL : Q54, Q43, O13, E12, E17

Mots-clés : modélisation macroéconomique, changement climatique, coût des dommages, risques physiques, analyse par scénarios

Keywords: macroeconomic modelling, climate change, cost of damage, physical risks and scenario

* Agence de la transition écologique. Correspondance : florian.jacquetin@gmail.com

Les auteurs remercient Hervé Gouédard (ADEME), Mathieu Garnero (ADEME), Patrick Jolivet (ADEME) et Albertine Devillers (Corps des Mines) pour leurs contributions respectives, ainsi que les économistes de la Banque de France Thomas Allen, Stéphane Dees, Annabelle de Gaye et Noémie Lisack pour le partage des hypothèses macroéconomiques relatives aux scénarios de transition du NGFS.

Reçu en juin 2023, accepté en février 2024.

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n'engagent qu'eux-mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l'Insee.

Citation: Jacquetin, F. & Callonnec, G. (2024). Macroeconomic Impact of Climate Damage in France. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 39–64. doi: 10.24187/ecostat.2024.543.2118

L'analyse de scénarios constitue une méthode privilégiée par les organisations gouvernementales et internationales pour anticiper, planifier et estimer les conséquences des nombreux futurs climatiques possibles. Ce type d'analyse souffre cependant de nombreuses limites méthodologiques : autour du réalisme des scénarios envisagés (incertitude politique), de l'évolution future des températures (incertitude climatique) et des conséquences économiques associées (incertitude d'impact). En France, c'est la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC), feuille de route vers la décarbonation à laquelle sont associés des effets macroéconomiques. Selon cette évaluation (Callonnet & Cancé, 2022), la transition vers la neutralité carbone pourrait rehausser le PIB national de 3 à 4 points à horizon 2050. Ce scénario, s'il reste ouvert au débat (ADEME, 2020), n'intègre pas le coût des dommages du changement climatique et ne permet pas d'évaluer tous les bénéfices d'une action climatique ambitieuse.

Pour quantifier le coût des dommages, les économistes ont pu mobiliser des modèles dits « macroenvironnementaux ». Ce type de modèle associe un modèle macroéconomique traditionnel à une représentation du climat. Historiquement, les premiers modèles macroenvironnementaux furent les modèles d'évaluation intégrée (MEI). En 1992, l'économiste américain William Nordhaus développait la première version du modèle DICE (*Dynamic Integrated Climate Economics*), modèle d'équilibre général et intertemporel intégrant à la fois les coûts liés à l'atténuation (c'est-à-dire les actions, notamment politiques, visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre) et le coût des dommages. Selon les premières simulations de ce modèle, la trajectoire de décarbonation mondiale optimale conduisait en 2100 à dépasser les 3 °C de réchauffement par rapport à l'ère préindustrielle.

Elle aurait été associée à un prix du carbone atteignant 20 \$/tCO₂, une baisse des émissions mondiales de 15 %, mais surtout des impacts macroéconomiques quasiment négligeables. Au vu de la multiplication des épisodes climatiques intenses dans le monde depuis plusieurs années, de tels résultats apparaissent aujourd'hui peu réalistes.

Bien que très controversé (Pindyck, 2017 ; Dietz *et al.*, 2020), ce travail originel a posé de nombreuses bases pour la recherche académique. C'est la première fois qu'un modèle associait des modèles macroéconomiques traditionnels avec une représentation du climat (bien que très simplifiée). Le modèle relie la production économique à des émissions de gaz à effet de serre, puis introduit les notions de dynamique climatique (liens entre émissions et concentrations atmosphérique et sous-marine), de sensibilité climatique (lien entre concentrations, forçage radiatif¹ et température) et de dommages climatiques (lien entre température et pertes économiques), ce qui permet de postuler une boucle de rétroaction directe entre macroéconomie et climat.

Cette approche, dite « *top-down* », s'appuie notamment sur une « fonction de dommages » macroéconomique. Définies pour la première fois par Nordhaus, les fonctions de dommages sont des fonctions mathématiques reliant les évolutions de la température à une perte de Produit Intérieur Brut (PIB) agrégée au niveau mondial (encadré 1).

La calibration de cette fonction a occupé les travaux académiques de Nordhaus (2016) mais aussi de la communauté de chercheurs (Howard &

1. Le forçage radiatif (W/m^2) est la différence de puissance surfacique entre le rayonnement solaire et le rayonnement terrestre au niveau de la stratosphère. Il dépend notamment des concentrations de gaz à effet de serre, qui réfléchissent une partie du rayonnement terrestre.

ENCADRÉ 1 – Forme(s) d'une fonction de dommages

Dans l'approche « *top-down* » initiée par Nordhaus (1992), une fonction de dommages prend généralement la forme d'une fonction polynomiale $f(T)$. Celle-ci ampute l'activité nationale (ou mondiale selon le champ géographique) $Y_{théorique}$, c'est-à-dire l'activité qui adviendrait en l'absence de changement climatique d'une fraction dépendant de T , l'évolution de la température depuis l'ère préindustrielle, et aboutit à l'activité réelle $Y_{réel}$:

$$Y_{réel} = (1 - f(T)) \times Y_{théorique}$$

avec : $f(T) = aT + bT^2$ (a et b étant des paramètres estimés ou calibrés) et $0 \leq f(T) \leq 1$.

Dans l'approche « *bottom-up* » initiée par la modélisation multisectorielle, les fonctions de dommages (dites « sectorielles ») s'appliquent au niveau d'un ou plusieurs secteur(s) et n'affectent plus directement le niveau d'activité globale, mais certains paramètres qui conditionnent les comportements d'offre et de demande : niveau de la productivité, taux de dépréciation du capital, demande de certains biens et services, etc.

Stern, 2017). Si les premières estimations dites « énumératives » (qui regroupent et calibrent des impacts à partir de sources plus ou moins précises) ont conduit à des résultats très incertains, les fonctions suivantes se sont basées sur des méthodes plus élaborées, notamment l'économétrie ou la simulation des dommages dans des modèles d'équilibre général calculable. Toutefois, ces travaux ont conduit à des fourchettes d'impacts extrêmement hétérogènes, à la fois du fait de la diversité des approches, mais aussi des différents champs de dommages retenus (Howard & Stern, 2017). C'est parmi ces approches que le NGFS (*Network for Greening the Financial System*, réseau des banques centrales pour le verdissement du système financier) a retenu les dommages macroéconomiques dans ses premiers scénarios de référence (NGFS, 2020) : deux fonctions de dommages issues des méta-analyses de Nordhaus & Moffat (2017) et de Howard & Stern (2017) ; une issue de Kalkuhl & Wenz (2020) à partir de l'économétrie de panel. Là aussi, l'hétérogénéité prévaut : pour un scénario de réchauffement de +3,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle, ces fonctions indiquent respectivement 3 points, 10 points et 15 points de PIB de dommages en 2100 au niveau mondial.

Une seconde méthodologie, dite « *bottom-up* », a progressivement émergé à partir des années 2000. Cette approche représente les impacts du changement climatique plus seulement au niveau de la seule production agrégée, mais sur l'ensemble de la chaîne de valeur et des agents économiques, en considérant les dommages du changement climatique non plus comme un risque global, mais comme un ensemble d'événements spécifiques qui se matérialisent sur des acteurs ou des secteurs distincts, à la fois du côté de l'offre et de la demande. Les dommages sont alors traduits à travers des chocs macroéconomiques exogènes, à savoir notamment : la productivité des facteurs de production, les taux de dépréciation du capital, mais aussi les comportements de demande en énergies et en services de tourisme.

À cette fin, les chercheurs ont mobilisé des modèles multisectoriels, adaptés pour distinguer les chocs advenant secteur par secteur. En 2006, une des premières évaluations s'est reposée sur le modèle statique GTAP-EF et a évalué les effets macroéconomiques de long terme du scénario du GIEC « B1 » sur des conséquences du changement climatique très ciblées : les flux touristiques et l'élévation du niveau de la mer. Si les effets macroéconomiques estimés restent limités, des études ont mis en évidence des

effets d'interaction liés à la survenue simultanée de plusieurs événements et conclu sur la nécessité d'évaluer le coût des dommages dans une approche d'équilibre général pour ne pas se limiter aux seuls coûts directs (Bigano *et al.*, 2006). Plus tard, Eboli *et al.* (2009) et Bosello (2012) étendent cette approche à des modèles multisectoriels dynamiques, et évaluent l'ensemble des dommages sous-jacents aux scénarios GIEC, ce qui permet d'évaluer la montée des coûts macroéconomiques tout au long du siècle et de tenir compte des effets de bouclage et de rétroaction. Les impacts macroéconomiques du réchauffement qui ont été estimés dans les études précitées restent encore très faibles, voire même positifs pour certains pays européens. En effet, certains d'entre eux profitent de la hausse des flux touristiques, mais aussi du fait que certains dommages pénalisent davantage les économies étrangères et améliorent leur compétitivité-prix à l'export (c'est notamment le cas des chutes de rendements agricoles).

La Commission européenne a également retenu une approche similaire dans son modèle GEM-E3, en estimant les dommages pour l'ensemble des pays de l'Union à partir d'une méthodologie harmonisée et d'une base large de données climatiques et économiques. Ses résultats tendaient encore à sous-estimer le coût du changement climatique (1,1 point de perte de PIB essentiellement liée à la productivité au travail, au niveau de la mer et aux rendements agricoles). La principale difficulté, liée à la structure économique centrée sur l'Europe, était de ne pas tenir compte du coût indirect des dommages survenant dans le reste du monde et transitant par le commerce extérieur (Ciscar Martinez *et al.*, 2014).

Il apparaît toutefois aux chercheurs que l'approche de la modélisation « *bottom-up* » (dont les principaux résultats pour l'Europe sont présentés dans l'annexe) permet de retracer précisément et dans le temps la manière dont les effets du changement climatique impacteraient l'économie, tout en prenant en compte des effets de rétroaction et des effets de second-tour, comme l'évolution des prix relatifs (Roson & Sartori, 2016). Enfin, avec les nouvelles contraintes pesant sur les acteurs économiques et financiers, certaines institutions financières ont poursuivi ces travaux pour anticiper les risques pesant sur leur activité. L'agence de notation Moody's a par exemple intégré le coût des dommages dans son propre modèle macroéconomique, mais elle sous-estime également les coûts du changement climatique dans les pays du Nord,

qui bénéficieraient de baisses de productivité plus limitées que dans le reste du monde, d'une hausse des flux touristiques et d'une baisse des prix du pétrole (Lafakis *et al.*, 2019).

Après avoir pris en compte les contraintes d'offre dans le modèle « Three-Me » (section 1), des fonctions de dommages « *bottom-up* » sont estimées à partir des données recensées dans la littérature (section 2). Une fois ces fonctions associées au modèle (section 3) et le coût agrégé des dommages estimé (section 4), les conséquences macroéconomiques d'un scénario d'inaction sont évaluées au regard de celles d'une transition ordonnée (section 5).

1. Modification du modèle macroéconomique « Three-Me »

Le modèle « Three-ME » (Modèle Macroéconomique Multisectoriel pour l'Évaluation des politiques Énergétiques et Environnementales²) est l'outil mobilisé par l'ADEME pour évaluer le coût des dommages. Il s'agit d'un modèle d'équilibre général calculable d'inspiration keynésienne (Reynès *et al.*, 2021). Contrairement aux modèles dits « walrassiens », ses prix ne s'y ajustent pas instantanément pour équilibrer l'offre et la demande sur les marchés, ce qui rend compte de l'existence de déséquilibres macroéconomiques et la possibilité d'effets multiplicateurs keynésiens. L'offre de monnaie y dépend de la politique monétaire qui fixe le taux d'intérêt, à la différence du cadre walrassien où celui-ci est déterminé par la confrontation offre-demande de capital. Ainsi, les investissements y sont financés par création monétaire, sans nécessairement entraîner une hausse du taux d'intérêt qui conduirait à évincer totalement la demande en investissements des autres secteurs de l'économie.

Il compte 33 secteurs productifs (produisant 28 commodités). Le modèle s'appuie notamment sur les données de la comptabilité nationale française et agrège les secteurs en fonction des nomenclatures existantes, en distinguant spécifiquement 13 secteurs énergétiques et quatre facteurs de production : du travail, du capital, des biens intermédiaires et de l'énergie. La fonction de production « CES généralisée » permet aux entreprises de minimiser leurs coûts en arbitrant entre ces facteurs, mais aussi entre les différentes énergies utilisées et entre les produits domestiques et importés. Enfin, le modèle calcule les besoins en énergie à travers une représentation fine du stock de capital des ménages, qui évoluent en fonction des besoins de transport et de chauffage et des performances énergétiques du parc immobilier et automobile.

Le modèle a été mobilisé pour de nombreux exercices prospectifs. Le Ministère de la transition écologique s'en est servi pour réaliser les scénarios macroéconomiques de la Stratégie nationale bas-carbone (Callonnet & Cancé, 2022). Comme le modèle Mésange (Bardaji *et al.*, 2017), il permet également de mesurer l'impact macroéconomique des politiques fiscales et budgétaires (Callonnet *et al.*, 2016) ou d'évaluer l'impact de mesures climatiques spécifiques, comme des hypothèses d'évolution du mix électrique français (ADEME, 2016). Plus récemment, le modèle a contribué à estimer les effets macroéconomiques d'un scénario de transition retardée (Boitier *et al.*, 2023).

Les nouvelles réglementations financières et économiques (taxonomie, reporting extrafinancier, nouvelles exigences des superviseurs) et les nouveaux besoins institutionnels en scénarios climatiques, en particulier dans le secteur financier (TCFD, 2017 ; NGFS, 2021 ; ECB, 2022) encouragent les développements de la modélisation macroéconomique pour étendre les applications des scénarios climatiques et mesurer au mieux l'ensemble des « risques climatiques » pouvant se matérialiser pendant la période de transition (Carney, 2015). Ces scénarios incluent les risques de transition, définis comme les conséquences potentiellement adverses de la décarbonation de l'économie (Boitier *et al.*, 2023), mais n'incluent en général pas les risques physiques, dont l'évaluation reste soumise à trop d'incertitudes et reste encore marquée par l'application des fonctions de dommages agrégées au niveau mondial (NGFS, 2021). L'article propose une application de fonctions « *bottom-up* », selon la littérature mentionnée en introduction, associée à une modification en amont de la structure théorique du modèle pour évaluer le coût des dommages en France.

Plusieurs modifications significatives ont été apportées au modèle. À l'origine, celui-ci s'appuie sur un cadre « néokeynésien » où l'activité découle des comportements de demande des agents économiques : consommation, investissement, exportation notamment. Pour que le cadre comptable reste cohérent, le modèle assure à chaque période un ajustement de l'offre (productions et importations) à la demande agrégée : c'est l'équilibre « ressources-emplois », qui permet alors de reconstituer les principaux agrégats de la comptabilité nationale. Ce cadre théorique est similaire à celui du modèle Mésange, codéveloppé par l'Insee et le Trésor (Bardaji *et al.*, 2017), mais n'est pas adapté à l'évaluation

2. La présentation du modèle est disponible à l'adresse <https://www.threeme.org>.

des dommages du changement climatique car il présente les faiblesses théoriques suivantes :

- les contraintes physiques sur la production : dans la version originale de Three-ME, la variation de la production résulte uniquement de l'évolution de la demande intérieure ou extérieure et d'éventuels chocs exogènes affectant les coûts de production (prix des consommations intermédiaires, hausse de la fiscalité, etc.). Contrairement aux modèles d'équilibre général néoclassiques, où les quantités produites dépendent de la disponibilité des facteurs de production, les modèles néokeynésiens prennent mal en compte les effets récessifs qui pourraient résulter d'une contraction de la quantité de facteurs de production disponibles. D'autre part, l'ensemble des facteurs de production « réels » n'est pas intégré ; par exemple, dans le cas de l'agriculture, le facteur « utilisation des sols » n'est pas pris en compte, alors qu'il est un facteur limitant de la production ;
- les déterminants de l'inflation : dans Three-ME, l'inflation est principalement influencée par le prix des facteurs (« inflation par les coûts »), alors que sur certains marchés, notamment les marchés des matières premières ou de l'énergie, elle réagit et s'ajuste rapidement aux déséquilibres directs entre l'offre et la demande (« inflation par la demande »).

L'hypothèse selon laquelle l'offre s'ajuste à la demande dans un cadre de prix relativement rigides ne permet pas de simuler la totalité des impacts du changement climatique. En effet, les risques physiques transiteraient essentiellement par deux canaux : des dommages directs aux actifs physiques (à travers, par exemple, une hausse de la dépréciation du capital) et une perturbation des facteurs de production (via une baisse de la productivité des facteurs travail et capital). Lorsque l'un ou l'autre se produit, les modèles keynésiens représentent deux phénomènes :

- d'une part, les coûts unitaires de production augmentent, l'utilisation du facteur étant elle-même devenue plus onéreuse et les entreprises reportant progressivement cette hausse à leurs prix de vente (sous l'hypothèse d'une absence de comportement de marge à long terme) ;
- d'autre part, la demande en facteur « efficient » augmente afin de compenser la moindre productivité des facteurs déjà employés et satisfaire la demande. L'augmentation de l'investissement et de l'emploi peuvent avoir des effets d'entraînement positifs sur l'activité, susceptibles de contrebalancer au moins en partie les effets récessifs directs du choc d'offre.

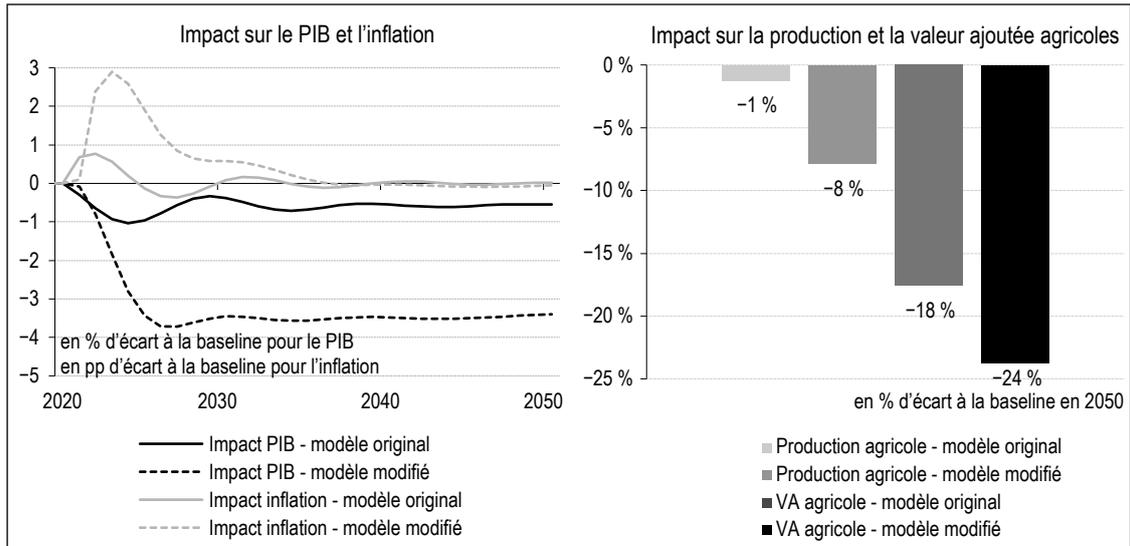
Ce dernier effet est peu pertinent dans le secteur agricole (espaces cultivables limités) et de l'électricité (durée d'installation de nouvelles capacités et dépendance à certains facteurs climatiques). Il serait illusoire de penser qu'un surcroît d'investissement ou d'embauche puisse permettre de maintenir le niveau de production antérieur.

Comme le montrent les simulations (figure I), le cadre traditionnel d'offre-demande agrégées (« modèle original ») tend à minimiser les coûts des dommages, à la fois parce qu'il permet un ajustement de la production à court terme (via des créations d'emplois et des investissements additionnels), mais aussi parce que les hausses de prix sont lissées du fait des délais d'ajustement et des rigidités nominales (le temps que le secteur agricole intègre la hausse de ses coûts de production à ses prix de vente). C'est pourquoi la modification de la branche sectorielle agricole est justifiée (cf. encadré 1), ce qui permet une modélisation de la production corrélée avec les rendements réels et une inflation plus réaliste avec ce qui se passe dans l'économie réelle (« modèle modifié »), par exemple pendant les épisodes de sécheresse estivale.

Pour remédier à ces limites, le niveau des productions agricole et énergétique a été contraint. Ce n'est plus l'offre qui s'ajuste à la demande dans le cadre de prix relativement rigides à court terme, mais la demande qui s'ajuste à l'offre via une plus grande flexibilité des prix (encadré 2). En cas de réduction de la production domestique, les importations augmentent pour satisfaire au moins en partie la demande de court terme qui ne peut plus être satisfaite par les producteurs nationaux. Cela limite la hausse du prix de marché et la baisse de la consommation. Sachant que ces produits sont considérés comme de première nécessité, la demande est assez peu élastique. Elle diminue cependant sous l'effet de la hausse des prix. En supposant une forte contraction de la production agricole mondiale, on pourrait se retrouver dans le cas de figure où la consommation alimentaire par tête ne serait pas suffisante pour éviter la malnutrition d'une partie de la population. Il faudrait alors prendre en compte l'impact de la pénurie sur la croissance démographique³ et la productivité du travail. Cette ultime boucle de rétroaction n'a pas encore été introduite dans le modèle.

3. Dans *Three-Me*, la croissance démographique est exogène, définie en prenant celle qu'estime l'Insee. Elle est de l'ordre de 0,4 % par an. Une pénurie alimentaire pourrait affecter le taux de mortalité à la hausse et le taux de natalité à la baisse.

Figure I – Impact macroéconomique d'une baisse instantanée des rendements agricoles de 10 %



Lecture : dans le modèle Three-ME « original » (resp. modifié), une baisse des rendements agricoles de 10 % conduit à une baisse de la production agricole de 1 % (resp. 8 %) à long terme (en 2050).

Source : modèle Three-ME, selon le modèle standard (branche agricole d'équilibre offre-demande par les volumes) ou la version modifiée (équilibre par les prix).

Une baisse instantanée et pérenne des rendements agricoles de 10 % (soit une baisse de la productivité de chaque facteur de production du secteur) est simulée et ses effets sont comparés avec le modèle original afin de valider la nouvelle méthodologie (figures I et II). La production agricole chute instantanément de 10 % et la hausse des prix des produits agricoles est soudaine et brutale. L'effet inflationniste global est bien supérieur dans la nouvelle version du modèle, l'ajustement étant plus rapide, passant totalement par les prix (et non plus par les volumes). À long terme, la baisse d'activité et les destructions d'emplois limitent les progressions salariales et finissent par diminuer l'inflation. La hausse des prix pèse sur la consommation totale des agents, qui sont contraints de consacrer une part plus importante de leur revenu pour l'alimentation au détriment des autres biens et services. Au final, la baisse d'activité est beaucoup plus importante dans la version modifiée. Comme le notent aussi Reilly *et al.* (2012), les effets macroéconomiques sont plus larges que les seuls effets sur la production agricole, car la consommation est très inélastique et nécessite que les facteurs de production soient en partie réaffectés au secteur agricole pour assurer en priorité la demande alimentaire au détriment de la production des autres secteurs.

2. Estimation d'une fonction de dommages en France

En reprenant une approche « *bottom-up* », les économistes de l'ADEME ont recensé

géographiquement et sectoriellement les coûts des dommages marchands en France à travers une revue de littérature approfondie, en excluant à ce stade les dommages non marchands (impact sur la biodiversité), les effets indirects du changement climatique (comme les déplacements de population) et les coûts d'adaptation et de reconstruction. Les impacts monétaires sous-jacents à différents scénarios de réchauffement sont extrapolés et les fonctions de dommages sectorielles sont calibrées selon des régressions traditionnelles. Quant à l'évaluation des risques aigus, malgré leur imprédictibilité, ceux-ci sont extrapolés à partir des recensements historiques des catastrophes naturelles issus de la base EM-DAT (voir infra). Nous retenons ici une approche par risque et non par conséquence : il ressort néanmoins que les bâtiments et leurs occupants sont exposés à une multiplicité de risques, comme l'indiquent les études prospectives de l'ADEME (ADEME, 2022).

Les principales fonctions contribuant aux impacts sont précisées dans le tableau 1. À notre connaissance, ce recensement prend en compte la plupart des risques recensés dans les classifications internationales (comme celle de la taxonomie européenne) et distingue les risques chroniques des risques aigus. Seule l'évaluation des risques aigus reste parcellaire. Par exemple, les feux de forêt, en théorie inclus dans l'historique des catastrophes naturelles, sont partiellement répertoriés et leur coût moyen (quelques millions d'euros) est

ENCADRÉ 2 – La nouvelle dynamique de production et d'inflation dans la branche agricole

Dans les modèles néokeynésiens usuels, la production du bien Y_i s'ajuste à la demande D_i et aux imports M_i , et le prix de vente est égal à une marge μ appliquée au coût unitaire de production CU_i . On parle de modèle « offre agrégée – demande agrégée » et d'« inflation par les coûts » :

$$Y_i + M_i = D_i$$

$$P_{Y_i} = \mu CU_i = \mu (\alpha_{L_i} c_{L_i} + \alpha_{K_i} c_{K_i} + \alpha_{E_i} c_{E_i} + \alpha_{mat_i} c_{mat_i}),$$

avec α_{f_j} : rémunération nominale du facteur f dans le secteur i et c_{f_j} : coût unitaire du facteur f dans le secteur i .

Cette dynamique est modifiée pour le secteur agricole. On introduit une production potentielle Y_{pot} et des importations potentielles M_{pot} de produits agricoles qui sont contraintes et dépendent de l'évolution de la productivité des facteurs, supposée exogène :

$$\dot{Y}_{pot_i} = d \log(\text{prog}_i) + d \log(\text{pop}) \text{ et } \dot{M}_{pot_i} = d \log(\text{prog}_i) + d \log(\text{pop}).$$

L'équilibre entre offre et demande ne s'opère plus par les quantités mais par les prix. Le prix d'équilibre PY_{eq_i} des biens produits domestiquement est égal à :

$$PY_{eq_i} Y_{pot_i} + Tax_i + Marg_i = PD_i \cdot QD_i.$$

Le prix d'équilibre PM_{eq_i} des biens importés est égal à :

$$PM_{eq_i} M_{pot_i} + Tax_i + Marg_i = PM_i \cdot QM_i,$$

avec QD la demande de produits domestiques i (c'est la somme des consommations intermédiaires et finales adressées aux producteurs domestiques), QM la demande en produits i adressée au reste du monde, Tax les taxes à la consommation et $Marg$ les marges de transport et de commerce.

Le prix de production ne dépend plus des coûts de production mais du nouveau prix d'équilibre :

$$P_{Y_i} = \mu CU_i \text{ devient : } \dot{P}_{Y_i} = P \dot{Y}_{eq_i}.$$

PM_i autrefois supposé exogène devient $PM_i = PM_{eq_i}$.

La consommation finale CF est fonction de la population pop , des revenus R et des prix de consommation P :

$$\dot{CF}_i = \rho \dot{p} + \alpha \dot{R} - \beta \dot{P}_i \quad (\alpha, \beta \text{ des paramètres}).$$

Les consommations intermédiaires Cl de produits agricoles i par les secteurs j évoluent comme la production des secteurs, mais diminuent relativement lorsque leurs prix réels $(\dot{P}_{ij} - \dot{P}_j)$ augmentent :

$$\dot{Cl}_{ij} = \dot{Y}_j - \gamma (\dot{P}_{ij} - \dot{P}_j).$$

Les imports M augmentent comme la demande D et décroissent lorsque leurs prix P_m augmentent plus vite que les prix domestiques \dot{P}_i :

$$\dot{M}_i = \dot{D}_i + \gamma' (\dot{P}_i - \dot{P}_m).$$

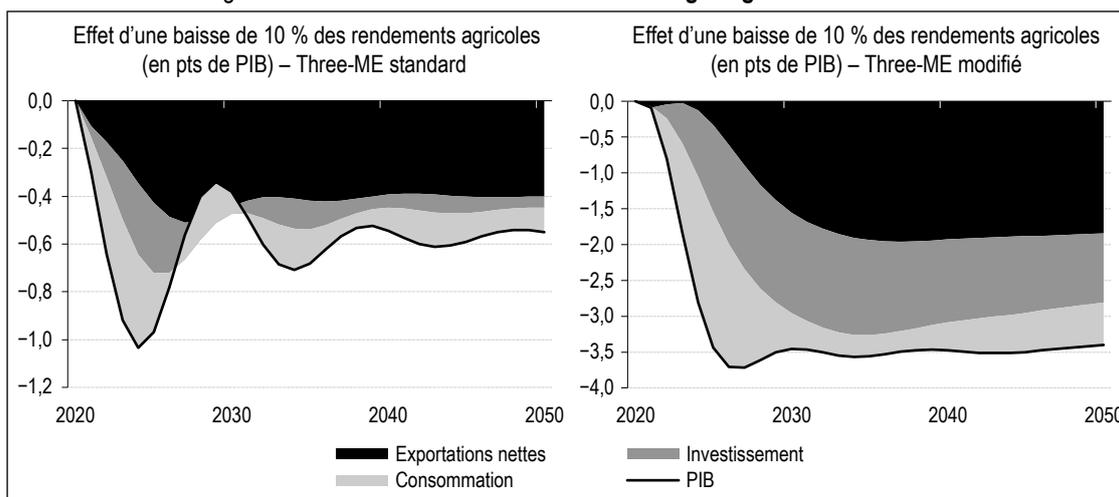
Ainsi, la demande s'ajuste au niveau de l'offre potentielle via l'augmentation des prix de marché. Cette spécification permet de simuler une baisse effective des rendements et de la production domestique agricole, sans hausse de l'investissement et de l'emploi sectoriels, et une hausse des prix de marché agricoles, potentiellement supérieure à la hausse des coûts unitaires de production, qui aura un effet d'éviction sur la consommation des autres produits et un effet plus négatif sur la balance commerciale.

vraisemblablement sous-estimé⁴, d'autant plus que les dégâts non-marchands ne sont pas inclus dans l'évaluation (l'adaptation aux feux de forêt reviendrait en France à plusieurs milliards d'euros par an). D'autres impacts liés aux catastrophes naturelles ont également été investigués, sans pouvoir retenir des estimations suffisamment poussées pour les intégrer aux dommages, comme les risques montagnaux et glissements de terrain ; en théorie, si l'ensemble des risques aigus est pris en compte dans les recensements

des catastrophes naturelles, la base historique traduit essentiellement les impacts monétaires de certaines catégories (inondations, ouragans, sécheresse, épisode de température extrême). Elle ne permet d'ailleurs pas de modéliser la hausse future de la gravité de ces événements.

4. L'ONERC (2009) estime que l'impact du changement climatique serait légèrement positif sur la production de bois jusqu'en 2050, mais s'inverserait à horizon 2100 du fait des événements extrêmes et de l'extension de la forêt méditerranéenne.

Figure II – Effet de la modélisation des dommages agricoles sur le PIB



Lecture : dans la version modifiée de « Three-ME », une baisse instantanée de 10 % des rendements agricoles diminue le PIB de 3,5 points à long terme (dont 2 points liés aux exports), contre 0,6 point (dont 0,4 point lié aux exports) dans la version standard, dans laquelle les prix sont relativement rigides à court terme et évoluent comme les coûts de production.
Source : modèle Three-ME, selon le modèle standard (branche agricole d'équilibre offre-demande par les volumes) ou la version modifiée (équilibre par les prix).

Enfin, les effets de l'augmentation des flux migratoires ne sont pas modélisés⁵.

2.1. Risques chroniques

2.1.1. Productivité du travail en extérieur et en intérieur

Il est estimé que la productivité du travail de certains secteurs sera significativement impactée, notamment dans les conditions de travail extérieur

(agriculture, construction) et en particulier dans les pays du sud de l'Europe (Gosling *et al.*, 2018). En l'absence d'adaptation et selon les modélisations d'impact les plus défavorables, la productivité du travail en extérieur pourrait diminuer de 4 points d'ici la fin du siècle en cas

5. Selon Missirian & Schlenker (2017), d'ici la fin du siècle, le nombre de demande d'asiles augmenterait de 188 % (66 000 demandes additionnelles par an) dans le scénario RCP 8.5.

Tableau 1 – Sélection des dommages sectoriels ayant un impact macroéconomique significatif

| Fonctions de dommages sectorielles | Choc macroéconomique | Secteurs concernés |
|---|---|---------------------------------------|
| Capacités de production hydroélectrique | Productivité des facteurs de production | Électricité - hydraulique |
| Capacités de production thermique | Productivité des facteurs de production | Électricité - thermique |
| Catastrophes naturelles | Taux de dépréciation | Immobilier résidentiel et tertiaire |
| Chaînes logistiques | Demande mondiale | Toute l'économie |
| Demande énergétique des ménages | Consommation énergétique par m ² | Logement des ménages |
| Demande énergétique des services | Demande énergétique des entreprises | Toute l'économie |
| Élévation du niveau de la mer | Taux de dépréciation | Immobilier résidentiel et tertiaire |
| Inondations fluviales | Taux de dépréciation | Immobilier résidentiel et tertiaire |
| Productivité du travail - maladies | Productivité du travail | Toute l'économie |
| Productivité du travail en extérieur | Productivité du travail | Agriculture, Foresterie, Construction |
| Productivité du travail en intérieur | Productivité du travail | Toute économie (hors extérieur) |
| Rendements agricoles et sylvicoles | Productivité des facteurs de production | Agriculture, Foresterie |
| Rendements éoliens | Productivité des facteurs de production | Électricité - éolien |
| Rendements photovoltaïques | Productivité des facteurs de production | Électricité - solaire |
| Retrait-gonflement des argiles | Taux de dépréciation | Immobilier résidentiel et tertiaire |
| Revenus du tourisme | Demande mondiale | Services privés |

Lecture : parmi les risques physiques recensés, l'élévation du niveau de la mer est supposée influencer, au niveau macroéconomique, les taux de dépréciation du capital dans le secteur de l'immobilier résidentiel et tertiaire.
Source : Jacquetin (2021).

de réchauffement élevé (2 points pour le travail en intérieur) (figure III).

2.1.2. Rendements agricoles

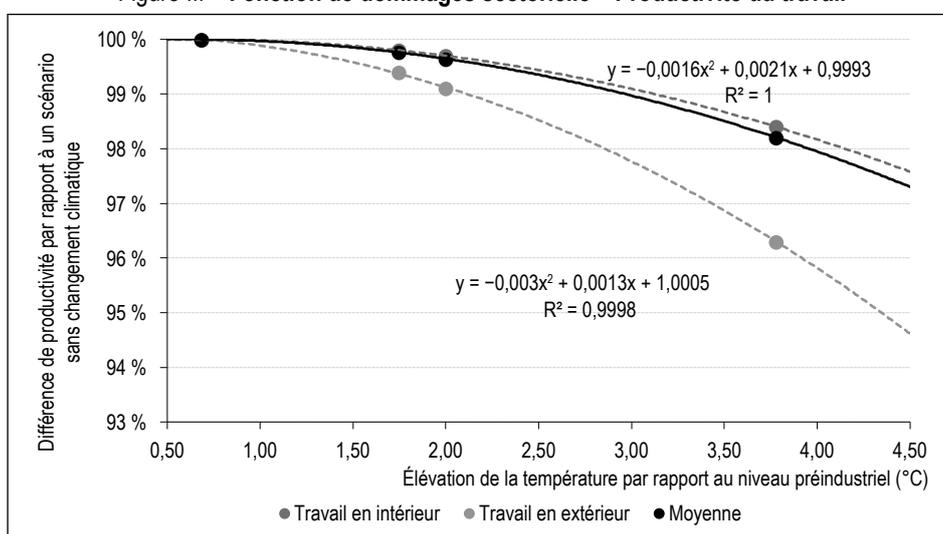
À partir de plusieurs approches de simulation et de projection, il est retenu que les rendements des cultures de blé et de maïs sont supposés diminuer significativement face à l'élévation de la température, hors prise en compte des effets des précipitations (Zhao *et al.*, 2017). Seuls les effets sur les coûts de production et les prix sont ici retenus. Si les producteurs sont encouragés à accroître leurs capacités pour satisfaire la demande, ils pourront à terme faire face à une contrainte de surfaces disponibles. Si les possibilités d'investissements additionnels sont limitées, cela pourrait contribuer à

renforcer le coût économique du réchauffement. Faute d'expertise sur le sujet, les possibilités de substituer les cultures actuelles par des espèces plus résistantes à la chaleur et au stress hydrique n'ont pas été prises en compte (figure IV).

2.1.3. Niveau de la mer

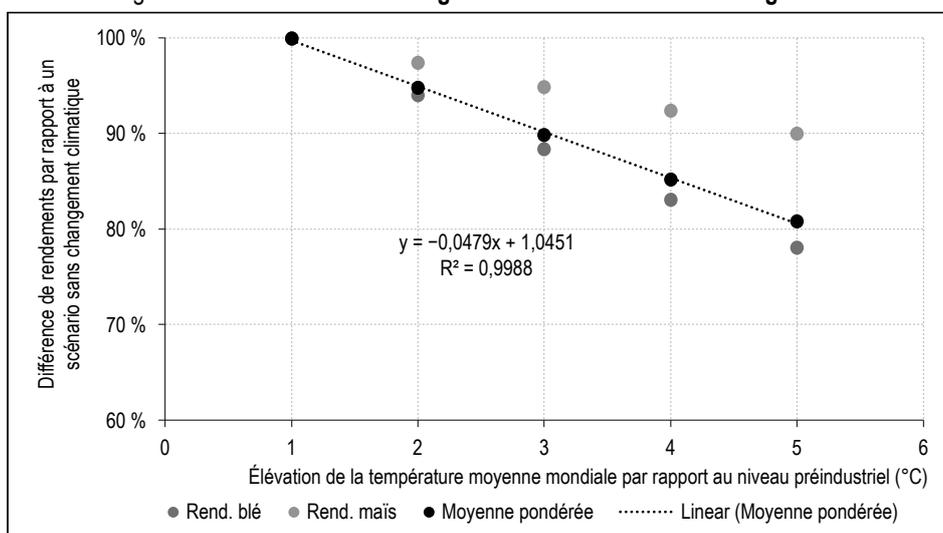
Les projections de la Commission européenne sur l'impact du niveau de la mer et de ses dégâts le long des côtes (effets des marées, vagues et ondes de tempête, inondations par submersion marine) indiquent que la France serait un des pays européens les plus touchés économiquement par la montée des eaux (Vousdoukas *et al.*, 2019). Les dégâts annuels occasionnés s'élèveraient d'ici la fin siècle de 5 à 10 Md€ selon les scénarios RCP 4.5 et scénarios 8.5 (figure V).

Figure III – Fonction de dommages sectorielle – Productivité du travail



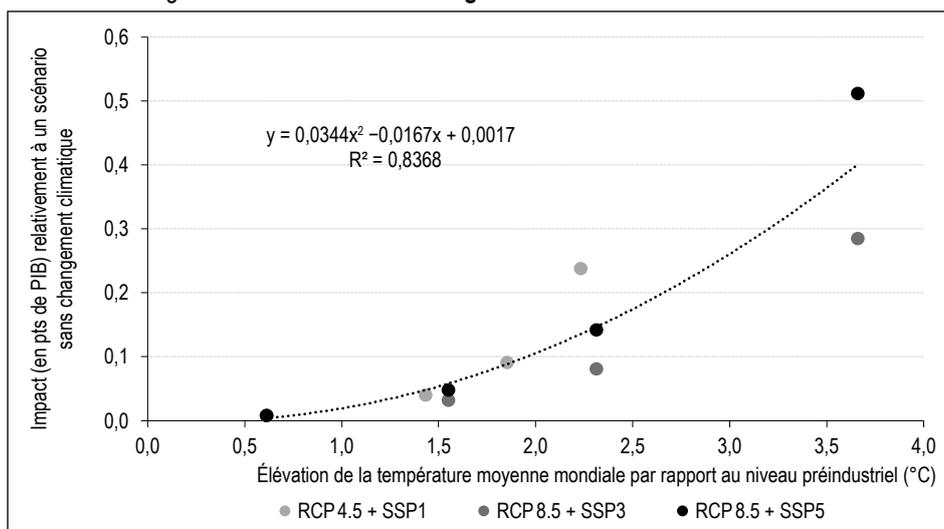
Source : ADEME à partir de Gosling *et al.* (2018).

Figure IV – Fonction de dommages sectorielle – Rendements agricoles



Source : ADEME à partir de Zhao *et al.* (2017).

Figure V – Fonction de dommages sectorielle – Niveau de la mer



Source : ADEME à partir de Vousdoukas *et al.* (2019).

2.1.4. Évolution des besoins de chauffage et de climatisation

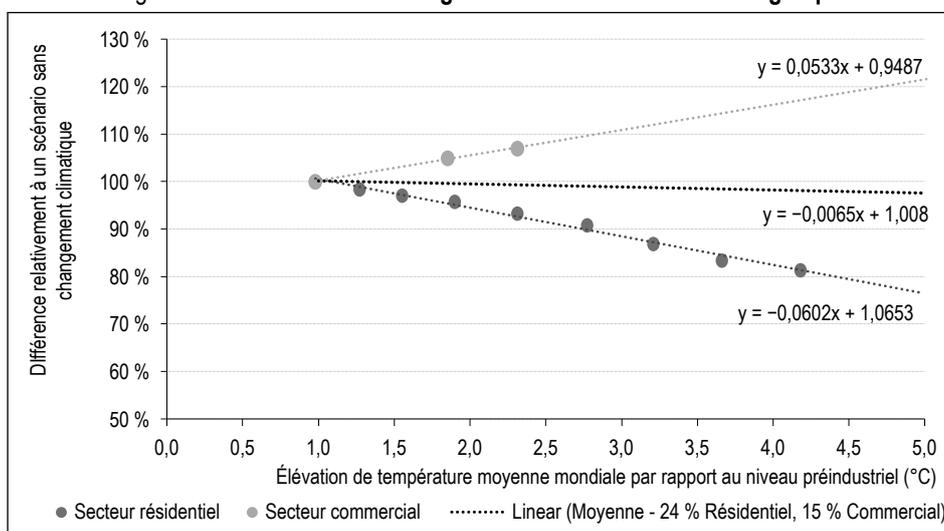
L'évolution de la température aura une incidence majeure sur les besoins de climatisation et de chauffage du secteur résidentiel et du secteur tertiaire. Kitous & Després (2018) estiment l'impact de l'évolution de la température sur la demande résidentielle en climatisation et en chauffage par rapport à un scénario où la température n'augmente pas après 2010. De Ciang & Sue Wing (2019) estiment les impacts de l'évolution de la température sur les autres secteurs. Ces impacts apparaissent négligeables en France, sauf celui du secteur commercial, estimé par une fonction linéaire. À partir des poids relatifs de la climatisation et du chauffage

dans la demande énergétique résidentielle, et de la part de la consommation énergétique résidentielle et tertiaire, le coût moyen sur la demande énergétique totale est estimé (figure VI).

2.1.5. Production électrique

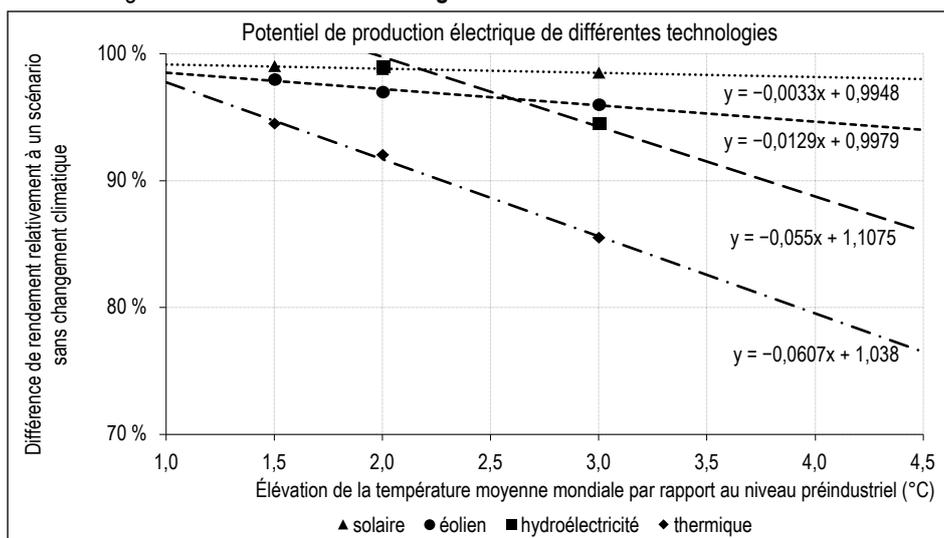
Pour quatre technologies de production d'électricité (solaire, éolien, hydroélectrique, thermique), une fonction traduisant l'évolution des rendements par rapport à la période 1971-2000 est estimée à l'aide de Tobin *et al.* (2018). Les impacts sont plus limités pour la production solaire et éolienne, qui seraient de moins de 10 % dans un scénario d'inaction, tandis que les productions hydroélectrique et thermique pourraient diminuer de 20 % (figure VII).

Figure VI – Fonction de dommages sectorielle – Demande énergétique



Source : ADEME à partir de Kitous & Després (2018) et de Ciang & Sue Wing (2017).

Figure VII – Fonction de dommages sectorielle – Production d'électricité



Source : ADEME à partir de Tobin *et al.* (2018).

2.1.6. Revenus du tourisme

Les effets du changement climatique sont estimés sur le tourisme d'hiver (stations de ski) puis sur le tourisme estival pour obtenir l'impact global sur les revenus du tourisme. On fait l'approximation que la baisse de la demande du tourisme d'hiver est liée à la baisse du nombre de nuitées (Jacob *et al.*, 2018) et au nombre de remontées de pente (Spandre *et al.*, 2019). La hausse du tourisme d'été est issue de Jacob *et al.* (2018) (figure VIII).

2.1.7. Retrait-gonflement des argiles

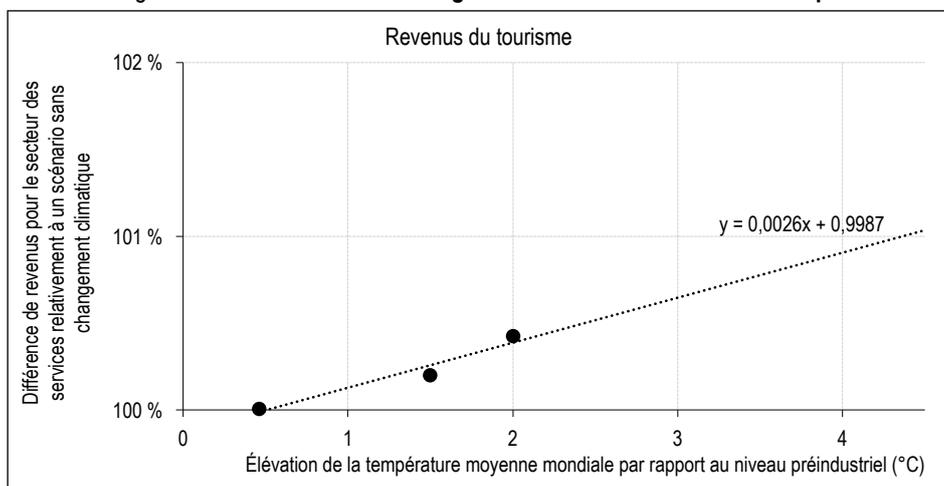
Les estimations sur les dommages liés au retrait et gonflement des argiles sont extraites de Gourdiér & Plat (2018). La hausse du coût des dommages dépend d'abord de l'augmentation

du nombre de maisons individuelles en zone à risque, puis de l'augmentation de l'ampleur et de la fréquence des sécheresses (figure IX).

2.1.8. Productivité du travail et hausse des maladies

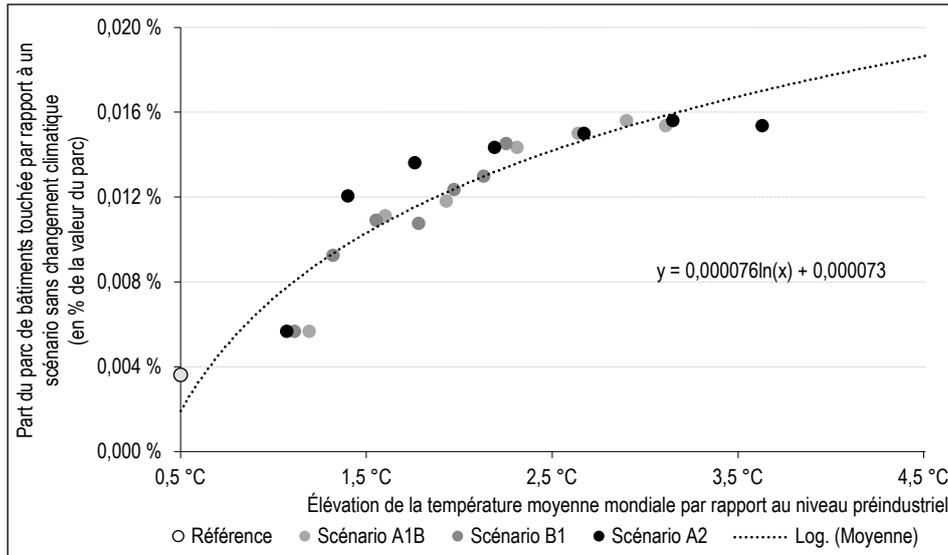
Paci (2014) évalue l'impact de l'élévation de la température sur la productivité au travail en Europe (en nombre de jours de travail perdus par habitant) en évaluant la relation entre hausse de température et nombre de jours de travail perdus via plusieurs phénomènes : l'augmentation de la morbidité et mortalité liée à la température (recrudescence de maladies cardio-vasculaires et respiratoires), le stress thermique additionnel lié aux vagues de chaleur (mortalité et morbidité) ainsi que le regain d'infections alimentaires et hydriques (salmonellose et campylobactériose).

Figure VIII – Fonction de dommages sectorielle – Demande touristique



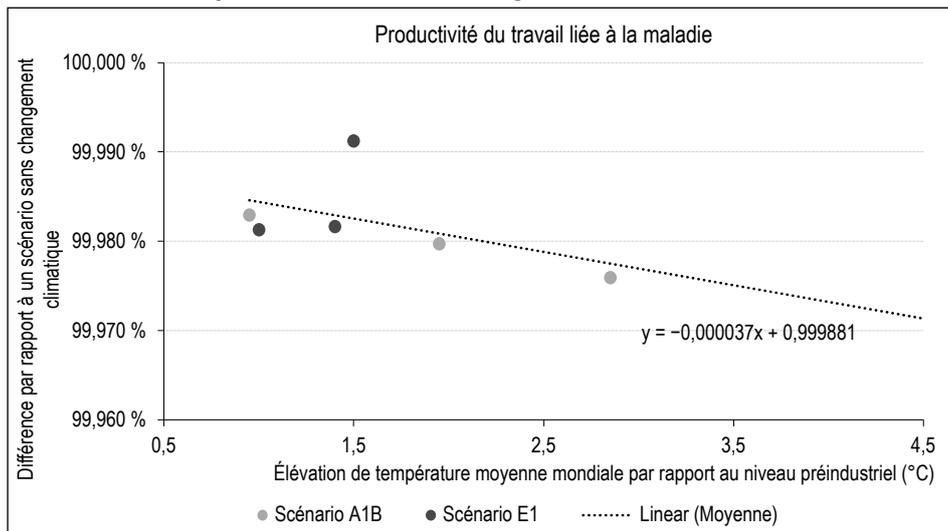
Source : ADEME à partir de Jacob *et al.* (2018) et Spandre *et al.* (2019).

Figure IX – Fonction de dommages sectorielle – Retrait-gonflement des argiles



Source : ADEME à partir de Gourdiér & Plat (2018).

Figure X – Fonction de dommages sectorielle – Maladie



Source : ADEME à partir de Paci (2014).

On fait l'hypothèse que la valeur estimée par habitant pour l'Europe est applicable à la France (figure X).

2.2. Risques aigus

2.2.1. Coûts directs en France

La base de données internationales sur les situations d'urgence (EM-DAT pour *Emergency Events Database*) recense des informations sur les catastrophes naturelles et leurs coûts économiques (coûts des dommages, coûts assuranciers, coûts de reconstruction). Gérée par le Centre de recherche sur l'épidémiologie des catastrophes (CRED, 2021) en Belgique, elle est ouverte pour la recherche académique

et fait partie des plus grosses bases de données sur les risques extrêmes au monde. Néanmoins, elle affiche les informations de manière hétérogène et reste soumise à des lacunes importantes (couverture temporelle et spatiale, indicateurs et estimations manquantes pour certaines catégories d'événements, etc.).

Les inondations et les ouragans pèsent le plus sur le coût global des événements extrêmes en France (en moyenne, 1 Md\$ par ouragan et 0,8 Md\$ par inondation). Malgré l'augmentation de leur intensité depuis 1990, le coût des épisodes de températures extrêmes reste encore peu détaillé (seuls trois événements sont recensés, dont la canicule de 2003 pour

6,5 Md\$ et la période de gel de 2021 dans la région du Rhône). Toutes catégories confondues, l'événement recensé le plus coûteux est l'épisode des cyclones extratropicaux Lothar et Martin de 1999, pour près de 20 Md\$.

Les données à disposition permettent d'évaluer une tendance à la hausse du nombre de catastrophes naturelles enregistrées et recensées dans la base en fonction de l'évolution de la température (figure XI). En imputant le coût moyen observé pour ces événements (près de 1 Md€, figure XII), il est possible de partiellement relier la hausse des températures depuis l'ère préindustrielle à la hausse de la fréquence des risques physiques extrêmes.

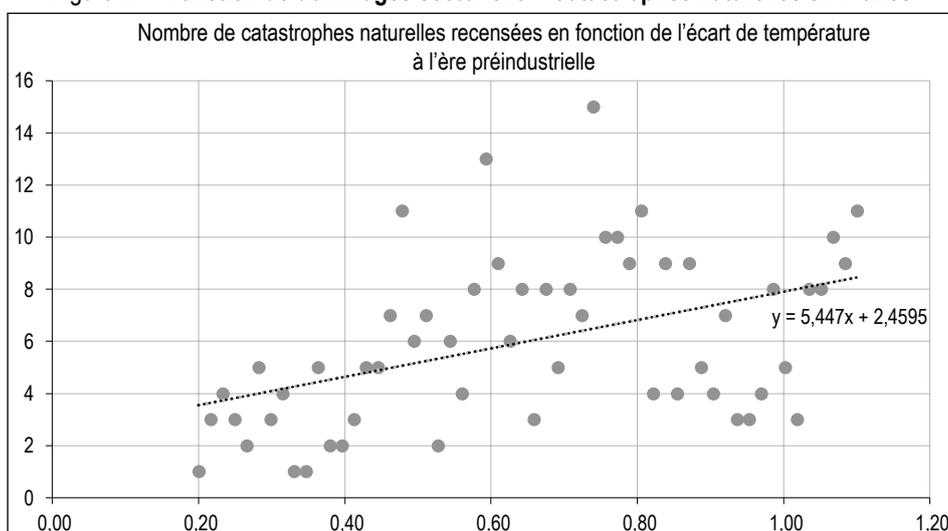
Ce modèle reste très parcellaire, car il ne tient pas compte de la hausse potentielle de la sévérité

des événements dans le futur, et n'étudie pas la prédominance de nouvelles catégories d'événements à venir ainsi que des boucles de rétroaction et points de basculement. C'est pourquoi les effets à long terme des catastrophes naturelles dans un scénario d'inaction resteraient limités (autour de 1 point de PIB par an dans un scénario d'inaction) et ne représentent que la moyenne du coût observé sur longue période.

2.2.2. Risques aigus dans le reste du monde

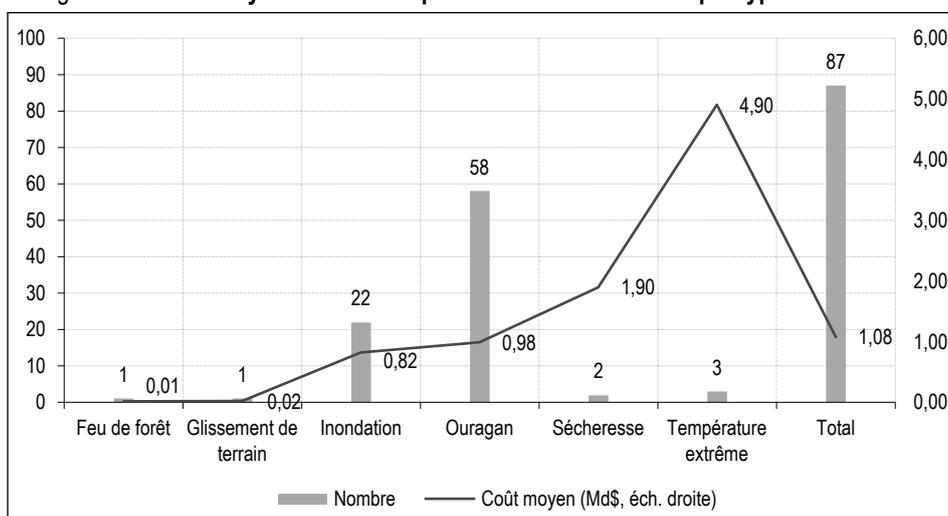
Les risques climatiques altéreront les économies étrangères et pèseront sur leur demande interne (donc sur la demande adressée à la France) et leurs prix (donc sur l'inflation importée en France et la compétitivité-prix relative). Enfin, les dommages pourront aussi influencer l'environnement financier (prix des matières

Figure XI – Fonction de dommages sectorielle – Catastrophes naturelles en France



Source : EM-DAT (calculs des auteurs).

Figure XII – Coût moyen des catastrophes naturelles en France par type d'événement



Source : EM-DAT (calculs des auteurs).

premières, taux de change, taux d'intérêt). La non-prise en compte de ces effets a eu tendance à minimiser les coûts du changement climatique, par exemple lorsque le modèle est centré sur l'Europe (Ciscar Martinez *et al.*, 2014). Certaines études en économie ouverte ont toutefois pu spécifiquement évaluer l'évolution future des flux commerciaux régionaux liés au changement climatique. L'OCDE estime par exemple que le changement climatique associé à un scénario d'inaction aurait peu d'impact sur les exportations de l'Union européenne et des États-Unis à horizon 2060, mais pénaliserait davantage les exportations des pays asiatiques et africains (Dellink *et al.*, 2017). Au contraire, d'autres études évaluent des effets potentiellement massifs sur le commerce des pays de l'Union. C'est cette hypothèse qui est privilégiée dans cette étude.

Les effets commerciaux sont ici estimés à partir d'une étude économétrique reliant le niveau des exportations françaises à des indicateurs de catastrophes naturelles (Schleypen *et al.*, 2019). Selon cette modélisation, l'impact des événements extrêmes sur la chaîne logistique représenterait une contribution majeure au coût des dommages climatiques en France. Ils correspondraient aux conséquences économiques estimées des ruptures des chaînes logistiques françaises provoquées par des catastrophes naturelles à l'étranger et à la baisse de la demande externe par suite des dommages climatiques (figure XIII). Il y est souligné que la baisse des exportations observées serait due à deux mécanismes : la hausse des prix des intrants des entreprises françaises – ou la rupture de leur approvisionnement – et la diminution de

la demande adressée aux entreprises françaises lorsque leurs clients sont touchés par des catastrophes naturelles.

Outre du fait de la clarté et la rigueur de leurs méthodologies, les études mobilisées ont également été sélectionnées du fait qu'elles évaluent l'impact du risque à travers un indicateur économique mobilisable dans un modèle macroéconomique et projettent l'évolution de cet indicateur dans différents scénarios d'élévation de température. Il convient toutefois de rappeler que les études d'impacts du changement climatique peuvent aboutir à des résultats très hétérogènes. Bien qu'il soit difficile de réconcilier des résultats sur des champs très variés, le tableau 2 propose une comparaison de nos résultats (couvrant dix fonctions de dommages) avec d'autres estimations récentes de la littérature, dont la plupart sont recensées par Delahais & Robinet (2023). France Assureurs (2021) chiffrait notamment le coût en 2050 des risques liés à la sécheresse, aux inondations, aux submersions marines et aux tempêtes, et l'ONERC⁶ (2009) projetait les coûts associés au tourisme, au RGA, aux submersions marines et à la production électrique.

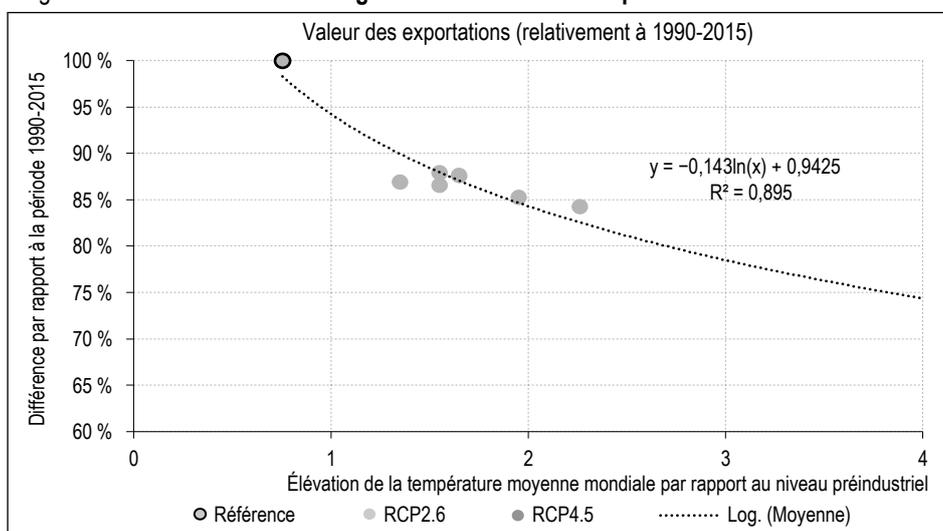
3. Modélisation macroéconomique

3.1. Les rendements agricoles et électriques / la productivité du travail

La diminution des rendements agricoles et sylvicoles (cf. figure IV) et des productions électriques (cf. figure VII) est modélisée comme

6. Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique.

Figure XIII – Fonction de dommages sectorielle – Catastrophes naturelles dans le monde



Source : ADEME à partir de Schleypen *et al.* (2019).

Tableau 2 – Comparaison des dix fonctions de dommages avec d'autres évaluations

| Risques physiques | Hypothèses des auteurs (+3,5 °C) | Impacts comparatifs | Référence |
|--------------------------------|--|---|---|
| Productivité du travail | -2 points de productivité | +0,96 point de PIB annuel perdu en 2045-2055 +1,14 point en 2060-2070 | France Stratégie (2023) RCP 8.5 - 2050 |
| Rendements agricoles | -12 % de rendements globaux | -6,5 points de rendements des prairies -3,2 points de rendements du blé tendre d'hiver -4,2 points de l'orge d'hiver | France Assureurs (2021) RCP 8.5 - 2050 |
| Submersion marine | -0,3 point de PIB (niveau de la mer) | +6,5 Md€ en 2020-2050 soit 200 M€ par an 15 à 35 Md€ en Languedoc-Roussillon soit 200 à 400 M€ par an | France Assureurs (2021) RCP 8.5 - 2050 ONERC (2009) - 4 °C |
| Demande d'énergie | -2 % de demande d'énergie | -8TWh de demande d'énergie de chauffage en 2050 +8TWh de demande d'énergie de climatisation | RTE (2022) RCP 8.5 - 2050 |
| Production d'électricité | <u>En France</u> Hydroélectricité : -5 % Éolien : -5 % Thermique (dont nucléaire) : -20 % Solaire : -2 % | <u>En Europe</u> Hydroélectricité : +3 % Éolien : -0,2 % Nucléaire : -2 % Thermique : +0,2 % Solaire : stable <u>En France</u> : Hydroélectricité : -15 % | Tobin <i>et al.</i> (2018) RCP 8.5 - 2050 ONERC (2009) - 2050 |
| Tourisme (ski) | -11 % de revenus liés au ski (+2 °C) | 20 stations opérables dans les Alpes (sur 143) 55 stations opérables dans les Alpes | WWF France (2021) / +4 °C ONERC (2009) / +4 °C |
| Santé | <u>En Europe</u> 7,6 millions de jours de travail perdus par an (2085) | <u>En Europe</u> +60 000 décès par an +15 000 victimes de maladies respiratoires | IPCC (2023) +3 °C |
| Retrait-gonflement des argiles | 0,016 % du parc | +17,2 Md€ soit 500 M€ par an +1,3 Md€ par an | France Assureurs (2021) RCP 8.5 - 2050 ONERC (2021) / +4 °C |
| Inondations fluviales | -0,15 point de PIB (catastrophes naturelles domestiques) | +3,1 Md€ par an soit 100 M€ par an | France Assureurs (2021) RCP 8.5 - 2050 |
| Demande mondiale | Adressée à la France : -20 % | Adressée à l'UE : stable | Dellink <i>et al.</i> (2017) RCP 8.5 - 2060 |

Note : les estimations sont présentées à des années précises (ex. : 2050) ou pour un niveau de réchauffement donné (ex. : +4 °C). Les effets des inondations (France Assureurs) sont comparés au coût des catastrophes naturelles domestiques, tandis que ceux des submersions marines (France Assureurs) sont comparés au coût de l'élévation du niveau de la mer. Le scénario RCP 8.5 (*Representative Concentration Pathway 8.5*) est un scénario d'évolution de la concentration de GES dans l'atmosphère, conduisant à une augmentation du forçage radiatif jusqu'à 8,5 W/m² en 2100.

une baisse de la productivité de l'ensemble des facteurs de production $PROG_{f,s,t}$ (f étant alternativement le travail, le capital, les biens intermédiaires ou l'énergie) du secteur s considéré, de telle manière à diminuer dans la même proportion la production totale du secteur. Les baisses de productivité du travail, liées d'une

part à la dégradation des conditions de travail en extérieur et en intérieur (cf. figure III), et d'autre part à la hausse de l'absentéisme liée aux conditions de santé (cf. figure X), sont modélisées comme des chocs sur la productivité tendancielle du travail en niveau $PROG_{L,s,t}$ (mais pas sur les autres facteurs de production).

Pour le facteur travail L dans le secteur s et l'année t :

$$PROG_{L,s,t} = PROG_CC_{L,s,t} \times PROG_CC_agri_{L,s,t} \\ \times PROG_CC_elec_{L,s,t} \times PROG_CC_air_{L,s,t} \\ \times PROG_CC_maladie_{L,s,t}$$

avec

$$PROG_CC_agri_{L,s,t} = \begin{cases} \text{fonction estimée} & \text{si } s = \text{agriculture} \\ 1 & \text{si } s \neq \text{agriculture} \end{cases}$$

et

$$PROG_CC_elec_{L,s,t} = \begin{cases} \text{fonction estimée} & \text{si } s = \text{électricité} \\ 1 & \text{si } s \neq \text{électricité} \end{cases}$$

$PROG_CC_air_{L,s,t}$ est la baisse de la productivité du travail liée aux conditions intérieures et extérieures,

$PROG_CC_maladie_{L,s,t}$ est la baisse de la productivité du travail liée à la hausse de l'absentéisme.

Pour les autres facteurs $f, f \neq L$:

$$PROG_{f,s,t} = PROG_CC_{f,s,t} \times PROG_CC_agri_{f,s,t} \\ \times PROG_CC_elec_{f,s,t}$$

Pour l'ensemble des facteurs f :

$$PROG_CC_{f,s,t} = PROG_CC_{f,s,t-1} \times (1 + GR_PROG_{f,s,t})$$

où $GR_PROG_{f,s,t}$ est le gain de productivité du facteur f dans le secteur s en année t .

3.2. Les dommages aux actifs physiques

Les dommages liés à la montée du niveau de la mer (cf. figure V), au retrait-gonflement des argiles (cf. figure IX) et aux catastrophes naturelles (cf. figure XII) sont modélisés comme une hausse additionnelle du taux de dépréciation du capital sectoriel $K_{s,t}$, réparti entre les actifs immobiliers résidentiels $\delta'_{BUIL\ k,t}$ (pour 69 %, soit la part du capital résidentiel français estimé par Eurostat) et tertiaires $\delta'_{s,t}$ (pour 31 %). Enfin, l'effet est déduit du revenu permanent des ménages pour tenir compte des pertes de patrimoine et des effets ricardiens à long terme et va peser sur la consommation courante C_t .

$$K_{s,t} = (1 - \delta'_{s,t}) K_{s,t-1} + I_{s,t} \\ \delta'_{s,t} = \delta_{t,s} + 0,31 \times (\delta_{t,mer} + \delta_{t,RGA} + \delta_{t,extreme}) \\ \delta'_{BUIL\ k,t} = \delta_{BUIL\ k,t} + 0,69 \times (\delta_{t,mer} + \delta_{t,RGA} + \delta_{t,extreme}) \\ C_t = c \times Revenu_t - 0,69 \times (\delta_{t,mer} + \delta_{t,RGA} + \delta_{t,extreme}) \\ \times BUIL_t \times P_{BUIL}$$

3.3. La demande énergétique

L'évolution de la demande énergétique (cf. figure VI) est modélisée comme une variation du besoin d'énergie par m^2 $ENER_{perM}^{2'}$ qui varie selon un coefficient $ENER_{perM}^2_CC$ qui dépend lui-même de la variation des températures.

$$ENER_{perM}^{2'} = ENER_{perM}^2 \times ENER_{perM}^2_CC$$

On introduit un choc dans la fonction de la demande en énergie dans le secteur des services

$$F'_{E,spri} : \\ d(\log(F'_{E,spri})) = d(\log(Y_{spri})) - d(\log(PROG_{E,spri})) \\ + d(SUBST_{E,spri})$$

$$F'_{E,spri} = F_{E,spri} \times ENER_services_CC$$

3.4. Le commerce mondial

L'effet des catastrophes naturelles dans le reste du monde (cf. figure XIII) et les évolutions des flux touristiques (cf. figure VIII) sont modélisés comme des facteurs correctifs de la demande mondiale adressée à la France WD_t .

Pour chaque commodité c exportée :

$$WD'_{c,t} = WD_{c,t} \times WD_supplychain_t \times WD_tourisme_{c,t}$$

Avec :

$$WD_tourisme_{c,t} = \begin{cases} \text{fonction estimée} & \text{si } c = \text{services privés} \\ 1 & \text{si } c \neq \text{services privés} \end{cases}$$

$WD_supplychain_t$ est la baisse de la demande mondiale induite par les chaînes de valeur et s'applique à toutes les commodités exportées.

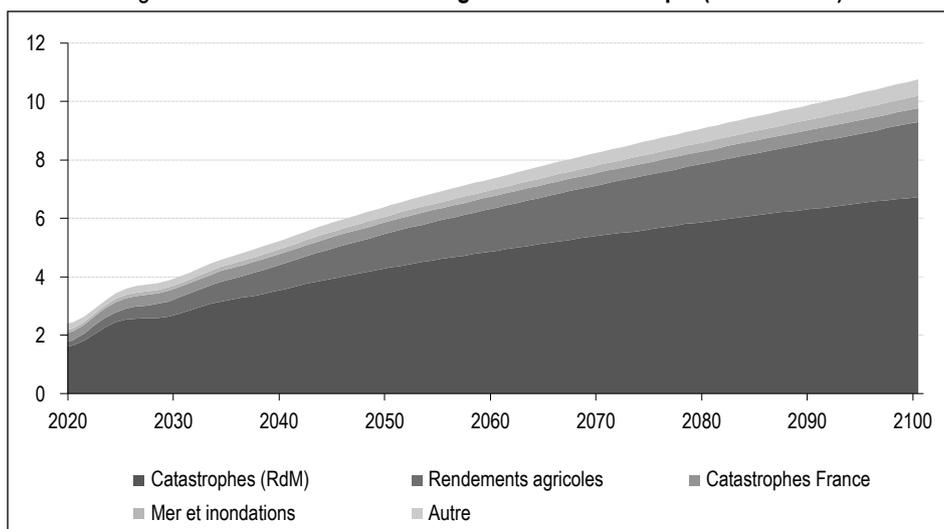
4. Évaluation du coût des dommages macroéconomiques et comparaison avec le NGFS

En introduisant ces fonctions de dommage, calibrées pour un scénario de réchauffement de +3,5 °C d'ici la fin du siècle (soit un scénario compatible avec le RCP 8.5⁷), il est possible d'estimer la fonction de dommages correspondante au niveau agrégé. Si la température devait atteindre ce niveau de réchauffement, les dommages du changement climatique pourraient coûter plus de 10 points d'activité annuelle par rapport à un scénario sans changement climatique (figure XIV). Ce scénario contrefactuel est donc fictif, dans la mesure où il n'inclut ni hypothèses de transition, ni coûts des dommages. La contribution des dommages serait la suivante :

- les catastrophes naturelles se produisant dans le reste du monde (près de 6 points d'activité) ;
- la baisse des rendements agricoles (3 points d'activité) ;
- les coûts directs des catastrophes naturelles en France (1/2 point) ;
- la montée du niveau de la mer (1/2 point) ;
- enfin, l'ensemble des autres dommages confondus (1/2 point).

7. Le scénario RCP 8.5 (Representative Concentration Pathway 8.5) est un scénario d'évolution de la concentration de GES dans l'atmosphère, conduisant à une augmentation du forçage radiatif jusqu'à 8,5 W/m² en 2100.

Figure XIV – Fonction de dommages macroéconomique (en % du PIB)



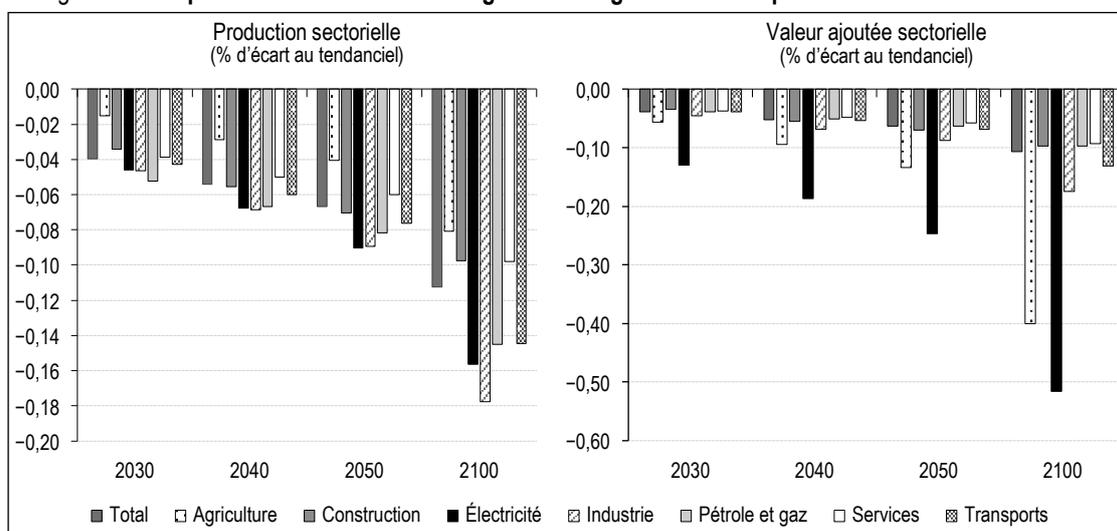
Note : les autres risques regroupent le retrait-gonflement des argiles, l'évolution des rendements énergétiques, l'évolution de la demande énergétique domestique, les variations saisonnières du tourisme, la hausse de l'absentéisme au travail liée au coût des maladies.
 Lecture : le réchauffement climatique aurait déjà coûté en France près de 2 points de PIB en 2020 et coûterait près de 10 points de PIB en 2100 dans un scénario d'inaction, par rapport à un scénario sans changement climatique.
 Source : simulation Three-ME associée à une hypothèse de réchauffement de +3,5 °C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle.

Si cette prépondérance des effets commerciaux est directement liée à l'estimation retenue hors modèle et reste donc soumise à de fortes incertitudes, elle est toutefois cohérente avec les différentes estimations de la littérature : la plupart des pays soumis à un climat tempéré pourraient être significativement touchés via le canal du commerce et les risques de propagation (Lancesseur *et al.*, 2020).

Dans le détail, l'activité de l'ensemble des secteurs économiques serait significativement touchée (figure XV), bien que les risques et les effets soient très hétérogènes et aient des

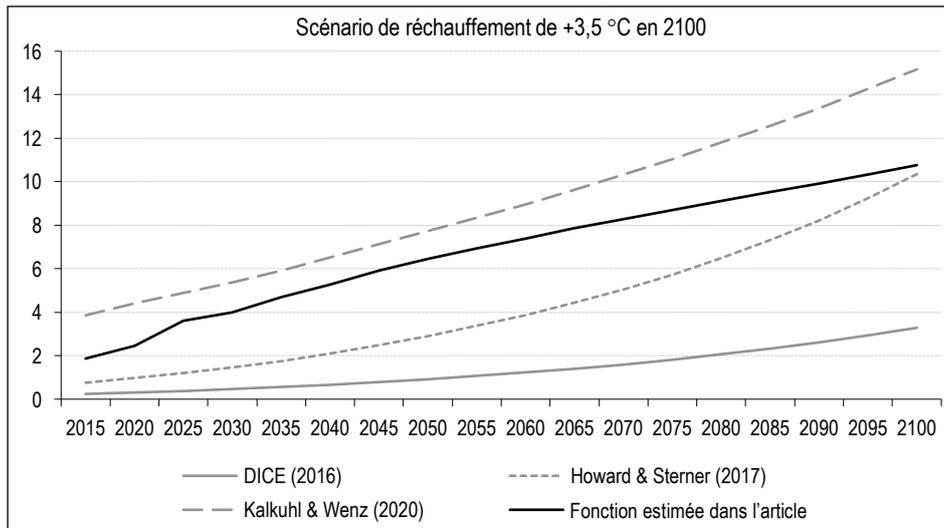
causes variées. Par construction, les principaux secteurs touchés sont avant tout les secteurs exportateurs (industrie et services). Les secteurs agricoles, ainsi que la production et distribution d'électricité, voient en l'absence de politique d'adaptation leur production baisser au même rythme que les rendements techniques. Toutefois, ils ne peuvent pas répercuter l'ensemble de la hausse des coûts de production liée à l'inflation et subissent donc des pertes importantes. De son côté, la construction est aussi marquée par le recul économique, mais bénéficie de la demande en réparations et reconstructions liées aux dommages des risques chroniques et

Figure XV – Impacts sectoriels des dommages du changement climatique dans un scénario d'inaction



Source : simulation Three-ME associée à une hypothèse de réchauffement de +3,5 °C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle.

Figure XVI – Comparaison avec d'autres fonctions de dommages macroéconomiques (en % du PIB)



Source : base du NGFS, Phase I (2020).

catastrophes naturelles sur les infrastructures. Le secteur de la distribution d'énergies fossiles est pénalisé par la baisse globale de la demande agrégée, mais également par les flux de reconstruction et aménagement des vieux logements et bâtiments détruits et réhabilités dans des classes moins énergivores, ce qui fait comptablement baisser l'intensité énergétique des ménages.

Notre estimation se place pour l'instant dans la fourchette haute de la littérature. La Direction générale du Trésor recense par exemple, pour un scénario d'inaction, des dommages compris entre -2 et +5 % de PIB en 2050 et entre -6 % et +10 % en 2100 (Lancesseur *et al.*, 2020) tandis que les travaux de modélisation macroéconomique affichent des résultats très modestes (voir le tableau A1 de l'annexe). À titre de comparaison, notre estimation est rapportée aux fonctions de dommage faisant référence dans la littérature au niveau mondial et appliquées dans les premiers scénarios du NGFS (NGFS, 2020). Ces fonctions sont « *top down* », polynomiales et estimées au niveau mondial, au contraire de notre fonction qui est « *bottom-up* ». Les impacts estimés figurent parmi les plus élevés retenus par le NGFS (figure XVI).

5. Application à un scénario d'inaction

Les fonctions de dommages sectorielles proposées dans la section 2 sont maintenant incluses dans un exercice d'analyse de scénarios traditionnel. La simulation évalue pour l'occasion l'impact macroéconomique d'un scénario d'inaction par rapport à un scénario de transition ordonnée, dit « Net Zero 2050 » (NZ50). Pour construire ces scénarios, des hypothèses

macroéconomiques conservatrices sont appliquées à partir des travaux de l'ADEME sur les risques de transition (Boitier *et al.*, 2023) sans toutefois viser à reproduire la finesse des politiques climatiques évaluées dans les scénarios de la SNBC (Callonnet & Cancé, 2022).

5.1. Sentier de croissance partagé

Il est fait l'hypothèse de gains de productivité constants le long de la période, de 1 % par an en France et dans le reste du monde, soit l'hypothèse centrale des scénarios du Conseil d'orientation des retraites (2021). À long terme, l'économie nationale croît au rythme fixé par le sentier de croissance de Solow (1956), défini par la somme des gains de productivité et de l'évolution de la population active. De même, la demande mondiale croît à un rythme similaire, légèrement plus rapide du fait des projections démographiques plus dynamiques dans le reste du monde.

5.2. Hypothèses de transition

Les hypothèses du scénario de transition ordonnée regroupent :

- une action publique traduite par la hausse linéaire et anticipée des prix réels du carbone jusqu'à 900 €₂₀₂₀/tCO₂ en 2050⁸, niveau proche de la valeur tutélaire du carbone française⁹

8. En 2024, la composante carbone (qui est intégrée aux taxes intérieures de consommation sur les combustibles fossiles et est proportionnelle à leur contenu carbone) est de 44,6 €/tCO₂.

9. La valeur tutélaire du carbone représente le prix de la tonne émise de carbone équivalent (CO₂e) et permettant d'atteindre les objectifs français de lutte contre le réchauffement climatique. Cette valeur est utilisée par les pouvoirs publics pour orienter les politiques publiques, notamment en matière d'investissements, de fiscalité et de régulation environnementale.

(France Stratégie, 2019), avec une redistribution des recettes équitables entre entreprises et ménages (50/50) ;

- un mix énergétique cohérent avec les hypothèses du NGFS et les stratégies climatiques françaises, anticipant un fort développement de la production de biocarburants et de biogaz, une disparition du charbon dans la production d'électricité et une baisse limitée de la part du nucléaire au profit des énergies renouvelables (éolien, solaire) ;
- des prix de l'énergie projetés par l'Agence internationale de l'énergie (IEA, 2021), anticipant une moindre hausse des prix réels des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon) en lien avec une modération continue de la demande ; une baisse de la demande énergétique fossile ;
- des hypothèses de commerce extérieur cohérentes avec les scénarios du NGFS, marqués par un phénomène global de relocalisation, une modération de la demande mondiale adressée à la France, mais une inflation plus dynamique des prix étrangers du fait d'une intensité carbone de la production plus faible en France.

5.3. Hypothèses climatiques

Les scénarios de température sont issus des simulations du NGFS à partir des différents modèles d'évaluation intégrée (ici le modèle REMIND-MAgPIE¹⁰). Comme le modèle Three-ME ne peut pas produire lui-même des scénarios climatiques, il reste dépendant des trajectoires de température associées aux narratifs du NGFS. Celles-ci sont donc appliqués de manière « exogène » au modèle. Le scénario de

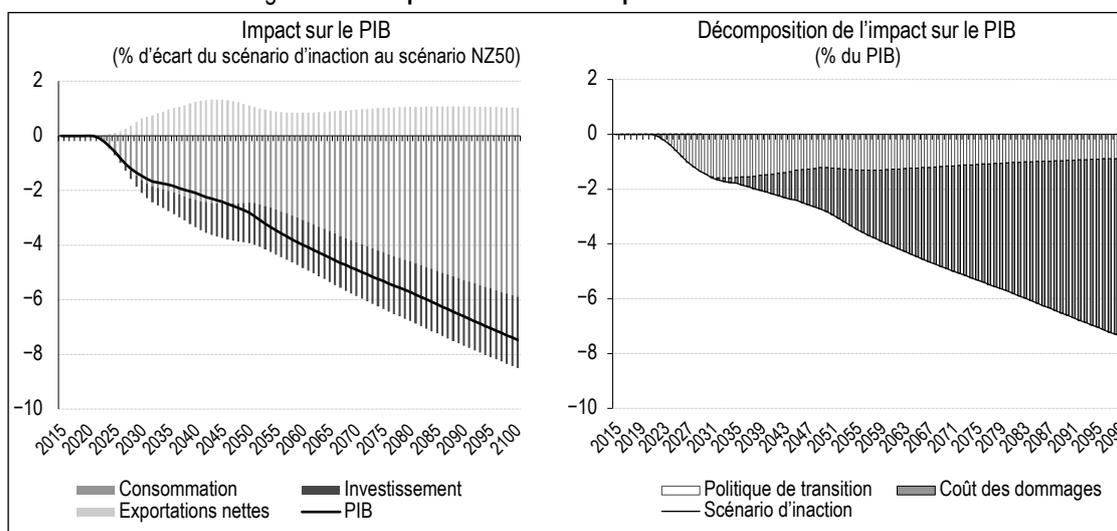
transition ordonné assure la limitation de l'élévation de température à +1,5 °C par rapport à son niveau de l'ère préindustrielle, tandis que dans le scénario d'inaction, la hausse de la température mondiale est de +3,5 °C à horizon de la fin du siècle, comme le suppose le scénario « *Hothouse world* » du NGFS (NGFS, 2020).

Le scénario d'inaction suppose l'absence de toute nouvelle politique de transition après 2022 et une conservation du mix énergétique tel qu'il est aujourd'hui. L'impact macroéconomique de l'inaction politique se traduit comme l'absence des bénéfices observés dans le scénario ordonné. Mais les trajectoires de température divergent significativement à partir de 2030, et le coût des dommages additionnels observés alors monte progressivement en charge. À l'horizon de la fin du siècle, le scénario d'inaction coûterait près de 7 points de PIB annuels, dont 1 point lié au gel des politiques de transition et 6 points de PIB du fait des coûts des dommages additionnels (figure XVII et figure XVIII).

Les dommages sectoriels suivent essentiellement les coûts modélisés dans la construction de la fonction de dommages (section 2) pour près de 6 points de PIB. Par construction, le secteur pétrole et gaz est largement bénéficiaire et la production de tous les autres secteurs recule (figure XVII et figure XVIII). Le bouclage macroéconomique permet de modéliser les effets d'entraînement négatifs ; par exemple, la hausse des prix agricoles se répercute sur le niveau des

10. REMIND-MAgPIE est un modèle dit « IAM » qui permet d'apprécier l'impact climatique des politiques de lutte contre le réchauffement climatique sur l'évolution des températures (Luderer et al., 2015).

Figure XVII – Impact macroéconomique du scénario d'inaction



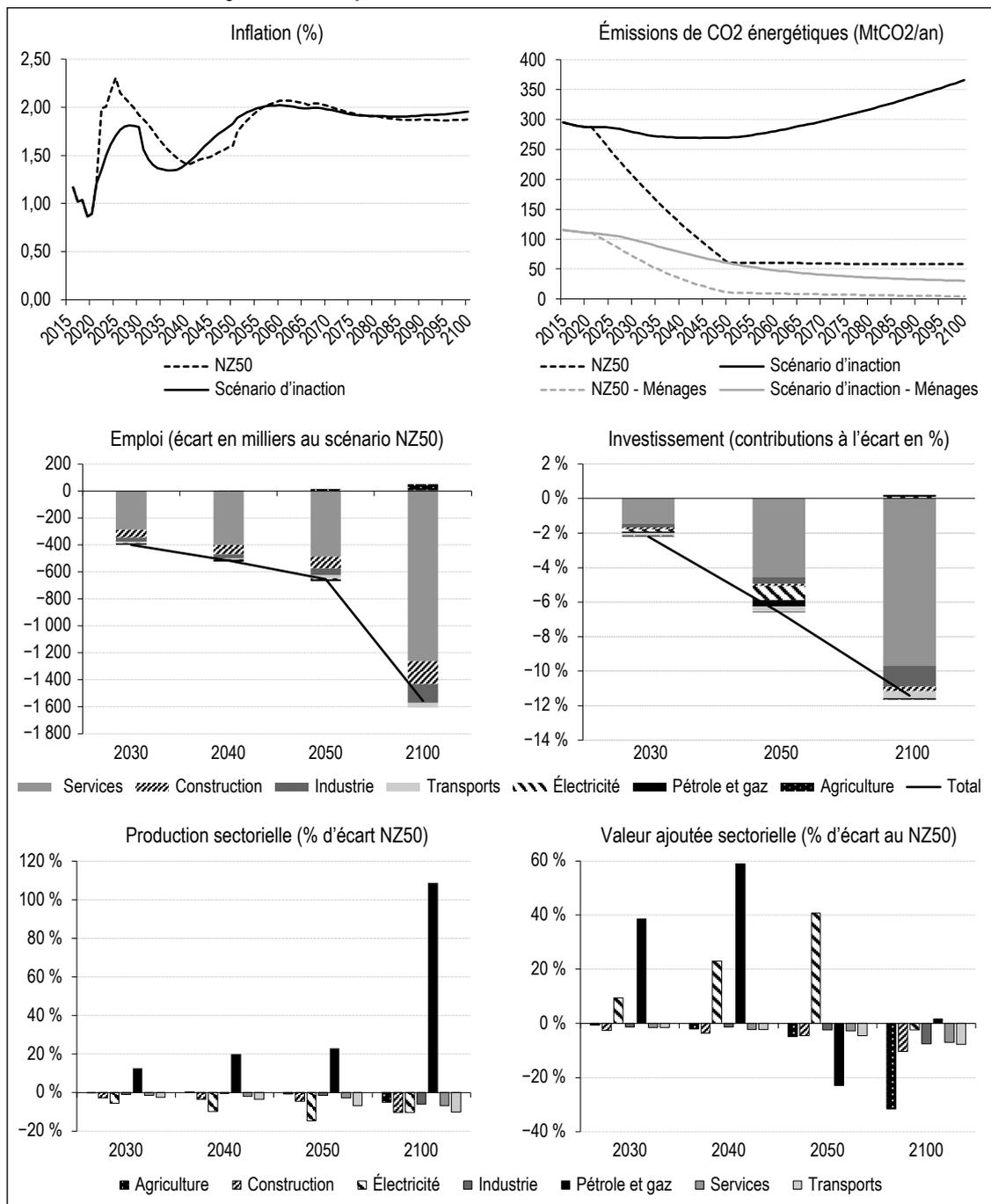
Source : modèle Three-ME modifié et intégrant les contraintes d'offre et les fonctions de dommages.

prix, des salaires et la compétitivité à l'export et l'emploi, ce qui pénalise l'activité et les revenus et se répercute sur les autres secteurs. En outre, comme l'alimentation est une consommation contrainte, l'augmentation des prix agricoles évince la consommation des ménages dans les autres secteurs.

À court terme, l'inflation est moins élevée que dans le scénario de transition, mais devient supérieure une fois les principales actions climatiques (du scénario de transition) mises en œuvre. Les

destructions d'emplois et la baisse de l'investissement sont principalement concentrées dans le secteur des services, bien que ce dernier ne soit pas directement exposé à la plupart des risques climatiques. D'une part, l'augmentation du prix de l'énergie et de l'alimentation entraîne une éviction sur l'achat de services ; d'autre part, toute baisse de consommation ou d'investissement a un effet d'entraînement négatif sur l'ensemble de l'économie, dont le tertiaire qui en représente près de 80 %.

Figure XVIII – Impacts sectoriels détaillés du scénario d'inaction



Source : modèle Three-ME modifié et intégrant les contraintes d'offre et les fonctions de dommages.

* *
*

En construisant des fonctions de dommages sectorielles, nous évaluons et comparons les conséquences monétaires des dommages sur un même indicateur économique (le PIB) et tenons compte des effets d'interaction et des effets dynamiques de ces dommages. Ce travail n'est pas exempt de certaines limites, liées en grande partie aux incertitudes qui pèsent sur l'ampleur des dommages : difficulté à modéliser les effets de moyen et de long terme des catastrophes naturelles, à modéliser la propagation des risques physiques dans le reste du monde et à modéliser les dégâts infligés aux actifs et leurs conséquences sur les agents. Les projections s'appuient toujours sur une hypothèse de croissance exogène et celle-ci est peu réaliste dans des scénarios climatiques qui voient un bouleversement des moyens de production.

Les modèles d'inspiration néokeynésienne restent également limités pour évaluer les limites physiques et les effets concrets d'une pénurie, qui se traduiraient par des effets de rationnement des agents par exemple, mais qui sortent du périmètre d'étude des modèles macroéconomiques (où l'équilibre est in fine assuré par les variations de quantité).

Or le changement climatique ne fait pas seulement peser une menace sur le rendement des facteurs et les coûts de production. Il peut s'accompagner d'une réduction brutale de la production dans certains secteurs ou certains endroits. C'est la raison pour laquelle nous avons proposé des modifications du modèle Three-ME. Les simulations avant et après modification des blocs agricole et énergétique du modèle montrent de sensibles différences de résultats. L'impact des dommages sur les agrégats macroéconomiques est nettement plus élevé lorsqu'une contrainte quantitative avec une grande flexibilité des prix est introduite dans le modèle. C'est la première fois, à notre connaissance, qu'un modèle macroéconomique essaie d'intégrer des contraintes sur la production nationale (la demande devant alors être assurée par des importations plus onéreuses), de distinguer les méthodes de fixation des prix selon les secteurs (par les coûts de production ou par les équilibres de marché) et la nature des biens consommés selon les préférences des ménages (biens de première nécessité ou non).

Les secteurs exportateurs sont ici les principales victimes des effets du changement climatique. Les dommages dans les secteurs agricole et de la production d'électricité pourraient

également exposer l'ensemble de l'économie à un effet récessif systémique. Les pénuries subies alimenteraient une élévation des prix de marché des biens alimentaires et de l'électricité, en augmentant la dépendance nationale aux importations (en supposant qu'il n'y ait pas de pénurie mondiale généralisée). À ce titre, ces deux secteurs constitueraient les principales origines d'une hausse pérenne de l'inflation en France ; mais l'activité de l'ensemble des secteurs serait également pénalisée par une baisse de la demande puisque celle-ci dépend du revenu disponible « après consommation contrainte ». Les autres secteurs pourraient partiellement limiter leurs pertes en augmentant leurs prix de vente. Cela serait plus difficile pour les secteurs soumis à une forte concurrence et qui sont *price takers*, faute de pouvoir répercuter l'inflation de leurs coûts sur leurs prix de vente. Cela pourrait causer des défaillances massives.

L'introduction de fonctions de dommages dans les modèles pourrait permettre d'étendre le périmètre des scénarios de transition et de mieux rendre compte des contreparties économiques d'un manque d'ambition des actions de transition au niveau mondial. Bien que les risques restent soumis à de très larges incertitudes et ne tiennent pas compte des événements extrêmes et leurs conséquences (points de basculement et boucles de rétroaction), développer de tels outils s'avère indispensable dans le cadre de l'analyse par scénarios et des nouveaux stress-tests climatiques financiers (Jacquetin, 2021). Ils gagneront à être réévalués et précisés en fonction de l'évolution de l'état de l'art et des outils de modélisation. Les impacts domestiques que nous avons estimés reposent pour l'instant essentiellement sur les dommages qui transitent par le commerce extérieur et ils sont sûrement sous-estimés, notamment car ils ne tiennent pas compte des coûts non marchands (biodiversité) et des coûts d'adaptation au changement climatique (gestion des périodes de canicule ou des feux de forêt, gestion des flux migratoires liés au changement climatique). Certains impacts potentiellement massifs liés aux risques chroniques dans le reste du monde gagneront également à être précisés. Des modèles multirégions seraient alors plus pertinents pour « boucler » les flux commerciaux avec les conséquences des dommages estimées région par région, ce qui pousserait à élargir le périmètre « national » des travaux prospectifs à un champ plus large.

Par ailleurs, l'ensemble des chocs est ici introduit sous forme de changements graduels et linéaires pendant la période de transition, selon l'exemple du premier exercice de « stress-test climatique »

réalisé par la Banque de France (Allen *et al.*, 2020). Si les risques chroniques doivent se matérialiser à long terme, les épisodes intenses se multiplient déjà actuellement et menacent l'économie à court terme (sécheresse estivale de

2019, épisode de gel d'avril 2021 dans la région Rhône-Alpes). Anticiper les conséquences de ces catastrophes peut dépasser le cadre macro-économique traditionnel qui continue à renvoyer les risques climatiques à un horizon lointain. □

BIBLIOGRAPHIE

Aaheim, A., Amundsen, H., Dokken, T. & Wei, T. (2012). Impacts and adaptation to climate change in European economies. *Global Environmental Change*, 22(4), 959–968.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959378012000672>

ADEME (2016). Mix électrique 100 % renouvelable ? Analyses et optimisations. Synthèse technique et synthèse de l'évaluation macro-économique.

<https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/2881-mix-electrique-100-renouvelable-analyses-et-optimisations.html>

ADEME (2020). Évaluation d'un scénario SNBC 2 sans hausse de taxe carbone et sans prix-fictif ad hoc. *Note complémentaire au rapport du Haut Conseil pour le Climat*.

<https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/07/valuation-dun-scenario-snbc2-sans-hausse-de-taxe-carbone-et-sans-prix-fictifs-ad-hoc-ademe.pdf>

ADEME (2022a). État des lieux et étude prospective sur les impacts du changement climatique pour le bâtiment aux horizons 2050 et 2100. Se préparer, s'organiser et agir collectivement. *ADEME Expertises*.

<https://librairie.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/5969-etat-des-lieux-et-etude-prospective-sur-les-impacts-du-changement-climatique-pour-le-batiment-aux-horizons-2050-et-2100.html>

ADEME (2022b). Transitions 2050 - Feuilleton : Les effets macroéconomiques. *Horizons*.

https://librairie.ademe.fr/cadic/6940/feuilleton_macroéconomie_transitions2050_ademe.pdf

Allen, T., Dees, S., Boissinot, J., Caicedo Graciano, C., Chouard, V., Clerc, L., De Gaye, A., Devulder, A., Diot, S., Lisack, N., Pegoraro, F., Rabaté, M., Svartzman, R. & Vernet, L. (2020). Climate-Related Scenarios for Financial Stability Assessment: An Application to France. Banque de France, *Working Paper Series* N° 774. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3653131>

Bardaji, J., Campagne, B., Khder, M.-B., Lafféter, Q., Simon, O., Dufernez, A.-S., Elezaar, C., Leblanc, P., Masson, E. & Partouche, H. (2017). Le modèle macroéconométrique Mésange : réestimations et nouveautés. Insee, *Document de travail* N° G2017/04. <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2848300>

Berrittella, M., Bigano, A., Roson, R. & Tol, R. (2004). A General Equilibrium Analysis of Climate Change Impacts on Tourism. *FEEM Working Papers* N° 127.04. <https://doi.org/10.2139/ssrn.609742>

Bigano, A., Bosello, F., Roson, R. & Tol, R. (2006). Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: A Joint Analysis for Sea Level Rise and Tourism. *Social Science Research Network*.

<https://doi.org/10.2139/ssrn.944480>

Boitier, B., Le Mouël, P., Zagamé, P., Callonnet, G., Garnero, M., Jacquetin, F., Allen, T., Dees, S., De Gaye, A., Lisack, N., Couix, Q., Dang, W. & Ghersi, F. (2023). *Risques de transition : une analyse multi-modèles pour la France*. ADEME Expertises.

<https://librairie.ademe.fr/recherche-et-innovation/6196-risques-de-transition-analyse-multi-modeles-pour-la-france.html>

Bosello, F., Eboli, F. & Pierfederici, R. (2012). Assessing the Economic Impacts of Climate Change. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2004966>

Bosello, F., Lazzarin, M., Roson, R. & Tol, R. (2004a). Economy-Wide Estimates of the Implications of Climate Change: Sea Level Rise. *FEEM Working Papers* N° 96.04. <https://doi.org/10.2139/ssrn.556351>

Bosello, F., Roson, R. & Tol, R. (2004b). Economy-wide Estimates of the Implications of Climate Change: Human Health. *Ecological Economics*, 58(3), 579–591. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.07.032>

Callonnet, G. & Cancé, R. (2022). Évaluation macroéconomique de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC2) avec le modèle ThreeME. *Document de Travail*.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/%C3%89valuation%20macro%C3%A9conomique%20de%20la%20Strat%C3%A9gie%20nationale%20bas-carbone_0.pdf

- Callonnec, G., Landa Rivera, G., Malliet, P., Saussay, A. & Reynès, F. (2016).** Les propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME - Un cahier de variantes. *Revue de l'OFCE*, 149, 47–99.
https://ideas.repec.org/a/cai/reofsp/reof_149_0047.html
- Carney, M. (2015).** *Breaking the tragedy of the horizon – climate change and financial stability*. Speech by Mr Mark Carney, Governor of the Bank of England. London.
<https://www.bankofengland.co.uk/speech/2015/breaking-the-tragedy-of-the-horizon-climate-change-and-financial-stability>
- CRED (2021).** Missing data on economic losses variables from EM-DAT. *Cred Crunch*, 63.
<https://www.preventionweb.net/publication/cred-crunch-issue-no-63-july-2021-missing-data-economic-losses-variables-em-dat>
- Ciscar Martinez, J., Feyen, L., Soria Ramirez, A., Lavalle, C., Raes, F., Perry, M., Nemry, F., Demirel, H., Rózsai, M., Dosio, A., Donatelli, M., Srivastava, A., Fumagalli, D., Niemeyer, S., Shrestha, S., ..., & Ibarreta Ruiz, D. (2014).** Climate Impacts in Europe - The JRC PESETA II Project. *JRC Scientific and Policy Reports*. <https://doi.org/10.2791/7409>
- Ciscar, J.-C., Iglesias, A., Feyen, L., Szabó, L., Van Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O.B., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C.M., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J. & Soria, A. (2011).** Physical and economic consequences of climate change in Europe. *PNAS*, 108(7), 2678–2683.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1011612108>
- Conseil d'orientation des retraites (2021).** Quelles sont les raisons du ralentissement de la croissance de la productivité ? Secrétariat général du Conseil d'orientation des retraites, *Document de travail* N° 4. Séance plénière du 25 novembre 2021 à 10h00 « Choix des hypothèses économiques de long terme ».
https://www.cor-retraites.fr/sites/default/files/2021-11/Doc4_Raisons%20du%20ralentissement%20de%20la%20prod.pdf
- De Cian, E. & Sue Wing, I. (2019).** Global Energy Consumption in Warming Climate. *Environmental and Resource Economics*, 72, 365–410. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0198-4>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-017-0198-4>
- Deke, O., Hooss, K., Kasten, C., Klepper, G. & Springer, K. (2001).** Economic Impact of Climate Change: Simulations with a Regionalized Climate-Economy Model. *Kiel Working Papers*, 1065.
<https://ideas.repec.org/p/zbw/ifwkwp/1065.html>
- Delahais, A. & Robinet, A. (2023).** Coût de l'inaction climatique face au changement climatique en France : que sait-on ? France Stratégie, *Document de travail* N° 2023-01.
<https://www.strategie.gouv.fr/publications/cout-de-linaction-face-changement-climatique-france-sait>
- Dellink, R., Hwang, H., Lanzi, E. & Chateau, J. (2017).** International trade consequences of climate change. *OECD Trade and Environment Working Papers* N° 2017/01. <https://doi.org/10.1787/9f446180-en>
- Dietz, S., van der Ploeg, F., Rezai, A. & Venmans, F. (2020).** Are Economists Getting Climate Dynamics Right and Does It Matter? *CESifo Working Papers* N° 8122. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3545718>
- Eboli, F., Parrado, R. & Roson, R. (2009).** Climate Change Feedbacks on Economic Growth: Explorations with a Dynamic General Equilibrium Model. *IEFE Working Papers* N° 29. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1544260>
- ECB (2022).** 2022 Climate Stress Test.
https://www.bankingsupervision.europa.eu/ecb/pub/pdf/ssm.climate_stress_test_report.20220708-2e3cc0999f.en.pdf
- France Assureurs (2021).** Impact du changement climatique sur l'assurance à l'horizon 2050.
https://www.franceassureurs.fr/wp-content/uploads/2022/09/vf_france-assureurs_impact-du-changement-climatique-2050.pdf
- France Stratégie (2019).** La valeur de l'action pour le climat - Une valeur tutélaire du carbone pour évaluer les investissements et les politiques publiques. Rapport de la commission présidée par Alain Quinet.
<https://www.strategie.gouv.fr/publications/de-laction-climat>
- Gosling, S. N., Zaherpour, J. & Ibarreta, D. (2018).** PESETA III: Climate change impacts on labour productivity. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2760/07911>
- Gourdier, S. & Plat, E. (2018).** Impact du changement climatique sur la sinistralité due au retrait-gonflement des argiles. *Journées Nationales de Géotechnique et Géologie de l'Ingénieur (JNGG)*.
<https://brgm.hal.science/hal-01768395>
- Howard, P. & Sterner, T. (2017).** Few and Not So Far Between: A Meta-analysis of Climate Damage Estimates. *Environmental and Resource Economics*, 68, 197–225. <https://doi.org/10.1007/s10640-017-0166-z>
- IEA (2021).** *World Energy Outlook*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- IPCC (2023).** *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844>

- Jacob, D., Kotova, L., Teichmann, C., Sobolowski, S., Vautard, R., Donnelly, C., Koutroulis, A.G., Grillakis, M.G., Tsanis, I.K., Damm, A., Sakalli, A. & van Vliet, M.T.H. (2018).** Climate Impacts in Europe Under +1.5°C Global Warming. *Earth's Future*, 6, 264–285. <https://doi.org/10.1002/2017EF000710>
- Jacquetin, F. (2021).** *Stress-tests climatiques par scénarios : de l'analyse des risques à la modélisation*. ADEME Expertises. <https://bibliothèque.ademe.fr/changement-climatique-et-energie/4218-stress-tests-climatiques-par-scenarios-de-l-analyse-des-risques-a-la-modelisation.html>
- Kalkuhl, M. & Wenz, L. (2020).** The Impact of Climate Conditions on Economic Production. *Journal of Environmental Economics and Management*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102360>
- Kitous, A. & Després, J. (2018).** Assessment of the impact of climate change on residential energy demand for heating and cooling. *JRC Science for Policy Reports*. <https://doi.org/10.2760/96778>
- Kompas, T., Pham, V. H. & Nhu, T. (2018).** The Effects of Climate Change on GDP by Country and the Global Economic Gains from Complying with the Paris Climate Accord. *Earth's Future*, 6, 1153–1173. <https://doi.org/10.1029/2018EF000922>
- Lafakis, C., Ratz, L., Fazio, E. & Cosma, M. (2019).** The Economic Implications of Climate Change. *Moody's Analytics*. <https://www.moodyanalytics.com/-/media/article/2019/economic-implications-of-climate-change.pdf>
- Lancesseur, N., Labrousse, C., Valdenaire, M. & Nakaa, M. (2020).** Impact économique du changement climatique : revue des méthodologies, d'estimation, résultats et limites. DG Trésor, *Documents de travail* N° 2020/4. <https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2020/07/10/document-de-travail-n-2020-4-impact-economique-du-changement-climatique-revue-des-methodologies-d-estimation-resultats-et-limites>
- Luderer, G., Leimbach, M., Bauer, N., Kriegler, E., Baumstark, L., Bertram, C., Giannousakis, A., Hilaire, J., Klein, D., Levesque, A., Mouratiadou, I., Pehl, M., Pietzcker, R., Piontek, F., Roming, N., Schultes, A., Schwannitz, V. J. & Strefler, J. (2015).** Description of the REMIND Model (Version 1.6). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2697070>
- Missirian, A. & Schlenker, W. (2017).** Asylum applications respond to temperature fluctuations. *Science*, 358(6370), 1610–1614. <https://doi.org/10.1126/science.aao0432>
- NGFS (2020).** *NGFS Climate Scenarios for central banks and supervisors*. <https://www.ngfs.net/en/ngfs-climate-scenarios-central-banks-and-supervisors>
- NGFS (2021).** *Climate Scenarios Database - Technical Documentation V2.2*. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17511>
- Nordhaus, W. (1992).** An Optimal Transition Path for Controlling Greenhouse Gases. *Science*. 258(5086), 1315–1319. <https://doi.org/10.1126/science.258.5086.1315>
- Nordhaus, W. (2016).** Projections and Uncertainties about Climate Change in an Era of Minimal Climate Policies. *Cowles Foundation Discussion Papers* N° 2057. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2881947>
- Nordhaus, W. & Moffat, A. (2017).** A Survey of Global Impacts of Climate Change: Replication, Survey Methods, and a Statistical Analysis. *Cowles Foundation Discussion Papers* N° 2096. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3009427>
- OCDE (2015).** *Les conséquences économiques du changement climatique*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264261082-fr>
- ONERC (2009).** *Changement climatique – Coûts des impacts et pistes d'adaptation*. Paris: La Documentation française. <https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/094000463.pdf>
- Paci, D. (2014).** Human Health Impacts of Climate Change in Europe. *JRC Technical Reports*. <https://doi.org/10.2791/64481>
- Pindyck, R. S. (2017).** The Use and Misuse of Models of Climate Policy. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 100–114. <https://doi.org/10.3386/w21097>
- Reilly, J., Paltsev, S., Strzepek, K., Selin, N., Cai, Y., Nam, K.-M., Monier, E., Dutkiewicz, S., Scott, J., Webster, M. & Sokolov, A. (2012).** Valuing climate impacts in integrated assessment models: the MIT IGSM. *Climatic Change*, 117, 561–573. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0635-x>
- Reynès, F., Callonnet, G., Saussay, A., Landa, G., Malliet, P., Guéret, A., Hu, J., Hamdi-Chérif, M., Gouédard, H. (2021).** ThreeME Version 3 Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy Policy - A full description. https://www.threeme.org/_files/ugd/e33ac5_0fb7e9f40b3e413f87bbc132822dc816.pdf
- Roson, R. & van der Mensbrugge, D. (2010).** Climate Change and Economic Growth: Impacts and Interactions. University Ca' Foscari of Venice, *Dept. of Economics Research Paper Series* N° 07_10. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1594708>

- Roson, R. & Sartori, M. (2016).** Estimation of climate change damage functions for 140 regions in the GTAP database. *Journal of Global Economic Analysis*, 1(2), 78–115. <https://doi.org/10.21642/JGEA.010202AF>
- RTE (2022).** Futurs énergétiques 2050. Rapport complet. <https://rte-futursenergetiques2050.com/documents>
- Schleypen, J., Dasgupta, S., Borsky, S., Jury, M., Ščasný, M. & Bezhanishvili, L. (2019).** D2.4 Impacts on Industry, Energy, Services, and Trade. Deliverable of the H2020 COACCH project. https://www.coacch.eu/wp-content/uploads/2020/05/D2.4_after-revision-to-upload.pdf
- Solow, R. M. (1956).** A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Spandre, P., François, H., Verfaillie, D., Pons, M., Vernay, M., Lafaysse, M., George, E. & Morin, S. (2019).** Winter tourism under climate change in the Pyrenees and the French Alps: relevance of snowmaking as a technical adaptation. *The Cryosphere*, 13(4), 1325–1347. <https://doi.org/10.5194/tc-13-1325-2019>
- TCFD (2017).** Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. <https://www.fsb-tcfd.org/recommendations>
- Tobin, I., Greuell, W., Jerez, S., Ludwig, F., Vautard, R., van Vliet, M. & Breon, F.-M. (2018).** Vulnerabilities and resilience of European power generation to 1.5 °C, 2 °C and 3 °C warming. *Environmental Research Letters*, 13(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aab211>
- Vousdoukas, M., Mentaschi, L., Voukouvalas, E. & Feyen, L. (2019).** PESETA III – Task 8: Coastal Impacts. *JRC Technical Reports*. <https://doi.org/10.2788/204754>
- WWF France (2021).** Dérèglement climatique. Le monde du sport à +2°C et +4°C. Rapport. <https://www.wwf.fr/vous-informer/actualites/dereglement-climatique-sport>
- Zhao, C., Bing, L., Piao, S., Wang, X., Lobell, D.B., Huang, Y., Huang, M., Yao, Y., Bassu, S., Ciais, P., Durand, J.-L., Elliot, J., Ewert, F., Janssens, I.A., Li, T., Lin, E., Liu, Q., Martre, P., Müller, C., Peng, S., Peñuelas, J., Ruane, A.C., Wallach, D., Wang, T., Wu, D., Liu, Z., Zhu, Y., Zhu, Z. & Asseng, T. (2017).** Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *PNAS*, 114(35), 9326–9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>
-

ANNEXE

Tableau A1 – Revue des impacts macroéconomiques des risques physiques en Europe issus de l'approche « bottom-up »

| Étude | Modèle | Scénario | Dommages étudiés | Effets macroéconomiques |
|------------------------------------|---|--|--|--|
| Deke <i>et al.</i> (2001) | <u>DART</u> MEGC Monde dynamique multipays multisectoriel | Scénario B (IPCC II) Scénario « Back-to-Coal » | Rendements agricoles Niveau de la mer | +0,5 % de production agricole -0,1 % des autres productions 2 points de PIB à consacrer à l'adaptation |
| Bosello <i>et al.</i> (2004b) | <u>GTAP-EF</u> MEGC Monde statique multipays multisectoriel | Scénario B1 (IPCC II) | Maladies vectorielles | -0,7 point de PIB |
| Bosello <i>et al.</i> (2004a) | GTAP-EF | Scénario B1 (IPCC II) | Niveau de la mer | -0,001 point de PIB |
| Berritella <i>et al.</i> (2004) | GTAP-EF | Scénario B1 (IPCC II) | Tourisme | -0,1 point de PIB |
| Bigano <i>et al.</i> (2006) | GTAP-EF | Scénario B1 (IPCC II) | Niveau de la mer Tourisme | -0,1 point de PIB |
| Eboli <i>et al.</i> (2009) | <u>ICES</u> MEGC Monde dynamique multisectoriel multipays | Scénarios A1B, A2, B1 (IPCC 2007) | Santé et productivité Rendements agricoles Tourisme Demande énergétique Niveau de la mer | +0,2 point de PIB |
| Roson & van der Mensbrugghe (2010) | <u>ENVISAGE</u> MEGC Monde dynamique multipays multisectoriel avec module climatique | Scénario de réchauffement endogène (+4,8 °C en 2100) | Niveau de la mer Rendements agricoles Disponibilités de l'eau Santé Tourisme Demande énergétique | +0,5 point de PIB (2050) +1,2 point de PIB (2100) |
| Ciscar <i>et al.</i> (2011) | <u>GEM-E3 Europe</u> | 4 scénarios à horizon 2080 2,5 °C 3,9 °C 4,1 °C 5,4 °C | Rendements agricoles Niveau de la mer Inondations côtières Inondations fluviales Tourismes Santé | < -1 point de PIB en 2080 (de 20 Md€ (2,5 °C) à 65 Md€ (5,4 °C) de pertes de PIB) |
| Bosello <i>et al.</i> (2012) | ICES | Scénario A1B (IPCC) | Niveau de la mer Tourisme Rendements agricoles Demande énergétique Inondations fluviales Productivité au travail Productivité des forêts | -0,15 point de PIB |
| Aaheim <i>et al.</i> (2012) | MEGC | Scénarios +2 °C et +4 °C | Événements extrêmes Rendements agricoles et sylvicoles Production électrique Demande énergétique Niveau de la mer Santé Tourisme | Jusqu'à -0,7 point de PIB (2080) |
| Ciscar <i>et al.</i> (2014) | <u>GEM-E3</u> MEGC Europe dynamique multipays multisectoriel | Scénario A1B (IPCC) | Rendements agricoles Demande énergétique Feux de forêt Niveau de la mer Tourisme Santé | -1,1 point de PIB |
| OCDE (2015) | <u>ENV-Linkages</u> MEGC Monde dynamique multipays multisectoriel | Scénario A1B (IPCC) et RCP 8.5 | Événements extrêmes Rendements agricoles et sylvicoles Niveau de la mer Santé Demande énergétique Tourisme | -0,5 point de PIB (2060) |

→

Tableau A1 – (suite)

| Étude | Modèle | Scénario | Dommages étudiés | Effets macroéconomiques |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---|---|
| Roson & Sartori (2016) | Fonctions de dommages basées sur GTAP | Hausse de température de +3 °C | Niveau de la mer Rendements agricoles Productivité au travail Santé Tourisme | <u>France</u> 0 point de PIB +0,0002 point de PIB 0 point de PIB +0,0501 point de PIB -0,3515 point de PIB -0,30 point de PIB au total |
| Kompas <i>et al.</i> (2018) | <u>GTAP-INT</u> Modèle d'équilibre général intertemporel Monde multipays multisectoriel | Scénarios RCP 2.6/4.5/6.0/8.5 | Rendements agricoles Niveau de la mer Productivité du travail Tourisme Demande énergétique Stress hydrique | De -0,139 point de PIB (+1 °C) à -0,662 point de PIB (+4 °C) |
| Lafakis (2019) | <u>Moody's Analytics Global Macroeconomic Model</u> Modèle structurel multipays | Scénarios RCP 2.6/4.5/6.0/8.5 | Niveau de la mer Santé Productivité du travail Rendements agricoles Tourisme Demande énergétique | <u>France</u> +0,1 point de PIB |

Note : dans l'ensemble, les impacts des scénarios sont évalués par rapport à un scénario contrefactuel théorique « sans changement climatique ». Les impacts macroéconomiques sont présentés en 2050 pour l'Europe ou des ensembles proches (UE, Europe occidentale ou Europe du Sud) incluant la France. Les évaluations sont parfois affinées jusqu'en 2100 ou spécifiquement pour la France.

COMMENTAIRE

Le peu d'intérêt de la science économique pour le défi du siècle

The Lack of Interest in Economics for the Challenge of the Century

Xavier Timbeau*

Résumé – À l'occasion de la publication d'un dossier sur l'environnement, on fait le bilan de la part des questions environnementales dans la profession économique. D'un côté, des offres de poste pour économistes publiées par l'American Economic Association – le *job market* – suggèrent que la hausse nette des postes offerts dans le domaine de l'environnement vient d'institutions non centrales dans l'économie académique et que dans les seuls départements d'économie, ces offres fléchées « environnement » tendent à décroître. Dans les articles publiés dans *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, la proportion de ceux consacrés à l'environnement est assez proche des faibles taux observés sur les offres de poste. On peut espérer que ces nouvelles publications renverseront ces tendances. Les trois articles publiés apportent des éclairages importants sur les principaux axes que la recherche appliquée en économie doit apporter pour être utile à la conduite des politiques publiques mais le travail de recherche à réaliser est encore considérable.

Abstract – *The publication of a thematic section on the environment gives us an opportunity to assess the position of environmental issues within economics. On one level, vacancies for economists published by the American Economic Association (the Job Openings for Economists (JOE) Network) suggest that the net increase in vacancies for positions related to the environment comes from establishments that are not central to the academic economy and that such vacancies specifically labelled as relating to the “environment” tend to decrease in number when looking solely at departments of economics. The proportion of articles published in Economie et Statistique / Economics and Statistics dedicated to the environment is fairly similar to the low rates seen in terms of vacancies. It is hoped that these new publications will reverse these trends. The three articles published provide important insights into the main areas that applied research in economics must address to be of use in guiding public policies; however, there remains a considerable amount of research work to be carried out.*

JEL : A11, A14, Q50

Mots-clés : environnement, atténuation du changement climatique, adaptation au changement climatique, science économique, recherche empirique

Keywords: *environment, climate change mitigation, adaptation to climate change, economics, empirical research*

* OFCE, Sciences Po Paris. Correspondance : xavier.timbeau@sciencespo.fr

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n'engagent qu'eux-mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l'Insee.

Citation: Timbeau, X. (2024). The Lack of Interest in Economics for the Challenge of the Century. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 65–74. doi: 10.24187/ecostat.2024.543.2119

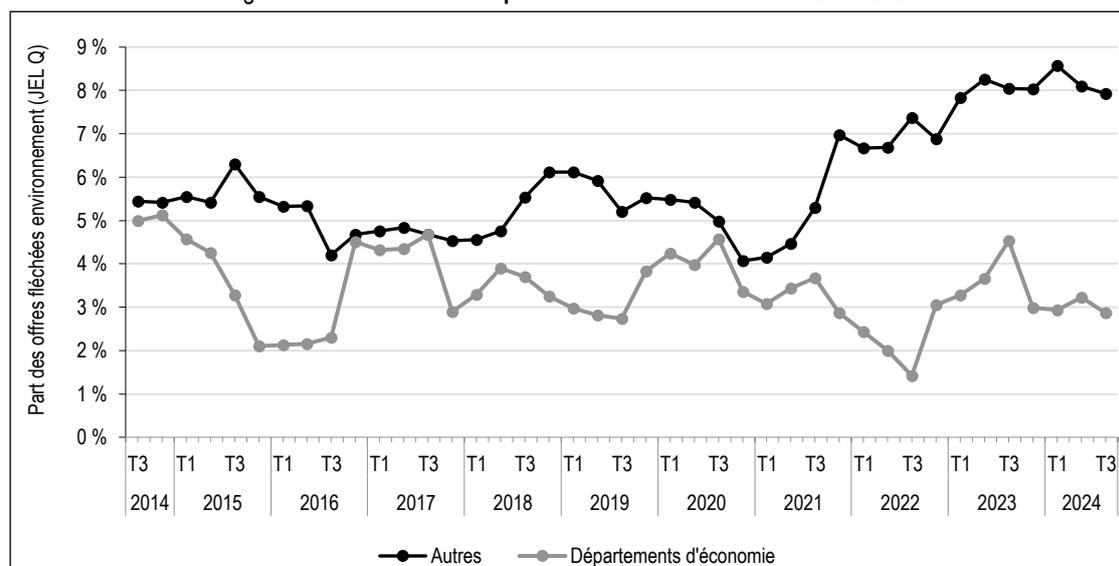
L'environnement négligé par les économistes ?

Longtemps, l'économie de l'environnement a été considérée comme une discipline périphérique de la science économique. Il y a là un des symptômes nombreux de la dérive de la science économique (Heckman & Moktan, 2020), qui par la pression du « *publish or perish* » oriente la recherche, et particulièrement celle des jeunes chercheurs vers ce qui est le plus rentable en termes de carrière et non d'intérêt scientifique. À cette pression sur les individus par des incitations mal orientées, s'ajoute les choix des institutions et, par un certain conservatisme, les départements d'économie, un peu partout dans le monde, ont tardé à s'intéresser aux questions environnementales. On ne peut que partager le jugement de Polasky *et al.* (2019), pour qui l'économie de l'environnement n'est pas au cœur de la discipline économique. On trouve peu de publications dans les principales revues économiques sous le mot clef « environnement » (code JEL Q) jusqu'à peu et ce sont ces revues qui déterminent les carrières. Les principaux départements d'économie négligent souvent cette question et n'offrent que peu de postes fléchés sur les questions environnementales. Ce sont les écoles d'affaire publique, les départements d'agriculture ou encore les instituts dédiés à l'environnement qui accueillent en fait les économistes, repoussant la recherche sur

l'environnement à la périphérie de la science économique.

La figure indique pour les dix dernières années la part des offres d'emploi dans le domaine de l'économie de l'environnement sur le *job market*, qui centralise aujourd'hui la plupart des postes ouverts dans le monde académique pour les économistes. Sur ce graphique, on a distingué d'un côté les départements d'économie (identifiés d'une façon qui peut conduire à en ignorer certains, c'est-à-dire des faux négatifs, mais avec un impact sur les proportions mineur) des autres institutions, qui sont soit des départements ou des écoles d'affaire publique, des départements d'agriculture, soit des instituts spécialisés dans l'environnement (comme le Grantham de la LSE), soit des institutions internationales (Banque mondiale, FMI, OCDE par exemple). Selon cette définition, les départements d'économie représentent un peu plus d'un quart des offres de postes. Aucune distinction n'est faite sur la nature du poste (professeur assistant, post doctoral, thèse ou autre), ni sa durée. La date retenue pour le graphique est celle de l'ouverture du poste plutôt que la date de publication de l'offre. Nous nous contentons de quantifier le contenu des postes à travers les codes JEL qui leur sont associés sans essayer de mieux caractériser la nature de ces offres. De plus, certaines offres pourraient être dans le domaine de l'environnement bien que le code JEL Q ne soit pas présent (un poste d'économètre

Figure – Part des offres de postes dans l'environnement 2014-2024



Note : la date d'une offre retenue est celle de l'ouverture du poste. Le pourcentage est calculé comme le nombre d'offres taguées JEL Q sur le nombre total d'offres en moyenne glissante sur quatre trimestres. Les départements d'économie sont identifiés par les champs *jp_division* et *jp_department*, égaux à « *Department of Economics* » ou « *Economics* ». Sur 18,5 k offres publiées entre le 3^e trimestre 2014 et mi-août 2024, 4,7 k sont dans des départements d'économie ainsi définis, soit 25,4 %.

Source : JOE Listings (*Jobs Opening Economics*), American Economic Association, www.aeaweb.org.

dans un institut dédié à l'environnement par exemple). Un travail plus approfondi serait sans doute riche d'enseignements, mais, de façon préliminaire, cette analyse sur les seules données publiées par l'American Economic Association éclaire quelques tendances.

Entre 2014 et 2024, les offres de postes dans l'environnement représentent un peu plus de 5,5 % des offres totales, mais cette proportion est de 3,5 % dans les départements d'économie. Après 2020, les offres de postes dans l'environnement augmentent nettement, mais pas dans les départements d'économie, où si tendance il y a ce serait plutôt une très légère baisse, atteignant un peu plus de 2 % pour l'année 2024.

Cela ne veut pas dire que l'environnement n'a pas été abordé par les économistes. Des précurseurs les plus prestigieux comme Arrow, Costanza, Nordhaus, Ostrom, Weitzman, Stern, Dasgupta, Heal, Stiglitz, Tobin, Daily, Daly, Porter, Kuznet, Georgescu-Rosen, Hardin, Pigou ou Hotelling pour n'en citer que quelques-uns (Costanza *et al.*, 2016) aux prix de la Banque de Suède (aussi appelé prix Nobel) en science économique attribués en 2009 à Elinor Ostrom en 2009 ou en 2018 à William Nordhaus, la littérature économique n'est pas muette sur le sujet. Si on entrait dans le détail des publications, on pourrait conclure que cette faible place laissée à l'environnement se traduit par un biais qui empêche d'aller jusqu'au fond des ruptures qu'implique le respect des limites de la planète (Richardson *et al.*, 2023 ; Rockström *et al.*, 2009b ; Steffen *et al.*, 2015). C'est la thèse d'Antonin Pottier (Pottier, 2016) qui associe à la faible part de la question environnementale une censure implicite qui conduit à sous-estimer la question, voire l'empire. Ainsi le défi du siècle ne remplit pas les étagères des bibliothèques universitaires et l'impulsion donnée par le GIEC depuis presque 40 ans patine à stimuler la recherche économique. Pourtant, allouer les ressources finies de la planète pour permettre, selon les termes du rapport Brundtland (Visser & Brundtland, 1987), de satisfaire les besoins des générations actuelles sans compromettre la possibilité pour les générations de le faire également est un enjeu vital. Il s'agit à la fois de résoudre la tragédie des communs et celle des horizons et on ne peut qu'être perplexe devant le peu d'engagement de la communauté scientifique sur ces sujets.

Du côté d'*Economie et Statistique / Economics and Statistics*, le bilan est mitigé (tableau). La publication d'un numéro spécial dédié à l'environnement en 1992, seulement deux années après

le premier rapport du GIEC, était remarquable tant le sujet paraissait loin, à l'époque, des priorités de politique publique. L'environnement était un sujet de politique publique, mais bien souvent limité à la gestion des ressources épuisables, à la pollution de l'air, à la valeur des paysages ou aux nuisances de la modernité, c'est-à-dire bien loin de la question systémique formalisée par Rockström *et al.* (2009a). Or, ce numéro spécial allait déjà plus loin que les anciennes préoccupations environnementales. Il a été suivi en 2013 d'un dossier sur la microévaluation environnementale, accompagnant le tournant empirique récent des études sur l'environnement (Castro e Silva & Teixeira, 2011).

Mais la part des articles dédiés à l'environnement dans *Economie et Statistique / Economics and Statistics* depuis 1992 n'est « que » de 3,3 % (diminuant à 2,6 % depuis 2014), d'après le recensement que nous en avons fait. C'est le même ordre de grandeur que les postes ouverts dans les seuls départements d'économie depuis dix ans (3,5 % depuis 2014) – bien que la comparaison n'ait rien d'immédiat –, mais moins que l'ensemble de la profession (5,5 % depuis 2014) et ce score reste stable dans les années récentes. Faits notables : 1. dans le numéro anniversaire des 50 ans d'*Economie et Statistique / Economics and Statistics*, en 2019 (Djiriguiian & Sémécurbe, 2019), le mot « environnement » n'apparaît pas dans les nuages de mots tirés des résumés ; 2. dans le très riche numéro spécial d'*Economie et Statistique* consacré à la modélisation en 2012 (numéros 451-453) aucune mention à l'environnement n'est faite (Laffargue *et al.*, 2012).

C'est pourquoi la publication de trois articles supplémentaires dans *Economie et Statistique / Economics and Statistics* est une étape importante, qui, si elle ne bouleversera pas les statistiques évoquées¹, apporte des éclairages importants sur un sujet fondamental. Parce qu'il est peu exploré, les politiques publiques qui sont (ou seront) mises en œuvre à grande échelle sont construites avec insuffisamment de connaissances et de guides, ce qui fait courir le risque de politiques mal calibrées, mal menées, peu efficaces et finalement abandonnées parce que trop coûteuses, trop brutales ou trop injustes – les exemples sont nombreux de la taxe carbone au diagnostic de performance énergétique en passant par le leasing social.

1. Ajoutant tout de même presque 50 % d'articles sur ce sujet depuis 2014 et les articles issus de l'appel à contributions sur les questions environnementales de mars 2023 (https://www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/3897066/ES_appel_environnement_2023_FR-EN.pdf) ne sont pas encore tous publiés.

Tableau – 39 articles sur l'environnement publiés dans *Economie et Statistique / Economics and Statistics* depuis 1992

| Titre | Auteurs | Année | N° | Pages |
|--|---|-------|-------------|---------|
| Beyond GDP: A Welfare-Based Estimate of Growth for 14 European Countries and the USA Over Past Decades | Germain, Jean-Marc | 2023 | 539 | 3–25 |
| Impact of COVID-19 Activity Restrictions on Air Pollution: Methodological Considerations in the Economic Valuation of the Long-Term Effects on Mortality | Chanel, Olivier | 2022 | 534-35 | 103–118 |
| Building Indicators for Inclusive Growth and its Sustainability: What Can the National Accounts Offer and How Can They Be Supplemented? | Blanchet, Didier ; Fleurbaey, Marc | 2020 | 517-518-519 | 9–24 |
| The Social Cost of Global Warming and Sustainability Indicators: Lessons from an Application to France | Germain, Jean-Marc ; Lellouch, Thomas | | | 81–102 |
| Price Elasticity of Electricity Demand in France | Auray, Stéphane ; Caponi, Vincenzo ; Ravel, Benoît | 2019 | 513 | 91–103 |
| What Value Do We Attach to Climate Action? | Quinet, Alain | | 510-511-512 | 165–179 |
| Accessibility, Local Pollution and Housing Prices. Evidence from Nantes Métropole, France | Brécard, Dorothée ; Le Boennec, Rémy ; Salladaré, Frédéric | 2018 | 500-501-502 | 97–115 |
| <i>Introduction. L'évaluation économique des services ou des dommages liés à l'environnement, vingt ans après</i> | <i>Bureau, Dominique ; Point, Patrick</i> | | | 71–77 |
| Les risques industriels et le prix des logements | Gislain-Letrémy, Céline ; Katosky, Arthur | | | 79–106 |
| Comment les individus valorisent-ils les décès associés à la pollution atmosphérique ? Une comparaison de trois scénarios hypothétiques | Ami, Dominique ; Aprahamian, Frédéric ; Chanel, Olivier ; Luchini, Stéphane | 2013 | 460-461 | 107–128 |
| Identification et analyse des préférences lexicographiques en évaluation économique | Rulleau, Bénédicte ; Dachary-Bernard, Jeanne | | | 129–144 |
| Évaluation des aménités urbaines par la méthode des prix hédoniques : une application au cas de la ville d'Angers | Travers, Muriel ; Appere, Gildas ; Larue, Solène | | | 145–163 |
| <i>Introduction générale</i> | <i>Hubert, Jean-Paul</i> | | | 3–11 |
| Évolutions récentes des émissions de CO ₂ liées à la mobilité des Français : analyser les dynamiques à l'œuvre grâce aux enquêtes nationales Transports de 1994 et 2008 | Nicolas, Jean-Pierre ; Verry, Damien ; Longuar, Zahia | 2012 | 457-458 | 161–183 |
| Évaluation des effets des zonages environnementaux sur la croissance urbaine et l'activité agricole | Geniaux, Ghislain ; Napoléone, Claude | 2011 | 444-445 | 181–199 |
| Émissions de gaz à effet de serre dues à l'agriculture et aux usages des sols en France : une analyse spatiale | Chakir, Raja ; De Cara, Stéphane ; Vermont, Bruno | | | 201–221 |
| Approche multidimensionnelle de la valeur économique des loisirs de nature | Rulleau, Bénédicte ; Dehez, Jeffrey ; Point, Patrick | 2009 | 421 | 29–46 |
| Vers un renouveau encore fragile des méthodes de préférences déclarées - Commentaire de 'Approche multidimensionnelle de la valeur économique des loisirs de nature' | Ami, Dominique ; Chanel, Olivier | | | 47–51 |
| La norme ISO 14001 est-elle efficace ? Une étude économétrique sur l'industrie française | Riedinger, Nicolas ; Thévenot, Céline | 2008 | 411 | 3–19 |
| <i>Commentaire : L'efficacité environnementale de la norme ISO 14001 : un concept aux dimensions multiples</i> | <i>Grolleau, Gilles ; Mzoughi, Naoufel</i> | | | 21–23 |
| Une évaluation économique du paysage | Dachary-Bernard, Jeanne | 2004 | 373 | 57–74 |
| <i>Commentaire de 'Une évaluation économique du paysage', Une méthode innovante à développer, des résultats encore fragiles</i> | <i>Cavallhès, Jean</i> | | | 75–80 |
| De la singularité de la méthode d'évaluation contingente | Luchini, Stéphane | | | 141–152 |
| Les pertes d'usage récréatif du patrimoine forestier après les tempêtes de 1999 : le cas de la forêt de Fontainebleau | Scherrer, Sylvie | 2002 | 357 | 153–172 |
| Évaluation des dommages des marées noires : une illustration à partir du cas de l'Erika et des pertes d'agrément des résidents | Bonnieux, François ; Rainelli, Pierre | | | 173–187 |
| Intérêts et limites de la méthode du transfert de bénéfices | Rozan, Anne ; Stenger, Anne | 2000 | 336 | 69–78 |
| Une évaluation économique de la pollution atmosphérique | Lescure, Roland ; Nogier, Antoine ; Tourjansky-Cabart, Laure | 1997 | 307 | 3-20 |

→

Tableau – (suite)

| Titre | Auteurs | Année | N° | Pages |
|---|--|-------|---------|---------|
| Les déchets d'emballages ménagers : une analyse économique des politiques allemande et française | Defeuille, Christophe ; Quirion, Philippe | 1995 | 290 | 69–79 |
| Politique des déchets : l'approche du Royaume-Uni | Litvan, David | | | 81–90 |
| <i>Présentation générale</i> | <i>Henry, Claude ; Bureau, Dominique</i> | 1992 | 258-259 | 3–7 |
| Les services rendus par le patrimoine naturel : une évaluation fondée sur des principes économiques | Point, Patrick | | | 11–18 |
| Les français et l'environnement : de l'intention à l'action | Dufour, Ariane | | | 19–25 |
| Les instruments des politiques d'environnement | Delache, Xavier ; Gastaldo, Sylviane | | | 27–34 |
| Les « droits à polluer » aux États-Unis | Gastaldo, Sylviane | | | 35–41 |
| L'effet de serre : pourquoi une approche par la tarification ? | Gastaldo, Sylviane | | | 45–54 |
| Effet de serre et relations Nord-Sud – Enjeux et difficultés d'un accord global | Burniaux, Jean-Marc ; Oliveira Martins, Joaquim | | | 55–68 |
| Environnement et croissance : un faux dilemme pour les pays en développement | Kenigswald, Laurent | | | 69–75 |
| La protection de l'environnement dans les pays développés | Avérous, Christian | | | 77–85 |
| La voiture propre | Brunel, Philippe ; Perillo, Thierry | | | 89–94 |
| La situation de l'eau en France | Paoli, Dominique ; Rieu, Thierry | | | 95–104 |
| La prise en compte de l'environnement dans les politiques agricoles | Amand-Madelin, Virginie | | | 105–112 |
| La préservation des espèces : que peuvent dire les économistes ? | Angel, Martin ; Glachant, Matthieu ; Lévêque, François | | | 113–119 |
| Transports et environnement – Comment valoriser et maîtriser les effets externes ? | Bonnafous, Alain | | | 121–128 |
| Les déchets : rebuts ou ressources ? | Bertolini, Gérard | | | 129–134 |

Note : sélection forcément un peu subjective par l'auteur et Dominique Goux. Outre les 39 articles, le tableau inclut, en italique, les introductions et commentaires d'articles sur l'environnement.

Sources : www.insee.fr, www.persee.fr.

Les défis du défi du siècle

Bretschger & Pittel (2020) listent 20 défis pour la science économique². On peut en retenir trois axes principaux pour la conception et la conduite des politiques de la transformation environnementale des sociétés :

1. Faire de la prospective, anticiper et quantifier les conséquences du changement climatique et des politiques de transition et d'adaptation. Cela implique de recenser les expositions au changement climatique et aux politiques environnementales. Des choix complexes et couteux devront être fait quant à la granularité des analyses : la multiplication des dimensions, de la géographie aux catégories sociales, des types d'événements climatiques à la dimension sectorielle, oblige à un effort de collecte de données jamais réalisé ;
2. Élaborer les politiques publiques du « zéro émissions nettes de carbone », c'est-à-dire des politiques de transformation radicale du système productif, de la production d'énergie à son utilisation, des modes de consommation, de la conversion du capital installé ou encore de l'innovation et l'innovation dirigée. Et cela

en ajoutant les nouvelles activités comme le recyclage, la réparation des écosystèmes ou la gestion des puits de carbone ;

3. Comprendre le changement en cours en collectant les données et donc en refondant la statistique publique et en adaptant les concepts de la comptabilité publique pour à la fois appréhender le bien-être – pour permettre la réflexivité des sociétés – mais aussi capter les aspects redistributifs, conflictuels et incertains de l'évolution du bien-être dans la transition. Les outils de compréhension peuvent paraître secondaires par rapport au « faire » du point 2. mais ils en sont une des conditions nécessaires et une condition nécessaire de l'acceptation des politiques publiques.

2. 1) transition vers la neutralité carbone ; 2) dynamique des systèmes liés économiques et écosystèmes ; 3) risque, incertitude et résilience ; 4) dépendance au chemin et changements radicaux ; 5) béhaviorisme (ou comportementalisme) ; 6) institutions de la transition ; 7) équité de l'accès à l'environnement ; 8) capital naturel et perte de la biodiversité ; 9) valorisation des écosystèmes ; 10) conflits autour des ressources naturelles ; 11) liens entre population et environnement ; 12) usage et dégradation des sols et des puits de carbone ; 13) migration environnementales ; 14) urbanisation comme levier de dé-carbonisation ; 15) santé et environnement ; 16) finance verte et exposition au carbone ; 17) transformation du système énergétique ; 18) numérique soutenable ; 19) analyse empirique causale environnementale ; 20) modélisation structurelle et transparence.

Ces trois axes sont centrés sur le changement climatique et l'objectif de la décarbonation des sociétés. Le chantier de la préservation de la biodiversité est un élément essentiel qui est parfois aligné sur l'objectif net zéro mais parfois en contradiction. La connaissance sur ce sujet est encore parcellaire, en deçà de la complexité du sujet et avancer sur ce sujet nécessite un effort considérable de désagrégation. Si l'on sait faire avec plus ou moins de vraisemblance des modèles couplés climat macroéconomie, intégrer les écosystèmes et l'économie implique une granularité inatteignable dans l'état actuel des systèmes d'information mais aussi des capacités de modélisation. En un peu moins de quatre décennies le GIEC a fait progresser la modélisation du climat, pour presque aboutir à la capacité d'anticiper les conséquences locales dans leurs principales dimensions³ du changement climatique. Anticiper l'évolution des écosystèmes et leur interaction avec les sociétés humaines est un chantier à peine effleuré aujourd'hui.

Ces trois axes, ainsi que la prise en compte de la biodiversité sont les sujets ouverts par le rapport *Les incidences économiques de l'action pour le climat* de Selma Mahfouz et Jean Pisani-Ferry (Pisani-Ferry & Mahfouz, 2023). En mettant à contribution de nombreux auteurs, notamment dans l'administration française, la rédaction de ce rapport a suscité des travaux de synthèse sur le cadre méthodologique, théorique et empirique de la transition environnementale et de ses conséquences. Les trois articles publiés par *Economie et Statistique / Economics and Statistics* découlent directement de ces contributions et apportent des éléments de réponses aux trois axes évoqués.

L'article de **Didier Blanchet** et **Craig Pesme** (Blanchet & Pesme, 2024) développe un cadre original, modélisé qui permet de discuter de la mesure pratique du bien-être et de son évolution et s'inscrit directement dans l'axe 3. L'article écarte les questions de redistribution en se limitant à un individu représentatif. La difficulté soulevée dans ce cadre simplifié justifie l'approximation, mais on ne peut que souhaiter qu'elle soit levée dans un avenir proche. Le premier point fait par Blanchet et Pesme est que la mesure du bien-être proposée par la comptabilité nationale et sociale, à savoir le revenu disponible déflaté par un indice de prix chaîné, peut être pertinente lorsque les prix sont le levier utilisé pour atteindre la trajectoire de transition. Dans ce cas, à quelques détails près de dépendance au chemin provoquée par les indices chaînés, on peut utiliser le revenu disponible comme un proxy de l'évolution du bien-être et

donc continuer à parler d'évolution du pouvoir d'achat. Cela n'éteint pas les nombreuses critiques faites à cet indicateur, dont certaines sont aiguës dans la transition. Par exemple, la prise en compte des dépenses collectives, des éléments non monétaires individualisables (la santé) ou non (l'état de la Nature) demandent des mesures spécifiques, pour construire un revenu élargi, dont certaines sont difficiles à systématiser pour une production régulière. Une autre difficulté, particulièrement sensible lorsqu'on analyse des changements profonds, est que les indices de prix sont aveugles à l'introduction des nouveaux biens. Ce problème n'est pas nouveau et est au cœur de la difficulté d'analyse de l'innovation dans les comptes nationaux (pointée par de nombreux auteurs). Sans de nouvelles hypothèses il est difficile de quantifier le gain apporté par un produit nouveau. La transition environnementale n'échappe pas à cette difficulté, sauf à considérer que les biens verts qui remplacent les biens bruns sont très proches ou très substituables et que leur prix (des biens verts relatif aux biens bruns) représente assez bien la perte d'utilité du consommateur.

Mais l'apport de l'article de Blanchet et Pesme n'est pas de rappeler ces éléments connus. Si la transformation de la société se fait par des interdictions ou des normes plutôt que par des prix, la notion de déflateur perd sa capacité de mesure du bien-être. Il existe un équivalent prix à la contrainte, mais sa quantification demande un travail qui met cette équivalence hors de portée du comptable national. Une alternative est le revenu-équivalent, notion développée depuis quelques décennies par Marc Fleurbaey ou Didier Blanchet (Blanchet & Fleurbaey, 2020, 2022 ; Fleurbaey, 2016 ; Fleurbaey & Blanchet, 2013). Le revenu équivalent permet de traiter simplement les questions de contrainte et de retrouver l'équivalence entre prix et norme. Cependant, une difficulté se fait jour : la transformation radicale de la société pour répondre à l'urgence climatique peut se comprendre comme un changement de préférences. Ce changement peut être antérieur à la transition et en être le moteur, il peut être postérieur, actant a posteriori et une fois accompli le changement de valeurs sociales impliquées par la transformation ou il peut évoluer de concert avec les transformations. Ce changement de préférences peut tomber du ciel ou être impulsé par des *nudges*, des politiques publiques ou de l'éducation. Le changement de

3. Ces principales dimensions sont, entre autres, les températures moyennes au cours de l'année, la probabilité de températures extrêmes, la probabilité de périodes longues de températures extrêmes, les précipitations moyennes ainsi que les éléments de la distribution des précipitations et les événements climatiques extrêmes (tempêtes).

préférences ouvre des perspectives vertigineuses sur l'analyse du bien-être rendant presque caduque les tentatives de mesures et jetant de fait un doute sur celles qui seront proposées. Le revenu équivalent n'apporte pas de solution miracle face aux changements de préférence mais permet d'en saisir géométriquement la conséquence. Le travail de Blanchet et Pesme ne donne pas de feuille de route simple pour la comptabilité économique et sociale, mais il permet d'éviter de lui faire dire dans la transition des choses inexactes.

L'article de **Miquel Oliu-Barton, Aude Pommeret, Alice Robinet, Katheline Schubert et Mathilde Viennot** explore précisément la question du changement des préférences et des leviers de politique publique qui peuvent le provoquer. Si Blanchet et Pesme s'attachent à intégrer le changement de préférences dans le cadre de la quantification des variations de bien-être, l'objet de Oliu-Barton *et al.* (2024) est dans la droite ligne de l'axe 2. La notion abstraite de changement des préférences est ramenée à celle plus opérationnelle de la sobriété, traduit par *sufficiency* en anglais et qui est identifiée comme un des outils majeurs de la transition (Saheb, 2021). En utilisant les quatre formes de sobriété définies par négaWatt (sobriété structurelle, dimensionnelle, d'usage, coopérative), les auteurs s'attachent à recenser la littérature existante pour trouver les fondements d'un changement de préférences et d'identifier la façon de le produire par les politiques publiques.

Le sujet est hors des sentiers battus de l'économie *mainstream* où les préférences sont une notion non observée qui renvoie au libre arbitre souverain des individus. On observe d'un côté des comportements, on peut leur associer des préférences desquelles ces comportements découlent rationnellement. La véritable hypothèse des économistes est en fait dans la constance de ces préférences, au moins localement, ce qui permet l'identification empirique et une prédiction des comportements. Cette vision a bien sûr été largement critiquée, dans le champ de l'économie comme de l'extérieur. Réduire la rationalité à la maximisation sous contrainte des préférences et imposer aux préférences une axiomatique non ambiguë sont une façon alambiquée et appauvrie d'aborder la rationalité d'individus sociaux. Imaginer la modification des préférences est un moyen détourné de faire entrer ces conceptions plus solides de la rationalité dans le champ de l'économie.

Alternativement, suivant les travaux de Richard Thaler et Cass Sunstein (Thaler & Sunstein,

2009), on peut postuler que les décisions prises ne sont pas le reflet direct des préférences mais que des biais cognitifs éloignent la décision effective de la décision optimale. Cela ne renverse pas la tautologie épistémologique mais permet une représentation formelle plus directe de la possibilité des *nudges* de modifier les choix en les rapprochant de la rationalité (ce qu'on appelle parfois le libéralisme paternaliste). Des modélisations simples de ces biais cognitifs ont été proposées, avec l'avantage de pouvoir conserver les modélisations usuelles et d'introduire des politiques publiques modifiant les biais cognitifs (généralement dans le sens de la réduction de l'ampleur du biais).

Dans un cas comme dans l'autre, nous sommes loin d'être capables de « quantifier » ces changements de préférence et donc de justifier pleinement l'emploi de cette logique du recours aux préférences – augmentées de leur dynamique – dans un cadre modélisé. Le travail d'Oliu-Barton *et al.* s'inscrit dans cette perspective et, partant d'un modèle de référence, montre ce que des politiques de sobriété apportent à la boîte à outil des politiques publiques. Un des arguments de l'article est qu'il n'est pas nécessaire de prélever une taxe, et éventuellement de la redistribuer ensuite, pour modifier les comportements. C'est donc une façon de contourner les résistances aux politiques de taxation qu'il est très difficile de rendre transparentes, acceptées et soutenables dans la durée. Outre que sobriété n'implique pas décroissance – les consommations évitées se reportent sur d'autres et la sobriété permet plus d'efficacité de la consommation en émissions de gaz à effet de serre –, un des résultats importants de l'article est l'équivalence entre une taxe redistribuée et une modification des préférences. Ce résultat soulève une question immédiate : la taxation et son recyclage posent trois problèmes distributifs (l'exposition à la taxe, la construction de la base de taxation, la base du recyclage). Introduire l'hétérogénéité des agents dans le modèle et produire des identifications empiriques de cette « dynamique des préférences » est un objectif sans doute atteignable. Cela permettrait de répondre à la question « peut-on par des politiques de sobriété poser dans des termes différents les questions de partage du fardeau ? ».

L'article de **Florian Jacquetin et Gaël Callonnec** (Jacquetin & Callonnec, 2024) s'inscrit dans cet axe. Ils cherchent à évaluer les dommages climatiques par une méthode macro sectorielle et en compilant différentes estimations issues de la littérature dans chacun des secteurs – par un

mélange de méthodes très diverses. Les auteurs cherchent néanmoins à produire un diagnostic cohérent et exhaustif. Ils diffèrent d'évaluation des dommages comme celle produite par le JRC (Joint research center, Centre commun de recherche de la Commission européenne, Feyen *et al.*, 2020). Ce n'est pas le bien-être qu'ils cherchent à estimer, dans une perspective d'analyse coût-bénéfice, mais ils construisent un scénario macroéconomique, informant entre autres sur la trajectoire du PIB, dans sa définition usuelle, mais aussi sur celles des finances publiques ou du marché du travail. L'exercice est de nature différente, dans une perspective appliquée et cherchant à informer la politique publique. Ce travail rejoint ainsi ceux du réseau des banques centrales (NGFS) pour lesquels la prospective est indispensable pour évaluer la stabilité du système financier dans le futur.

La prospective est insatisfaisante pour plusieurs raisons auxquelles le travail de Jacquetin et Callonnec n'échappe pas :

a. l'extrapolation du passé, surtout hors des intervalles observés dans le passé, est aveugle à des phénomènes malheureusement très probables. L'accélération des tendances par des boucles de rétroaction positives conduit à sous-estimer les changements quand les boucles de rétroaction négatives conduisent à les exagérer. La combinaison des deux erreurs peut amener le système économique dans des états difficiles à accepter et très éloignés de ce que l'extrapolation produit. La simple construction d'un scénario tendanciel suppose ainsi que la distribution des erreurs est suffisamment « normale » (ne suit pas une loi de Cauchy par exemple) et que l'espérance des variables d'état peut être calculée, ou encore que le système est suffisamment déterministe pour qu'une tendance ait une signification. Le choix de Jacquetin et Callonnec de ne pas prendre en compte les politiques de transition ou d'adaptation illustre le sens et les limites que l'on peut donner à une trajectoire extrapolée : l'extrapolation n'est pas un exercice trivial parce que le système considéré comporte de nombreuses variables d'état qu'il a fallu choisir, mais la trajectoire extrapolée n'est pas un futur probable. Elle ne sert que de référence pour établir des réponses qui modifieront le futur du système ;

b. l'erreur de modèle, c'est-à-dire l'oubli dans la construction du scénario de dimensions pourtant très déterminantes de la dynamique du système, conduit à négliger certains phénomènes et des variables d'état que l'on n'observe pas. La trajectoire anticipée est ainsi contrainte sur un

plan alors qu'elle se développe dans un espace à trois dimensions. Le choix de Jacquetin et Callonnec de conduire une analyse sectorielle est un apport par rapport à une analyse plus agrégée comme celle menée dans le modèle DICE de Nordhaus (Nordhaus, 2019). Cet apport permet d'intégrer des évaluations par secteur, informées par des données spécifiques et des analyses de tendances et de mécanismes propres à chaque secteur. Le tourisme ne répond pas aux mêmes déterminants que l'agriculture et implique des logiques radicalement différentes, de la prise en compte de l'impact du climat aux conséquences macroéconomiques. En échappant à la nécessité d'un cadre unifié on peut affiner et rendre l'analyse plus vraisemblable. Mais en choisissant la dimension sectorielle, on néglige la dimension géographique ; pourtant en rendant des zones moins attractives voire invivables, le changement climatique peut induire des migrations internes et des évolutions de prix spatialement différenciées. En retour, ce changement de structure spatiale peut être déterminant quant à la trajectoire macroéconomique et demander des politiques publiques spécifiques. On peut rêver de combiner les deux dimensions et d'être à même d'en articuler les dynamiques avec la dynamique globale, en faisant apparaître ainsi des canaux de transmission et de rétroaction peu intuitifs et importants – c'est le but de la modélisation que de produire de telles analyses. Mais ce rêve est coûteux en capacité de calcul et en acquisition d'information, au point qu'il est inaccessible aujourd'hui. Si le travail de Jacquetin et Callonnec nous indique quelque chose c'est que nous avons besoin de guides théoriques pour pouvoir allouer nos ressources limitées de modélisation appliquée sur les phénomènes et les dimensions critiques de l'anticipation des conséquences du changement climatique.

Informer les choix publics

Economie et Statistique / Economics and Statistics *visent (...)* à contribuer au débat économique et social en apportant des éclairages accessibles à des lecteurs qui ne sont pas nécessairement spécialistes du sujet. Indéniablement, la publication de ces trois articles constitue une contribution utile et bienvenue pour informer les choix publics dans la transition. Les sujets ouverts par le rapport Pisani-Ferry Mahfouz trouvent ici une traduction plus rigoureuse et pourtant accessible. Mais, le domaine est loin d'être épuisé et on ne peut qu'espérer que chaque numéro à venir parviendra à contribuer au moins autant que celui-ci au défi du siècle. □

BIBLIOGRAPHIE

Articles du dossier

Blanchet, D. & Pesme, C. (2024). Costs and Co-Benefits of Climate Transition Policies: How Accurately Will They Be Measured by Standard of Living and Well-Being Indicators? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 3–20 (ce numéro).

Jacquetin, F. & Callonnec, G. (2024). Macroeconomic Impact of Climate Damage in France. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 39–64 (ce numéro).

Oliu-Barton, M., Pommeret, A., Robinet, A., Schubert, K. & Viennot, M. (2024). Chosen Energy Sufficiency: Preference Shocks and Behavioural Biases. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 21–37 (ce numéro).

Autres références

Blanchet, D. & Fleurbaey, M. (2020). Building Indicators for Inclusive Growth and its Sustainability: What Can the National Accounts Offer and How Can They Be Supplemented? *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 517-518-519, 9–24. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.517t.2020>

Blanchet, D. & Fleurbaey, M. (2022). Values, Volumes, and Price-Volume Decompositions: On Some Issues Raised (Again) by the Health Crisis. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 532-33, 71–88. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2022.532.2072>

Bretschger, L. & Pittel, K. (2020). Twenty Key Challenges in Environmental and Resource Economics. *Environmental & Resource Economics*, 77(4), 725–750. <https://doi.org/10.1007/s10640-020-00516-y>

Castro e Silva, M. & Teixeira, A. C. (2011). A bibliometric account of the evolution of EE in the last two decades: Is ecological economics (becoming) a post-normal science? *Ecological Economics*, 70(5), 849–862. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.11.016>

Costanza, R., Howarth, R. B., Kubiszewski, I., Liu, S., Ma, C., Plumecocq, G. & Stern, D. I. (2016). Influential publications in ecological economics revisited. *Ecological Economics*, 123, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.007>

Djiriguan, J. & Sémécurbe, F. (2019). Fifty Years of Abstracts in the Journal *Economie et Statistique*. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 510-511-512, 7–11. <https://doi.org/10.24187/ecostat.2019.510t.1999>

Fleurbaey, M. (2016). *Equivalent Income*. Matthew D. Adler & Marc Fleurbaey (dir.), Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199325818.013.15>

Fleurbaey, M. & Blanchet, D. (2013). *Beyond GDP: Measuring Welfare and Assessing Sustainability*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199767199.001.0001>

Heckman, J. J. & Moktan, S. (2020). Publishing and Promotion in Economics: The Tyranny of the Top Five. *Journal of Economic Literature*, 58(2), 419–470. <https://doi.org/10.1257/jel.20191574>

Feyen, L., Ciscar, J., Gosling, S., Ibarreta, D. & Soria, A. (2020). *Climate Change Impacts and Adaptation in Europe*. JRC Publications Repository, 13 may 2020. <https://doi.org/10.2760/171121>

Laffargue, J.-P., Malgrange, P. & Morin, P. (2012). Préface : La modélisation macroéconomique : continuités, tensions. *Economie et Statistique*, 451-453, 11–20. <https://doi.org/10.3406/estat.2012.9735>

Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. *American Economic Review*, 109(6), 1991–2014. <https://doi.org/10.1257/aer.109.6.1991>

Pisani-Ferry, J. & Mahfouz, S. (2023). Les Incidences économiques de l'action pour le climat. France Stratégie, Rapport. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/2023-incidences-economiques-rapport-pisani-5juin.pdf>

Polasky, S., Kling, C. L., Levin, S. A., Carpenter, S. R., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Heal, G. M. & Lubchenco, J. (2019). Role of economics in analyzing the environment and sustainable development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(12), 5233–5238. <https://doi.org/10.1073/pnas.1901616116>

Pottier, A. (2016). *Comment les économistes réchauffent la planète*. Seuil. <https://doi.org/10.3917/ls.potti.2016.01>

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Bloh, W. von, Feulner, G., ..., Weber, L. & Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S.I., Lambin, E., Lenton, T., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., ..., Crutzen, P. & Foley, J. (2009a). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K. & Persson, Å. (2009b). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475. <http://www.nature.com/nature/journal/v461/n7263/full/461472a.html>

Saheb, Y. (2021). COP26: Sufficiency Should be First.

<https://www.buildingsandcities.org/insights/commentaries/cop26-sufficiency.html>

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., Vries, W. de, Wit, C.A. de, Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223). <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

Thaler, R. H. & Sunstein, C. R. (2009). *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness*. Penguin Publishing Group.

Visser, W. & Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future ('The Brundtland Report')*: World Commission on Environment and Development. In: Greenleaf Publishing Limited, 52–55.

https://doi.org/10.9774/gleaf.978-1-907643-44-6_12

L'attachement aux animaux de compagnie revisité

Attachment to Pets Revisited

Cécile Brousse* et Marceline Bodier**

Résumé – Il est depuis longtemps établi que les personnes seules sont les moins susceptibles de posséder un animal de compagnie. L'enquête Emploi du temps de 2010 confirme cette loi et permet en outre d'étudier les activités et le temps partagés avec les animaux de compagnie. Elle permet aussi d'analyser les termes que l'on emploie pour décrire les activités faites avec eux. Nous montrons que les personnes seules qui possèdent un animal de compagnie passent plus de temps avec lui, notamment à jouer. Nous montrons également que les femmes et les personnes âgées utilisent plus que les autres un vocabulaire d'un registre qu'on pourrait qualifier d'« anthropomorphique » pour décrire la place de leurs animaux dans leur quotidien. Cela explique que les personnes seules utilisent plus que les autres un vocabulaire « anthropomorphique » puisqu'elles sont plus souvent des femmes et des personnes âgées.

Abstract – *It has long been perceived wisdom that single people are those least likely to own a pet. The 2010 Emploi du temps (Time Use) survey confirms this pattern, while also making it possible to examine the activities and time shared with pets. It also allows an analysis of the terms people use to describe the activities carried out with their pets. We show that single people who own a pet spend more time with it, especially playing together with it. We also show that women and the elderly use language from a register that could be described as “anthropomorphic” to describe the way their pets fit into their daily lives more than other groups. It explains why single people use “anthropomorphic” language more than others, since they are more likely to be women and elderly people.*

JEL : J22, N30

Mots-clés : emploi du temps, loisirs, animaux de compagnie, statut du ménage, analyse textuelle

Keywords: *time use, leisure activities, pets, household status, textual analysis*

* Insee, École normale supérieure-PSL ; ** Insee. Correspondance : cecile.brousse@insee.fr

Les autrices remercient Dominique Goux et Pauline Givord pour leur disponibilité et leurs précieux conseils sur leur travail, les participants au 8^e congrès de l'Association Française de Sociologie (Aix-en-Provence, 2019), et les deux référés anonymes pour leurs remarques à la fois motivantes et stimulantes.

Reçu en juillet 2023, accepté en février 2024.

Les jugements et opinions exprimés par les auteurs n'engagent qu'eux-mêmes, et non les institutions auxquelles ils appartiennent, ni a fortiori l'Insee.

Citation: Brousse, C. & Bodier, M. (2024). Attachment to Pets Revisited. *Economie et Statistique / Economics and Statistics*, 543, 75–92.
doi: 10.24187/ecostat.2024.543.2120

En 2010, selon la dernière enquête Emploi du temps, 49 % des ménages possédaient un animal de compagnie ou d'élevage. Si on se restreint aux ménages en emploi et résidant en ville, champ sur lequel on dispose des données les plus anciennes, cette part aurait progressé de 5 points depuis 1966, malgré l'urbanisation croissante des modes de vie et les difficultés économiques elles aussi croissantes qui pourraient faire renoncer au coût que représente la possession d'un animal.

Les Français seraient-ils donc attachés à la présence d'un animal dans leur vie ? Pour rendre compte de cet attachement, « les sociologues ont privilégié la relation symbolique à l'animal et les attentes largement inconscientes qu'entretient le maître à son égard » (Herpin & Verger, 2016). Pour Yonnet (1983), c'est un moyen de conserver de l'autorité quand on n'en a plus sur les enfants, tandis que pour Héran (1988), « l'animal fournit le moyen de « répéter » de façon ludique des rapports de domination ou, à l'inverse, de s'en « distancier » de façon symbolique ».

Dans leurs articles successifs, Herpin et Verger reprennent l'approche de la sociologie de la consommation développée par Gary Becker (1973 ; 1974) : l'acquisition d'un animal familial apparaît ainsi comme « le résultat d'une décision qui n'est pas fondamentalement différente de celle que prend le ménage vis-à-vis des produits de consommation » (Herpin & Verger, 1991 ; 1992 et 2016). Ces études permettent d'éclairer de façon assez précise les motifs pour lesquels les ménages acquièrent des animaux. Elles sont cependant limitées par le fait que les enquêtes « quantitatives » du système statistique public sur lesquelles elles s'appuient ne fournissent pas « d'informations sur l'aspect émotionnel de la relation entre l'animal et ses maîtres ».

Pour autant, ces auteurs se demandent si « l'animal de compagnie est [...] un palliatif à la solitude » (Herpin & Verger, 2016). Leur seul indicateur pour examiner cette question est le taux de possession d'animaux, qu'ils comparent selon la structure familiale. L'analyse de ce seul indicateur amène rapidement à la conclusion que l'animal domestique n'est pas un palliatif à la solitude, puisque les personnes seules en ont moins souvent un. Ils comparent également le taux de possession d'animaux aux différents moments du cycle de vie, et constatent une plus grande présence animale au milieu du cycle de vie, quand il y a des enfants : de nouveau, les animaux apparaissent comme le contraire d'un palliatif à la solitude.

Les auteurs concluent cependant que leur article « ne fait pas à l'affectif la place qu'il a dans la vie des possesseurs de chiens, de chats ou de chevaux ». De fait, réduire le lien à l'animal au simple fait de vivre dans un ménage qui en possède un n'épuise vraisemblablement pas le sujet, d'autant plus que si les personnes seules ont moins souvent des animaux, c'est peut-être parce qu'il y a des obstacles matériels (notamment du côté de la possibilité de le sortir ou de s'en occuper en leur absence), si bien que ce n'est pas forcément un choix, mais une contrainte.

Pour examiner le lien à l'animal, la psychologie sociale part d'une démarche exactement inverse de celle qui consiste à analyser les résultats de grandes enquêtes statistiques. Elle part d'une échelle de mesure de l'attachement à l'animal (souvent ad hoc, si bien qu'il en existe de très nombreuses). On demande ensuite à un petit échantillon de volontaires (par exemple des étudiants ou les clients d'un vétérinaire) possédant un animal comment ils situent leur attachement sur cette échelle. Les résultats, qui sont robustes d'une étude à l'autre, concluent que les personnes seules sont plus attachées à leur animal, ainsi que les femmes et les personnes vivant en milieu urbain (Archer, 1997 ; Epley *et al.*, 2008).

Toutefois, ces études souffrent de plusieurs limitations (si bien que des revues de littérature comme celles de Gilbey & Tani (2015) ou Scoresby *et al.* (2021) soulignent le besoin d'études plus larges).

Tout d'abord, elles peuvent établir des corrélations, mais ne peuvent pas parler de causalité, puisqu'elles ne reposent généralement pas sur un suivi temporel de l'échantillon. Ensuite, on peut craindre que les résultats de la psychologie sociale soient obtenus à partir d'échantillons non représentatifs, car les personnes développant un fort attachement à leur animal sont sans doute plus enclines à participer à ce type d'étude. Par ailleurs, l'utilisation d'une échelle d'attachement induit auprès des enquêtés l'idée qu'être attaché à son chien ou à son chat est un registre relationnel légitime. Enfin, de la même manière qu'il y a toujours un biais de publication en faveur des résultats concluants, il pourrait y avoir un biais à la publication d'articles de psychologie sociale lorsque l'hypothèse de départ, celle de l'attachement, est vérifiée.

La sociologie et les statistiques sont des sciences sociales, tandis que la psychologie sociale est une science du comportement. Habituellement, leurs cadres théoriques ne dialoguent guère.

Cependant, d'après Claidière & Guillo (2016), les sciences sociales réduiraient celles du comportement à un « culturalisme caricatural », tandis que les sciences du comportement critiqueraient le « réductionnisme scientiste » des sciences sociales. La sociologie interactionniste serait alors une manière de faire converger les deux corpus.

Dans *Des chiens et des humains*, Guillo (2009) se demande si le chien est « un substitut affectif » au manque humain, lié à des besoins apparus avec la société industrielle. À l'avènement de cette dernière, les modes de vie sont devenus plus fréquemment urbains, avec toutes les conséquences que cela amène en termes d'anonymat, d'éclatement de la sociabilité, et aussi, de resserrement des liens familiaux autour du couple et de ses enfants, de développement du célibat ou des familles monoparentales. Si le chien (ou les autres animaux de compagnie, ajoute Guillo) était un « substitut affectif », on devrait le trouver plus fréquemment en compagnie de personnes en manque de lien social. Constatant que les animaux de compagnie sont plus présents dans les ménages où il y a des enfants, plus présents aussi chez les couples, donc plus présents chez ceux dont « les attentes sont comblées en termes de sociabilité humaine », et moins chez les personnes seules, Guillo conclut que les animaux de compagnie ne peuvent être un substitut affectif. Mais il tire cette conclusion à partir du seul examen des taux de possession, en l'absence d'autre indicateur. On retrouve donc le problème déjà souligné du manque d'indicateurs pertinents pour explorer cette question du « substitut affectif ».

Un autre corpus d'études américaines, se réclamant de la sociologie interactionniste, soutiennent la nécessité de reconnaître une forme d'agentivité aux animaux (i.e. un statut de sujets, d'acteurs, plutôt que d'objets à la disposition des humains). Ces études s'intéressent avant tout aux interactions réelles observées dans des lieux tels que les cliniques vétérinaires, des salons, ou encore relatées au cours d'entretiens ou dans des journaux « intimes », sur des sites internet. Clinton Sanders, précurseur de ce courant, a ainsi étudié ses interactions avec son propre chien pendant quatre ans (Sanders, 1993). Arluke (1988 ; 1990) et Sanders (1993) étudient comment les propriétaires s'adressent au vétérinaire en faisant parler leur animal, et en s'autoproclamant « papa » ou « maman » du chien.

Il s'agit donc de recherches plus qualitatives. Elles approfondissent la question de la nature du

lien à l'animal, mais en étudiant des personnes qui témoignent de leur investissement d'un animal par leur simple présence sur le lieu d'observation : on ne peut leur donner une portée plus générale que celle de la psychologie sociale.

La bibliographie disponible sur l'attachement à l'animal est donc constituée d'une part d'études menées en population générale, qui constatent essentiellement que les personnes seules ont moins d'animaux de compagnie que les autres, et, d'autre part, d'études qualitatives, qui mettent en lumière des phénomènes d'attachement sans les quantifier et sans pouvoir affirmer qu'ils sont universels. Ces deux pans de la bibliographie aboutissent à des conclusions opposées en ce qui concerne l'hypothèse que l'animal serait un « substitut affectif ».

Pour le reformuler dans les limites plus étroites dans lesquelles nous nous situons, la thèse que l'attachement à l'animal serait plus grand lorsqu'on vit seul n'est pas partagée. D'où l'importance de se donner de nouveaux outils pour répondre à cette question : l'attachement à un animal est-il différent selon qu'on vit seul, ou pas ?

Nous proposons ici une approche originale qui s'appuie sur une source statistique très connue et très riche, mais qui n'a jamais été exploitée pour répondre à cette question : l'enquête Emploi du temps (encadré 1). Sa première édition date de 1966, et la dernière, que nous exploitons essentiellement, de 2010. Dans leurs publications successives sur la possession d'animaux domestiques, Herpin & Verger (1991 ; 1992 ; 2016) ont utilisé d'autres sources (l'enquête Loisirs de 1966-1967, l'enquête Contacts de 1983, l'enquête Trois aspects du mode de vie de 1988, l'enquête Budget de Famille de 2010). Pourtant, depuis 1966, les enquêtes Emploi du temps interrogent les ménages sur les animaux qu'ils possèdent (sauf en 1998), et, depuis 1998, la transcription des descriptions que les enquêtés font de leurs journées fournit elle aussi des informations sur la relation aux animaux.

Dans la suite de cet article, l'enquête Emploi du temps va permettre de retrouver les résultats de Herpin & Verger, mais également d'étudier les activités et le temps passé avec les animaux, ce qui n'a à notre connaissance encore jamais été fait. Nous nous appuyons sur une analyse des termes employés par les enquêtés pour décrire leur emploi du temps, notamment les mots utilisés lorsqu'ils parlent des animaux, pour apporter de nouveaux éléments de réponse à la question : l'attachement aux animaux est-il différent lorsqu'on vit seul ?

1. Les personnes seules ont moins souvent un animal de compagnie

L'enquête Emploi du temps de 2010 confirme les résultats obtenus par Herpin & Verger à partir de l'enquête Budget de Famille de 2010 (Herpin & Verger, 2016). En 2010, 48 % des ménages possèdent au moins un animal de compagnie¹. Ce peut être un chien (un quart des ménages, parmi lesquels la moitié ont uniquement un ou plusieurs chiens), un chat (environ un quart des ménages également, parmi lesquels la moitié ont uniquement un ou plusieurs chats), un cochon d'Inde, un poisson rouge, un oiseau, ou même un cheval ou un « Nouvel Animal de Compagnie » (NAC) comme une fouine ou un serpent. Un animal est considéré « de compagnie » si la personne enquêtée le déclare comme tel : les animaux ne sont donc pas « de compagnie » par essence, mais selon les circonstances, et n'importe quel animal peut a priori l'être. De fait, c'est plus rare pour ceux qui, en France, sont aussi d'élevage, tels que les lapins, ou ceux qui sont aussi sauvages, tels que les serpents. Le fait que le questionnaire de l'enquête sépare les questions sur les animaux d'élevage et celles sur les animaux de compagnie repose implicitement sur la distinction faite par Digard (1998) entre animaux de rente et animaux de compagnie, les premiers étant « utiles » et les deuxièmes « inutiles ».

Que ce soit un chien ou un chat, posséder un animal de compagnie est d'abord une question de cycle de vie. La présence d'un animal est plus répandue en milieu de vie, mais aussi pour les niveaux de vie intermédiaires. Les couples ont plus souvent un animal de compagnie que les personnes sans conjoint, et tous en ont plus souvent s'ils ont des enfants. Ces résultats sont confirmés par une analyse toutes choses égales par ailleurs².

Le simple fait de posséder un animal est un indicateur utile, mais il n'est pas approprié

pour étudier la question du lien affectif à l'animal.

2. Étude du temps passé à des activités avec les animaux de compagnie

2.1. Les enquêtes Emploi du temps permettent d'étudier le temps passé avec les animaux de compagnie

Le lien à l'animal se matérialise tout d'abord par la décision du ménage d'en acquérir un ou pas. La qualité ou la force de ce lien va aussi se traduire par le temps plus ou moins long passé avec l'animal. Le temps d'entretien d'un animal est incontournable (il faut le nourrir, le soigner et le sortir, ou lui donner les moyens de sortir, dans le cas d'un chien) ; mais il peut être plus ou moins long. Le temps de jeu avec l'animal quant à lui n'a pas de raison d'être élevé s'il s'agit uniquement d'un animal de garde ; le temps de promenade³ avec un chien est un temps de loisir en concurrence avec les autres loisirs à la disposition du ménage.

Au total, on s'attend à ce que le temps total passé avec l'animal de compagnie, et la force du lien avec lui, soient liés. Or, l'information sur le temps passé avec les animaux est disponible dans les enquêtes Emploi du temps, mais elle n'a, à notre connaissance, jamais été exploitée. Le temps passé à des activités avec les animaux a par ailleurs l'avantage d'être disponible au

1. Cette dénomination a changé au cours du temps (Brousse & Bodier, 2024). Nous utilisons ici le terme de l'enquête, qui distingue les animaux de compagnie et ceux d'élevage, même si notre étude ne valide pas forcément le fait qu'il s'agit d'une relation « de compagnie » calquée sur ce que l'on entend par être « en compagnie de quelqu'un ».

2. Un modèle de régression logistique sur la possession par les ménages d'au moins un animal de compagnie a été estimé en fonction de 14 variables : âge, groupe socioprofessionnel, pays de naissance de la personne de référence, type de ménage, nombre et âge des enfants, quintile de revenu, tranche d'unité urbaine, région, type de logement, nombre de pièces dans le logement, statut d'occupation du logement, possession d'une voiture, d'une résidence secondaire, recours à une aide-ménagère.

3. On parle bien de promenades au sens du loisir privé, et non pas de marches professionnelles avec un chien, par exemple.

ENCADRÉ 1 – L'enquête Emploi du temps de 2010

L'objet des enquêtes Emploi du temps est de quantifier, de la façon la plus précise possible, la durée des activités quotidiennes. Elles estiment le temps passé à chaque activité entreprise tout au long d'une journée particulière. Le recueil de l'information se fait le jour même. Ne sollicitant que très peu la mémoire, ce mode de collecte est plus précis qu'un questionnement rétrospectif (Brousse, 2015).

L'enquête Emploi du temps de 2010 a interrogé 10 675 ménages, représentatifs de la France hors Mayotte. 15 836 individus de 18 ans ou plus ont répondu, chacun décrivant une ou deux de ses journées dans un carnet, soit un total de 27 903 carnets. Les activités de la journée sont décrites par tranches de 10 minutes : pour chaque tranche de 10 minutes, l'enquêté peut décrire son activité principale et le cas échéant une autre activité effectuée dans le même temps : on dispose ainsi d'un ou de deux libellés d'activité pour chaque tranche de 10 minutes de la journée décrite. Parmi les 18 ans ou plus, on recense 726 601 libellés d'activité (principaux ou secondaires), dont 8 362 sont en lien direct avec les animaux, quels qu'ils soient (de compagnie, d'élevage, le gibier, etc.).

niveau individuel plutôt que du ménage. C'est donc cette information individuelle sur la durée passée avec les animaux que nous retenons maintenant comme indicateur de la force du lien entre individus et animaux.

Dans l'enquête Emploi du temps, chaque personne interrogée décrit finement les tâches domestiques et professionnelles qu'elle effectue, ses trajets, et la manière dont elle occupe son temps libre. Chaque occupation décrite est ensuite codée dans une nomenclature qui, dans l'enquête de 2010, compte 140 postes. Deux postes concernent l'entretien des animaux de compagnie, et sont classés parmi les « travaux domestiques » : « s'occuper des animaux de compagnie » et « promener le chien, sortir un animal de compagnie ».

Ces postes de la nomenclature ont le mérite d'exister et suffisent à décrire la répartition du temps entre grandes catégories, mais ils sont cependant mal adaptés pour l'étude du temps passé avec un animal, et encore moins du lien des propriétaires d'animaux avec leur animal.

Tout d'abord, en ne prévoyant que deux postes, la nomenclature limite de facto le champ des activités prises en compte : une partie des jeux, les activités du quotidien (le sommeil, les trajets, etc.) qui sont effectuées « avec son animal », voire le simple fait de ne rien faire ou de regarder la télévision en compagnie d'un animal (et de le décrire de cette manière dans l'enquête), sont des activités classées (ex post) dans la nomenclature comme si l'animal n'existait pas, même lorsqu'il est mentionné. Il n'y a pas de consignes claires, mais il semble même qu'il y ait des différences de codage selon que l'animal est un

chien ou un chat : jouer avec un chien peut être considéré comme « s'occuper d'un animal de compagnie », mais avec un chat, comme faisant partie de ce qui consiste à « ne rien faire, flâner, réfléchir, fumer, se détendre, se reposer, etc. ».

Pour notre étude, nous avons mobilisé une variante de cette nomenclature, qui repère explicitement les activités récréatives réalisées en compagnie d'un animal (Brousse & Bodier, 2024). Cette variante redéfinit les contours des « activités animalières » : le champ des activités « animalières » est plus large que celui prévu par la nomenclature initiale, il intègre des activités qui avaient été classées ailleurs. Elle fait également bouger les frontières entre postes en créant des catégories plus fines (tableau 1).

Dans cette nomenclature redéfinie, par convention⁴, la sortie d'un animal (principalement un chien) est considérée comme une sortie obligatoire « d'entretien » pour les vingt premières minutes et comme de la promenade (de loisir) pour l'éventuelle suite.

Le fait que la nomenclature standard de l'enquête n'ait pas été conçue pour identifier toutes les activités en lien avec les animaux a une autre conséquence : l'outil de codification automatique (Sicore) privilégie l'information provenant d'autres termes que ceux qui désignent les animaux. Par exemple, « je prépare le repas de mon chien » est considéré comme une activité de cuisine. Il ne s'agit pas d'une erreur ; mais si

4. Cette convention se justifie par la nature de la distinction recherchée, mais aussi, par le fait que la distribution des durées passées à l'activité « Promener le chien, sortir un animal de compagnie » (poste 385 de la nomenclature standard) montre un mode à 20 minutes (un quart des promenades durent 20 minutes).

Tableau 1 – Nomenclature d'activités avec les animaux de compagnie redéfinie

| Type d'activités | | Lien avec la nomenclature de l'enquête | Exemples |
|------------------|--|---|--|
| Entretien | Soins aux animaux de compagnie | Proche de la catégorie 384, qu'elle approfondit et complète | Donner à manger au chien, soigner le chat, nettoyer la caisse du chat, visite chez le vétérinaire, dresser, réprimander... |
| | Sortie d'un animal de compagnie (au plus 20 minutes) | Proche de la catégorie 385, qu'elle divise en deux et complète | Sortir le chien... |
| Loisirs | Promenade d'un animal de compagnie (au-delà de 20 minutes) | | Se balader avec le chien, faire une promenade avec le chien et les enfants |
| | Activités récréatives exclusives avec un animal de compagnie | Catégories créées en repérant l'ensemble des libellés initialement classés dans des catégories sans lien avec des animaux, mais dans lesquels un animal est mentionné | Jouer avec le chien, caresser le chat, regarder les chiots, parler à son perroquet, photographier son chat... |
| | Activités récréatives avec un animal de compagnie en parallèle à une autre | Regarder la télévision en caressant le chat, aller au pain avec le chien, faire la grasse matinée avec le chat... | |

l'objectif devient de repérer toutes les activités en lien avec les animaux, la préparation de leur repas relève alors des « soins » qu'on leur donne. En revenant à l'analyse des libellés tels que rédigés par les enquêtés⁵, et en tenant compte de la mention d'un animal dans le libellé, notre recodification privilégie à l'inverse systématiquement les références aux animaux.

Dans cette recodification, nous avons enfin tenu compte de l'information secondaire donnée par les enquêtés, qui est habituellement non prise en compte pour coder les activités (Lemel, 1982). Lorsqu'ils décrivent leur emploi du temps par créneaux de 10 minutes, comme cela est prévu par l'enquête, les enquêtés doivent indiquer leur activité principale au cours de ces 10 minutes, et peuvent éventuellement, ajouter une activité secondaire. En pratique, pour 27 % des activités principales une activité secondaire est aussi indiquée⁶. Et une activité en lien avec les animaux sur dix est déclarée à titre secondaire : dans cette étude, elles sont traitées comme les activités principales⁷.

2.2. Chaque jour, 22 % des personnes vivant avec un animal de compagnie lui consacrent du temps

En 2010, 52 % des personnes âgées de 18 ans ou plus vivent dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie. Ces personnes sont susceptibles de passer du temps avec les animaux du ménage pour le soigner et le sortir, pour se promener avec eux, jouer ou avoir une compagnie⁸.

Le temps quotidien qu'elles consacrent aux animaux de compagnie est en moyenne de treize minutes par personne (tableau 2)⁹. Cependant, seules 22 % de ces personnes consacrent effectivement du temps à leur animal

de compagnie, et pour elles, la durée moyenne consacrée aux animaux atteint presque une heure par jour.

Le temps passé avec son animal de compagnie augmente avec l'âge, du moins jusqu'à 75 ans. Aux âges actifs, les personnes lui consacrent moins de temps si elles sont en emploi. Pour les familles, le temps consacré à l'animal de compagnie par un des adultes est d'autant plus faible que le nombre des enfants est grand et qu'ils sont en bas âge. Le temps consacré à l'animal de compagnie est plus élevé pour les personnes seules (figure I) : 65 % de plus que pour les personnes vivant en couple sans enfant, deux fois plus élevé que pour celles vivant en famille monoparentale, et plus de cinq fois plus élevé que pour les conjoints d'un couple avec enfant. Ces constats se vérifient toutes choses égales par ailleurs (tableau 3).

5. L'accès aux libellés est une spécificité de l'enquête Emploi du temps française, dont nous tirons parti ici, et de nouveau plus loin dans cette étude.

6. Pour les seules activités « animalières », ce choix n'est fait que dans un cas sur dix.

7. Les enquêtes Emploi du temps ont néanmoins leurs limites. L'une est qu'elles ne peuvent pas permettre d'évaluer le temps consacré aux activités difficilement avouables à un enquêteur (la sexualité, les conflits, les actes peu désirables socialement voire répréhensibles). Elles dessinent un univers aseptisé et sans violence, ce qui n'est pas sans conséquence quand on s'intéresse aux relations entre les hommes et les animaux. Dans l'enquête Emploi du temps de 2010, un seul enquêté confie avoir frappé son chat, qui s'en prenait à son stylo.

8. La rédaction est au pluriel pour la simplifier, mais elle inclut les cas où il n'y a qu'un seul animal.

9. Si on utilise les deux postes relatifs aux animaux de compagnie de la nomenclature standard de l'enquête, le temps passé par les propriétaires d'au moins un animal de compagnie à une activité animalière est de 10 minutes par jour. En moyenne chaque jour, 19 % des 18 ans ou plus en « pratiquent » une. Ces « pratiquants » y passent 51 minutes en moyenne. En outre, la nouvelle nomenclature et la recodification augmentent davantage le temps consacré aux animaux de compagnie pour les pères ou mères de familles monoparentales et les personnes seules que pour les autres. Il y a donc un biais qui est corrigé, qui n'est pas sans impact pour notre sujet puisque si on n'en tenait pas compte, on sous-estimerait le temps qu'ils passent avec leur animal davantage que pour tout autre type de personnes.

Tableau 2 – Temps consacré aux animaux de compagnie en 2010

| | Durée (en minutes) | Taux de pratique (en %) | Durée par pratiquant (en minutes) |
|--|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Activités d'entretien des animaux de compagnie | 8 | 21 | 39 |
| Soins | 5 | 12 | 38 |
| Sorties | 3 | 11 | 31 |
| Activités de loisirs avec des animaux de compagnie | 5 | 9 | 49 |
| Promenades de loisirs | 3 | 7 | 45 |
| Autres activités récréatives | 1 | 2 | 54 |
| Ensemble | 13 | 22 | 58 |

Lecture : les personnes qui possèdent un animal de compagnie lui consacrent en moyenne 13 minutes par jour ; 22 % des personnes qui possèdent un animal de compagnie lui consacrent du temps (58 minutes en moyenne).

Source et champ : Insee, enquête Emploi du temps 2010, France hors Mayotte, personnes de 18 ans ou plus vivant dans un ménage possédant au moins un animal de compagnie.

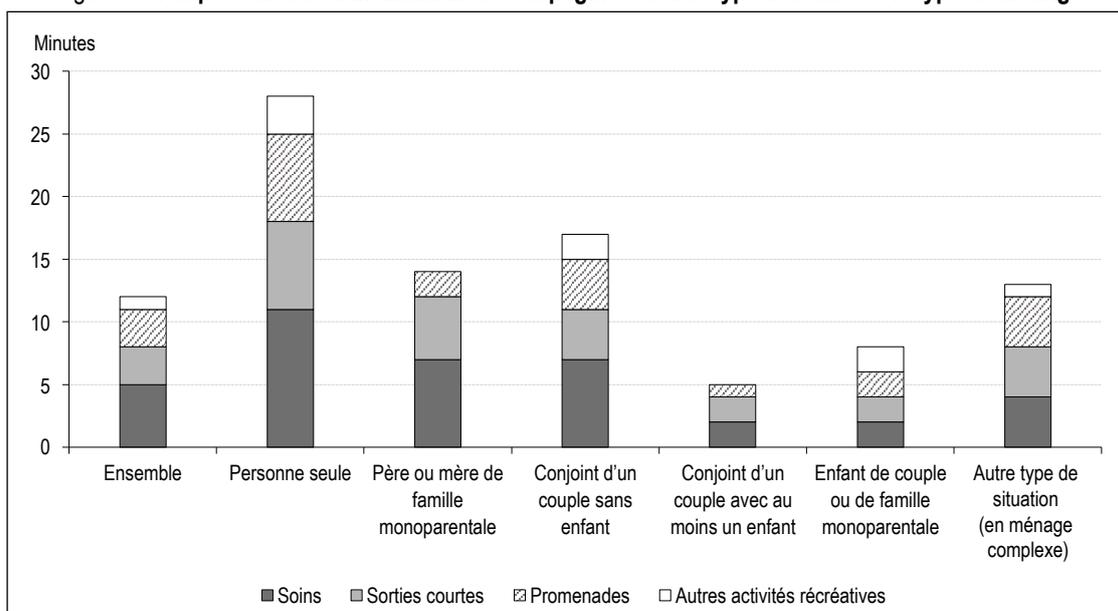
Tableau 3 – Caractéristiques individuelles et durée des activités en lien avec les animaux de compagnie

| | Variable expliquée : durée des activités en lien avec les animaux de compagnie |
|--|--|
| Constante | -3,4* (1,9) |
| Âge et statut d'emploi | |
| 18 à 24 ans | -1,4 (1,9) |
| 25 à 49 ans - en emploi | Réf. |
| 25 à 49 ans - chômeurs ou inactifs | 2,0 (2,3) |
| 50 à 64 ans - en emploi | 3,7*** (1,4) |
| 50 à 64 ans - chômeurs ou inactifs | 8,2*** (1,8) |
| 65 à 74 ans | 12,8*** (2,4) |
| 75 ans ou plus | 10,9*** (2,6) |
| Genre | |
| Femmes | Réf. |
| Hommes | 0,2 (0,9) |
| Statut dans le ménage | |
| Personne seule | 13,2*** (2,1) |
| Père ou mère de famille monoparentale | 6,1** (2,6) |
| Conjoint d'un couple sans enfant | 3,8*** (1,5) |
| Conjoint d'un couple avec au moins un enfant | Réf. |
| Enfant de couple ou de famille monoparentale (de 18 ans ou plus) | 2,9 (2,1) |
| Personne appartenant à un ménage complexe | 1,9 (2,1) |

Note : * coefficient estimé significatif au seuil de 10 % ; ** : coefficient estimé significatif au seuil de 5 % ; *** : coefficient estimé significatif au seuil de 1 %. Modèle : régression linéaire estimée par moindres carrés ordinaires avec des erreurs standards robustes (indiqués entre parenthèses) en grappes (*cluster-robust standard errors*) permettant de tenir compte de la non-indépendance entre deux carnets lorsqu'ils sont remplis par la même personne. N = 13 451. Stewart (2013) a montré que les modèles linéaires multiples sont préférables pour les données des enquêtes Emploi du temps, même si les durées ne peuvent pas être négatives. Les autres variables prises en compte dans le modèle sont le groupe social (7 modalités), la taille de la zone urbaine (6 modalités), le type d'habitat (tenant compte de la présence d'un jardin, 9 modalités), le nombre de pièces du logement (6 modalités), la zone géographique de naissance (6 modalités), les limitations dans la vie quotidienne (4 modalités), le type d'animal possédé par le ménage (7 modalités), le jour de la semaine (3 modalités : samedi, dimanche, autre), le fait d'être un jour de congé ou non, la saison (4 modalités), la météo (5 modalités), le nombre de carnets remplis (2 modalités : 1 ou 2) et la présence d'une « colonne Stiglitz » (qui réduit la place disponible pour décrire les activités).

Source et champ : Insee, enquête Emploi du temps 2010, France hors Mayotte, personnes de 18 ans ou plus vivant dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie.

Figure I – Temps consacré aux animaux de compagnie selon le type d'activité et le type de ménage



Lecture : les personnes seules qui possèdent un animal de compagnie lui consacrent en moyenne 28 minutes par jour. Sur ces 28 minutes, 11 sont consacrées aux soins.

Source et champ : Insee, enquête Emploi du temps 2010, France hors Mayotte, personnes de 18 ans ou plus vivant dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie.

Cette comparaison est faite entre individus, et non pas entre ménages. Pour comparer le temps consacré à un animal par le ménage auquel il appartient, il faudrait pouvoir tenir compte de la composition du ménage (figure I). Ainsi, un ménage constitué de deux conjoints consacre à son animal au minimum exactement le temps déclaré par un des conjoints (dans l'hypothèse où ce temps est systématiquement partagé), et au maximum, le double du temps déclaré par ce conjoint (dans l'hypothèse où ce temps n'est jamais partagé)¹⁰. Dans les faits, le temps consacré à leur animal par les personnes seules n'est pas tout à fait le double de celui qu'y consacrent les personnes en couple sans enfant : c'est potentiellement en partie le reflet du fait qu'elles ne peuvent pas partager les tâches avec une autre personne.

Pour aller plus loin dans l'analyse, nous décomposons maintenant le temps passé avec les animaux selon le type d'activité, en distinguant les activités d'entretien de l'animal (soins, promenade brève) et les activités de loisir (promenade longue, activité récréative). Chaque jour, 21 % des propriétaires ont des activités qui ont trait à l'entretien de leur animal (cf. tableau 2), que ce soient des soins (donner à manger, soigner, nettoyer l'habitat, etc.) ou une sortie brève (moins de 20 minutes). Au total, ces activités durent en moyenne 39 minutes. 9 % des propriétaires ont une activité de loisir avec leur animal de compagnie. Généralement, il s'agit de promenades, qui occupent en moyenne trois quarts d'heure dans la journée. Mais une petite fraction (2 %) déclare également en moyenne 54 minutes d'autres activités de loisir avec leur animal : un jeu, ou tout simplement, la présence d'un animal pendant une activité du quotidien (se détendre, regarder la télévision, etc.).

Les personnes seules consacrent plus de temps d'entretien « obligatoire » (soins, sorties brèves) à leur animal. Mais aussi, le temps consacré à des promenades longues ou à des activités récréatives est plus long pour les personnes seules (plus de deux fois plus long que pour les pères ou mères de famille monoparentale et les conjoints d'un couple avec au moins un enfant, et presque deux fois plus long que pour les conjoints d'un couple sans enfant). Le fait de consacrer plus de temps à ces activités « intentionnellement partagées » avec l'animal peut être un signe d'un attachement plus grand. Au total, l'étude de la durée des activités avec les animaux amène donc à une conclusion qui ne peut pas être tranchée : si les personnes seules ont moins souvent un animal, c'est probablement à cause des contraintes que cela crée ; mais lorsqu'elles

ont un animal, elles passent aussi plus de temps « intentionnellement partagé » avec lui.

3. Analyse textuelle du vocabulaire utilisé pour décrire les activités en lien avec les animaux de compagnie

3.1. Le vocabulaire comme révélateur des liens avec l'animal

On sait qu'il existe un langage spécifique pour s'adresser aux animaux (Hirsh-Pasek & Treiman, 1982). Mondémé (2018) a également montré que ce langage a des points communs avec celui utilisé pour s'adresser aux enfants. En cherchant à « spécifier, à l'aide d'un travail empirique précis, les modalités concrètes par lesquelles on interpelle, s'adresse à, ou même entretient des formes strictement *conversationnelles* avec un animal de compagnie », elle a montré que ces modalités « sont parfois semblables aux modalités (prosodiques, intonatives, séquentielles) utilisées avec de très jeunes enfants, et parfois absolument inédites » (Mondémé, 2018, p. 77).

Par ailleurs, Morand & de Singly (2019) ont montré que les personnes qui ont la plus grande « proximité conversationnelle » avec leur animal (chien ou chat), i.e. qui lui parlent et se confient à lui, sont aussi celles qui lui donnent plus souvent un surnom, et sont aussi celles qui « parlent le plus souvent de lui à d'autres ». Il y aurait donc un lien entre les différents types de discours autour des animaux de compagnie (ceux qui s'adressent à eux et ceux qui parlent d'eux). Nous ne disposons pas de corpus de textes de propriétaires s'adressant à leurs animaux, mais dans l'enquête Emploi du temps de 2010, nous disposons des termes exacts qu'ils utilisent pour décrire les activités avec eux : c'est l'information recueillie dans les carnets remplis par les enquêtés pour décrire leur emploi du temps, à laquelle nous sommes revenues pour modifier la nomenclature d'activités en compagnie des animaux. En examinant ces libellés, on se rend compte que, pour une même activité, les termes utilisés sont très différents d'un enquêté à l'autre, alors même que l'on pourrait penser

10. En 1987, sur des données de 1983, Héran a montré que le nombre moyen d'animaux par ménage n'augmente pas aussi vite que la taille du ménage (Héran, 1987). Toutefois, il n'existe pas de données plus récentes permettant de vérifier que c'est toujours le cas ; tout au plus peut-on constater que les personnes seules ont nettement moins souvent que les autres au moins deux types différents d'animaux de compagnie, mais ça ne préjuge pas des cas où elles auraient deux chats, deux chiens, ou deux animaux d'un autre type. Par ailleurs, il faudrait tenir compte du fait que lorsqu'on a plusieurs animaux, il y a des économies d'échelle sur le temps passé à s'en occuper (on peut nourrir plusieurs animaux ou promener plusieurs chiens en même temps, etc.).

que le peu de place dont ils disposent et le cadre contraignant qui oblige à décrire dans le détail une journée entière (souvent même deux) pourrait aboutir à une standardisation forte.

Tel n'est pas le cas : les formulations retenues sont aussi différentes que « Animal », « Je discute avec [Prénom] le perroquet », « Je fais un câlin au chat », « Réveillée par le chat qui sort et rendormissement rapide », « Ballade avec mon chien et mes deux filles », « Visite avec le spécialiste canin », « Nettoyage de l'aquarium ».

Cette diversité peut avoir plusieurs origines. En premier lieu, la place allouée pour décrire une activité de 10 minutes n'est pas la même dans tous les carnets. Les carnets dits « Stiglitz »¹¹, disposent de moins de place : c'est le cas d'un peu moins de 10 % des carnets (Ponthieux, 2015) et il faut en tenir compte dans l'analyse.

Ensuite, on s'exprime différemment selon sa position sociale, son niveau de formation et son origine sociale. Héran (1988) analyse les activités avec les animaux comme des pratiques culturelles et montre qu'il y a des différences selon le capital culturel : les ouvriers et les employés affichent davantage d'autorité, si bien qu'on s'attend à ce que le vocabulaire qu'ils utilisent le reflète.

Enfin, il y a une variabilité individuelle. Elle s'exprime pour toutes les activités déclarées. S'agissant des activités impliquant un animal, la lecture des carnets donne l'intuition que cette diversité est potentiellement révélatrice du lien que la personne entretient avec son animal. Par exemple, les formulations suivantes, issues de l'enquête de 2010, parlent toutes du repas des animaux : « Manger des bêtes », « Je fais le déjeuner pour les chiens », « Je mange avec ma femme et mes chiens », « Je prépare le goûter du chat », « Préparation du repas de nous et des chiennes », « Je prépare les nouilles à ma chienne ». Les termes choisis sont assez différents (« manger », « déjeuner », « repas », « goûter »), mais pourraient être utilisés pour des repas familiaux, et sont plus ou moins spécifiques du langage employé avec d'autres humains (« repas » paraît à cet égard plus « neutre » que « goûter », i.e. moins spécifiquement humain – du moins a priori). Les choix grammaticaux sont différents aussi : « pour les chiens », qui met les chiens à part, est un choix différent de « de nous et des chiennes », qui met la famille et l'animal sur le même plan ; « faire le déjeuner pour les chiens » sépare le déjeuner de l'animal de celui de la famille, tandis que « je mange avec ma femme et mes chiens » met l'animal sur le même plan que la famille.

On a donc l'intuition que quelque chose se joue dans le choix des termes, ainsi que dans le choix des prépositions (« avec » ou « pour »), et dans la manière dont l'animal fait l'objet d'un traitement grammatical parallèle à celui de l'entourage humain, ou pas. Certaines de ces façons de s'exprimer pour parler des animaux se rapprochent en outre plus que d'autres de la façon dont on parle des enfants.

Pour aller plus loin que cette intuition, nous avons recours à une analyse textuelle. Schématiquement, cette méthode permet de comparer la fréquence des termes utilisés pour décrire les activités avec les animaux, à celle des termes utilisés pour décrire les autres activités avec la famille et sans animaux (les soins aux enfants et aux adultes, la préparation et le service des repas, les promenades, la sociabilité et les jeux). Quand un terme est beaucoup utilisé pour décrire les activités sans animaux, mais rarement pour décrire les activités avec animaux, nous en déduisons que son usage pour décrire une activité avec des animaux dénote un langage qui assimile l'animal à un membre du ménage ; ou en tous cas, elle dénote un lien avec l'animal qui le distingue moins nettement des membres du ménage que lorsqu'on utilise un terme qui appartient exclusivement au vocabulaire utilisé pour décrire les activités avec les animaux. Au prix d'un abus de langage qui aurait au moins le mérite de la clarté, on pourrait dire que c'est une manière de repérer les termes qui dénotent une vision « anthropomorphe » de l'animal de compagnie.

Avec une telle définition, il existe forcément des cas qu'on jugera « anthropomorphiques ». Nous ne cherchons pas à définir de l'anthropomorphisme « en soi », mais au sein d'une comparaison. Ce qui est en revanche imprévisible, c'est l'ampleur des résultats.

Dans l'enquête Emploi du temps de 2010, nous disposons de 726 601 libellés d'activités (principales ou secondaires) décrites par des personnes de 18 ans ou plus, dont 8 362 sont en lien direct avec les animaux. Par rapport aux corpus habituellement utilisés dans la littérature de psychologie sociale ou de sociologie interactionniste qui s'intéresse au discours sur les animaux, notre corpus présente l'avantage d'être de très grande taille et construit à partir d'un échantillon représentatif des propriétaires d'animaux de compagnie. En revanche, sa limite est

11. Les « carnets Stiglitz » incluent une colonne supplémentaire afin que les répondants puissent noter leur appréciation sur le caractère plaisant ou désagréable de l'activité (pour répondre aux recommandations de Stiglitz et al., 2009). La place allouée aux enquêtes pour la description de leurs activités est réduite de la largeur de cette colonne.

que les textes analysés sont courts (pas plus de deux lignes manuscrites). Il faudra en particulier être prudent dans les interprétations à avoir des indices grammaticaux.

3.2. Les indices d'un traitement plus ou moins « anthropomorphe » de l'animal

De l'ensemble des libellés des enquêtes de 1998 et 2010, nous extrayons d'abord un corpus « animalier » de départ, qui rassemble, pour chaque personne qui a décrit une activité impliquant un animal de compagnie, les termes qu'elle a utilisés pour décrire les activités avec l'animal (encadré 2). On ajoute à ce corpus « animalier » les termes qui décrivent des activités sans animaux, pour les activités qui peuvent être vues comme le pendant humain des activités avec les animaux : « S'occuper des enfants », « Éducation des enfants » (ce qui inclut les jeux avec eux), « Soins aux adultes », « Repas à domicile », « Cuisine : préparation

et cuisson des aliments, épluchage », « Mettre la table, servir le repas », « Promenade », « Sociabilité ». Au final, on obtient un corpus constitué d'une part des expressions utilisées pour décrire toutes ces catégories d'activité et d'autre part des expressions utilisées pour décrire les activités avec un animal.

L'analyse a été réalisée avec le logiciel d'analyse textuelle Iramuteq. Ce logiciel permet de classer les mots ou groupes de mots (substantifs, adjectifs, verbes) selon leur degré de typicité d'une catégorie du corpus : plus un terme est typique de la catégorie, plus sa « spécificité » (à cette catégorie) est élevée (encadré 3). Inversement, plus il est étranger à la catégorie, plus sa « spécificité » (à cette catégorie) est faible (très négative). Connaissant la loi de distribution des spécificités, on identifie les mots ou groupes de mots les plus spécifiques du corpus à un seuil de 1 %, 1 % ou 10 %, ainsi que ceux qui sont les moins spécifiques.

ENCADRÉ 2 – Constitution du corpus de textes pour l'analyse textuelle avec Iramuteq

L'objectif de notre analyse textuelle est d'identifier les mots ou groupes de mots les plus typiques pour décrire des activités sans animaux et les moins typiques pour décrire à la fois des activités avec les animaux. Plus le corpus utilisé pour identifier ces mots sera large, plus l'analyse sera précise, car moins on aura de termes rares ou isolés. Nous mobilisons donc les deux enquêtes Emploi du temps dans lesquelles les libellés d'activités sont disponibles, celle de 1998 et celle de 2010 ; pour ce pan de l'analyse (et uniquement lui), le fait qu'on ne puisse pas repérer les propriétaires d'animaux en 1998 n'a pas d'importance, puisque le champ est celui des activités pour lesquelles un animal est cité.

Notre corpus est constitué des descriptifs des activités classées parmi les activités suivantes : soins aux enfants et aux adultes, préparation et service des repas, promenades, jeux et sociabilité, ainsi que des descriptifs des activités liées aux animaux de compagnie, soit 246 493 descriptifs d'activités – primaires ou secondaires – (i.e. les textes).

Ce corpus a ensuite été préparé selon le protocole suivant. Tout d'abord, on simplifie les quelques libellés qui comprennent des activités successives. Par exemple du libellé d'activité « Je me réveille croquettes au chat » on supprime l'expression « Je me réveille » qui ne concerne pas directement l'animal. On doit effectuer des désambiguïssations pour éviter des confusions telles que celle entre « toilette » et « toilettage »^(a). On enlève les mots outils (seuls entrent en ligne de compte dans l'analyse les verbes, les substantifs et les adjectifs), on corrige des fautes d'orthographe, on normalise (noms et adjectifs au masculin et au singulier, verbe à la forme infinitive). On identifie également les « quasi-segments », i.e. les expressions à considérer comme un seul terme (« donner à manger », « faire sortir », « préparer le repas », « faire faire »). On regroupe en quatre catégories (« parent », « conjoint », « enfant », « ami ») les termes qui qualifient les membres de la famille (« père », « gendre », « mari », « fille », « beau-fils », etc.) ; les autres personnes de l'entourage sont regroupées. Les prénoms humains et non-humains sont regroupés sous un seul lemme de prénoms.

Ces choix ne sont pas forcément neutres (par exemple, ceux de la lemmatisation), mais lorsqu'ils ne l'étaient pas, nous avons procédé d'une manière itérative, pour vérifier que chaque choix effectué n'aboutissait pas à bouleverser les résultats.

On constitue de la même manière un corpus de libellés d'activités « humaines » correspondant au pendant humain des activités avec les animaux : les soins aux enfants et aux adultes, la préparation et le service des repas, les promenades, les jeux et les activités de sociabilité.

Au final, le corpus de 246 593 descriptifs d'activités utilisé dans Iramuteq comprend 392 294 occurrences (mots). Il y a ainsi un peu plus d'un mot par descriptif d'activité : de fait, pour les activités courantes, les répondants utilisent fréquemment un seul mot (« repas », par exemple) ; et cela illustre surtout la préparation du corpus, détaillée ci-dessus.

Le corpus compte 6 685 mots distincts les uns des autres (qu'on appelle « formes »^(b)). Parmi eux, on compte 3 419 hapax (mots dont la fréquence est unique), soit 51,1 % des « formes » du corpus, et 0,9 % des mots. Les hapax sont des mots rares.

Si l'on se restreint au corpus des activités liées aux animaux de compagnie, on compte pour les années 1998 et



ENCADRÉ 2 – (suite)

2010, 8 568 descriptifs d'activités – primaires ou secondaires – (i.e. les textes), soit 13 902 occurrences (mots), ce qui représente 699 formes (mots différents). Parmi eux, on compte 378 hapax, qui représentent 54,1 % des « formes » du corpus, et 2,7 % des mots.

^(a) On effectue également quelques lemmatisations pour regrouper certains termes proches (de la même famille) ; un lemme est un terme qui en regroupe d'autres dont on considère qu'ils sont équivalents. Mais cela reste marginal.

^(b) On peut comprendre aisément la distinction entre « forme » et « mot » : dans « chien chien », il y a deux mots, mais une seule « forme » (un seul « mot distinct »).

ENCADRÉ 3 – Calcul des spécificités

Le logiciel Iramuteq calcule une statistique indiquant si les occurrences d'une « forme » sont en surnombre (ou en sous-effectif) dans une partie d'un corpus par rapport au reste du corpus.

Afin d'analyser la spécificité d'apparition d'une « forme » dans une partie d'un corpus plutôt que dans le reste, on compare la fréquence relative d'apparition de la « forme » dans la partie à sa fréquence d'apparition dans le reste du corpus.

On note :

- A : l'apparition de la « forme » ;
- V : l'ensemble des « formes » du corpus (= vocabulaire) ;
- p : la partie considérée ;
- f : la fréquence de la « forme » dans la partie ;
- F : la fréquence totale de la « forme » dans le corpus ;
- t : la taille de la partie (nombre total d'occurrences de la partie) ;
- T : la taille du corpus (le nombre total d'occurrences du corpus).

Pour porter un jugement sur le résultat f , il est nécessaire de le situer parmi des comptages de même nature qui correspondent à l'ensemble de tous les échantillons composés de t objets qu'il est possible de prélever à partir de la population de départ de taille T .

Le calcul de la probabilité qu'une « forme » A apparaisse f fois dans une partie p de taille t , la « forme » apparaissant F fois en tout dans l'ensemble du corpus de taille T , s'appuie sur la modélisation qu'en a donnée Pierre Lafon (1980) et peut s'exprimer formellement par l'équation suivante :

$$Prob_{spéci f} (card \{A \in V | A \in p\} = f) = \frac{C_F^f \times C_{T-F}^{t-f}}{C_t^f}$$

où $C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!}$ est le nombre d'échantillons de k éléments parmi n éléments.

L'indice de spécificité est la probabilité que la « forme » apparaisse autant de fois qu'on l'observe effectivement dans la partie considérée (soit f_{obs}) ou plus fréquemment encore, à concurrence de la taille de la partie, en suivant la loi hypergéométrique décrite par l'équation ci-dessus qui dépend de f , t , F et T . Concrètement, on obtient cette mesure en sommant les valeurs de la probabilité $Prob_{spéci f}$ pour chaque fréquence d'apparition possible, suivant l'équation suivante :

$$Prob_{spéci f} (card \{A \in V | A \in p\} \geq f_{obs}) = \sum_{f=f_{obs}}^{card \{A \in V | A \in p\}} Prob_{spéci f} (card \{A \in V | A \in p\} = f)$$

La macro livrée avec Iramuteq permet de calculer l'indice de spécificité pour différentes valeurs de ses paramètres.

La spécificité est représentée par la partie entière des logarithmes en base 10 (\log_{10}) des estimations de probabilité de spécificité, les probabilités obtenues par les calculs variant de manière exponentielle, comme le nom « hypergéométrique » le suggère.

Par convention, la représentation de la sous-spécificité (ou sous-représentation) se distingue de celle de la sur-spécificité (ou surreprésentation) par un signe moins (-) situé devant l'indice. On s'intéressera alors aux faibles probabilités (donc aux valeurs de \log_{10} importantes) qui rendent compte :

- soit d'un nombre d'apparitions plus faible que prévu si l'observation est inférieure au mode de la distribution théorique (c'est-à-dire si le nombre d'apparitions de l'événement dans la partie est inférieur au maximum de vraisemblance estimé par notre modélisation hypergéométrique de la distribution). On parlera alors de sous-spécificité ou spécificité négative ;
- soit d'un nombre d'apparitions plus important que prévu si l'observation est supérieure au mode de la distribution théorique. On parlera alors de surspécificité ou spécificité positive.

Une valeur de 3,09 (respectivement 2,33 et 1,28) signifie qu'il y avait 1 chance sur 1 000 (respectivement une chance sur 100 et 10 sur 100) que la fréquence de la « forme » soit ce qu'elle est dans la partie sachant ce qu'elle est dans le reste du corpus.

Concernant les mots ou groupes de mots les plus éloignés (au sens de cette loi de distribution) des activités avec les animaux, on pourrait les qualifier d'« anthropomorphiques », au prix d'un abus de langage. Le tableau 4-A recense ces mots en retenant trois définitions, plus ou moins larges, selon le seuil retenu.

Le même travail peut être fait pour constituer une liste de mots ou groupes de mots les moins caractéristiques des activités avec les animaux par comparaison avec les termes utilisés pour les seuls soins aux enfants (« S'occuper des enfants »)

(tableau 4-B). À la suite de Hirsh-Pasek & Treiman (1982), Mondémé (2018) a en effet montré que le vocabulaire utilisé pour s'adresser aux animaux avait des points communs avec celui utilisé pour s'adresser aux enfants : nous testons donc également cette proximité. Toujours au prix d'un abus de langage, qui force le trait mais permet de mieux illustrer l'intuition, on pourrait qualifier cette liste (de termes très caractéristiques des soins aux enfants, et très peu caractéristiques des soins aux animaux), de « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant ».

Tableau 4-A – Termes les moins typiques des activités avec les animaux, par opposition à un ensemble d'activités sans animaux

| | Exemples d'utilisation pour parler des animaux | Occurrence | Spécificité |
|--|---|------------|-------------|
| Termes dont l'emploi est particulièrement typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/1 000) | | | |
| CONVERSATION | TV conversation avec mon chien | 1 | -9 999,00 |
| DISCUTER | Discute avec le chien | 3 | -9 999,00 |
| PREPARER_REPAS | Préparation du repas des chiens | 108 | -304,55 |
| TELEVISION | Je regarde la télé avec mes chats | 9 | -66,38 |
| PREPARER | Je prépare mon chien pour la journée | 61 | -47,18 |
| COUCHER | Coucher animaux | 6 | -36,52 |
| BIBERON | Je me lève pour donner le biberon aux chatons | 1 | -20,79 |
| BAIGNER | Bain du chien séchage brossage | 2 | -13,55 |
| LEGUME | Préparation des légumes frais pour la semaine du lapin | 2 | -10,87 |
| PARLER | Parle un peu avec le chien | 18 | -8,88 |
| DOUCHER | Douche du chien | 3 | -8,09 |
| ARRIVER | Arrivée du chat voisin | 5 | -7,15 |
| REVEILLER | Le chat nous réveille Je suis réveillée par le chat | 19 | -5,88 |
| BAVARDER | (Ce terme n'a pas été employé dans le corpus de 2010, mais seulement celui de 1998) | 1 | -4,92 |
| REPAS | Je sers le repas des chiens | 140 | -4,47 |
| DEPART | Départ promenade chien | 4 | -4,06 |
| LEVER | Je lève le chat | 7 | -3,60 |
| SIESTE | Je fais une sieste avec mon chien | 3 | -3,11 |
| Termes dont l'emploi est typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/100) | | | |
| SURVEILLER | Je surveille mes chiens | 26 | -2,84 |
| VENIR | Je réprimande le chien qui est revenu | 3 | -2,53 |
| SERVIR | Servir nourriture chien et chat | 1 | -2,38 |
| Termes dont l'emploi est assez typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/10) | | | |
| LIT | Petit déjeuner au lit avec mes chiens | 2 | -2,16 |
| FAIRE_A_MANGER | Je fais à manger à mes chiens | 5 | -1,80 |
| SE_REVEILLER | Je câline le chat qui me réveille | 1 | -1,74 |
| JOUER | Je joue avec mon chien Je joue avec mes chats | 177 | -1,58 |
| JOURNEE | Je prépare mon chien pour la journée | 4 | -1,52 |
| METTRE | Je mets le chien dans la voiture Je remets à boire au chien | 19 | -1,49 |
| FAIRE_TOUR | Tour de jardin avec le chien | 7 | -1,32 |
| PRENDRE | Je prends le chien pour aller déposer le courrier | 11 | -1,31 |

Note : les exemples tirés du corpus reprennent les termes exacts utilisés par les enquêtés. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Iramuteq. Les termes sont classés selon la « spécificité » croissante calculée par Iramuteq.

Source et champ : Insee, enquêtes Emploi du temps 1998 et 2010, France hors Mayotte, personnes vivant dans un ménage dont la personne de référence a 18 ans ou plus, ayant déclaré au moins une activité en rapport avec un animal, ou une activité parmi « S'occuper des enfants », « Soins aux adultes », « Repas à domicile », « Cuisine » : préparation et cuisson des aliments, épluchage, « Mettre la table, servir le repas », « Promenade », les jeux et les activités liées à la sociabilité.

Tableau 4-B – Termes les moins typiques des activités avec les animaux, par opposition aux activités de soins aux enfants

| | Exemples d'utilisation pour parler des animaux | Occurrence | Spécificité |
|--|--|------------|-------------|
| Termes dont l'emploi est particulièrement typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/1 000) | | | |
| COUCHER | Coucher animaux | 6 | 243,90 |
| BIBERON | Je me lève pour donner le biberon aux chatons | 1 | 108,17 |
| BAIGNER | Bain du chien séchage brossage | 2 | 92,72 |
| DISCUTER | Discute avec le chien | 3 | 81,25 |
| REVEILLER | Le chat nous réveille Je suis réveillée par le chat | 18 | 74,96 |
| PREPARER | Je prépare mon chien pour la journée | 49 | 54,05 |
| SURVEILLER | Je surveille mes chiens | 21 | 52,15 |
| DOUCHER | Douche du chien | 3 | 49,17 |
| JOUER | Je joue avec mon chien Je joue avec mes chats | 153 | 48,99 |
| TOILETTE | J'aide ma femme à faire la toilette du chien | 24 | 47,44 |
| DONNER | Je me lève pour donner le biberon aux chatons Je donne des soins et son repas à mon chien | 52 | 43,96 |
| PRENOM (= cas où un nom ou un prénom est employé) | Je reviens de la bergerie en jouant avec ma petite chienne [prénom] avec sa balle | 45 | 42,21 |
| LEVER | Je lève le chat | 7 | 32,90 |
| SIESTE | Je fais une sieste avec mon chien | 3 | 22,14 |
| CONVERSATION | Tv conversation avec mon chien | 1 | 19,30 |
| LIT | Petit déjeuner au lit avec mes chiens | 2 | 18,14 |
| GARDER | Je reçois la visite d'un ami qui me laisse son chat en garde | 1 | 16,35 |
| RECUPERER | Les voisins sont venus récupérer leur chat | 6 | 13,94 |
| METTRE | Je mets le chien dans la voiture Je remets à boire au chien | 15 | 13,01 |
| LAVER | Je lave mon chien | 12 | 10,46 |
| PRENDRE | Je prends le chien pour aller déposer le courrier | 11 | 9,71 |
| DEPART | Départ promenade chien | 3 | 9,66 |
| SE_REVEILLER | Je câline le chat qui me réveille | 1 | 9,32 |
| REPAS | Je sers le repas des chiens | 128 | 8,76 |
| PETIT | Retour de la bergerie en jouant avec petite chienne [prénom] avec sa balle | 68 | 6,84 |
| ARRIVER | Arrivée du chat voisin | 5 | 6,80 |
| ACTIVITE | Activités avec le chien | 1 | 5,18 |
| DORMIR | Je dors avec mes chats Je dors avec mon chien | 7 | 5,02 |
| PREPARER_REPAS | Préparation du repas des chiens | 97 | 4,60 |
| DEPOSER | Déposer le chien chez mes parents | 7 | 3,80 |
| ACCOMPAGNER | J'accompagne la chienne de mes enfants à leur domicile | 3 | 3,48 |
| PARLER | Parle un peu avec le chien | 18 | 3,27 |
| Termes dont l'emploi est typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/100) | | | |
| FAIRE_MANGER | Je fais manger le chien | 23 | 2,62 |
| COIFFER | Coiffure et repas du chat Je coiffe le chien | 2 | 2,47 |
| ATTENDRE | Attente chez le véto | 3 | 2,43 |
| Termes dont l'emploi est assez typique du vocabulaire employé pour des activités sans animaux (seuil 1/10) | | | |
| SE_COUCHER | Je vais me coucher avec mon chien | 3 | 2,30 |
| EMMENER | Emmener chien chez le vétérinaire | 2 | 1,85 |
| DERNIER | Dernière sortie du chien au jardin | 4 | 1,84 |
| TEMPS | Passe du temps avec mes chiens | 3 | 1,72 |
| DETENTE | Détente avec mes animaux | 1 | 1,72 |
| CHERCHER | Je vais chercher mon chien chez le vétérinaire | 12 | 1,64 |

Note : voir tableau 4-A.

Source et champ : Insee, enquêtes Emploi du temps 1998 et 2010, France hors Mayotte, personnes vivant dans un ménage dont la personne de référence a 18 ans ou plus, ayant déclaré au moins une activité en rapport avec un animal, ou une activité de la catégorie « S'occuper des enfants ».

Les résultats sont globalement sans surprise. Sont très peu typiques des relations avec les animaux (donc plutôt « anthropomorphiques ») tous les termes qui concernent des conversations (conversation, discuter, parler, bavarder). Par exemple, le terme « conversation » est très éloigné de ce qui est habituellement utilisé pour des activités avec des animaux (avoir une conversation avec un animal est très peu typique), tandis qu'il est très typique des activités liées à la sociabilité.

Si l'on prend comme référence les termes utilisés pour décrire les soins aux enfants (« assimilation de l'animal à un enfant »), on va considérer comme très peu typiques des relations avec les animaux les mots suivants : baigner, biberon, coucher, doucher, le groupe de mots « faire manger », jouer, lever, lit, réveiller, sieste, surveiller.

On trouve des activités comme regarder la télévision, faire la sieste ou faire un tour, par exemple.

Ces résultats ne correspondent pas nécessairement aux a priori que l'on pourrait avoir, ce qui justifie a posteriori d'avoir utilisé une méthode statistique, plutôt que l'intuition, pour déterminer cette liste de termes très peu typiques des activités avec les animaux.

Par exemple, « jouer » figure dans la liste de termes « anthropomorphiques » (au seuil de 10 %) ainsi que dans celle des termes « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant » (dès le seuil de 1/1 000). C'est donc un terme massivement utilisé pour qualifier le quotidien avec des enfants, si bien qu'il paraît « anthropomorphique » lorsqu'on l'utilise avec son animal. Cet exemple permet de mieux comprendre ce que notre méthode repère : il ne s'agit pas de repérer des termes qui peuvent intuitivement évoquer l'intention de traiter l'animal comme un humain, mais des termes utilisés qui se trouvent être les mêmes que ceux qu'on emploie pour décrire ou qualifier une activité qui n'implique aucun animal, qu'il y ait une intention consciente ou pas.

Un autre exemple est celui des termes « préparer le repas », ou « repas », qui figurent à la fois dans les listes de termes « anthropomorphiques » ou « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant ». On aurait pu penser qu'il s'agissait de termes génériques, utilisés quel que soit le contexte ; mais il existe aussi des termes typiquement réservés aux animaux, tels que « nourrir », voire « donner à manger ». Parler plutôt de « repas » témoignerait d'un registre de langage plus humain qu'animalier.

À l'inverse, le terme « câliner » pourrait a priori évoquer les humains plutôt que les animaux, mais l'analyse du corpus montre qu'il serait, au contraire, plutôt caractéristique des activités avec les animaux. Il ne figure donc pas dans nos listes de termes « anthropomorphiques » ou « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant ».

Outre les deux indicateurs ci-dessus, nous avons également exploré d'autres indicateurs susceptibles de refléter une manière de s'exprimer dans des termes éloignés de ceux qu'on emploie majoritairement avec les animaux, donc témoignant d'un rapport à l'animal qu'on pourrait dire « anthropomorphique » : le fait de déclarer une activité « avec » son animal (par exemple, non pas « Je promène mon chien », mais « Je me promène avec mon chien ») ; le fait de mettre son animal sur le même plan grammatical que l'entourage humain (« Je prépare mon petit-déjeuner et celui de mon chien », ou « Surveillance enfants et chien »). Nous avons également retenu le fait de dire « mon animal », plutôt que « l'animal » ou « animal » (ou plutôt que « le chien » ou « chien », etc.), même s'il faut être prudent avec l'interprétation d'un tel indice de langage puisque le propriétaire de l'animal est de fait plus légitime à l'utiliser qu'un autre membre du ménage (et donc, une personne seule est de fait légitime à l'utiliser).

3.3. Les personnes seules utilisent davantage de termes peu animaliers pour décrire les activités avec les animaux

Munis de ces indicateurs, revenons maintenant à l'analyse du corpus de personnes vivant dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie en 2010¹², qui ont décrit les journées de chaque enquêté ayant déclaré au moins une activité avec un animal. Le tableau 5 donne la proportion de personnes ayant utilisé au moins une fois un des termes des listes que nous avons constituées ou un des termes ou tournures spécifiques décrits à la section précédente. 4 % utilisent des constructions grammaticales mettant animal et entourage humain sur le même plan, alors qu'entre 20 à 25 % utilisent des termes « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant » et 26 % utilisent le possessif « mon ». Enfin, environ 12-13 % utilisent un terme de la liste qu'on pourrait qualifier d'« anthropomorphique », ou de « peu animalier ».

12. Nous avons déterminé des listes de termes « peu animaliers » à partir de descriptifs d'activités de 1998 et 2010, mais l'analyse ne peut porter que sur 2010, seule année où on sait si les personnes vivent dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie.

Tableau 5 – Le recours à des termes peu typiques du langage employé pour décrire les activités avec les animaux

| | Emploi de l'adjectif possessif MON (animal) | Emploi de la pré-position AVEC (animal) | Identité grammaticale humain-non humain | En % | | | | | |
|--|---|---|---|---|------------------------|-----------------------|---|------------------------|-----------------------|
| | | | | Emploi du vocabulaire « anthropomorphique » | | | Emploi du vocabulaire typique des soins aux enfants | | |
| | | | | Au seuil de 1 pour 1 000 | Au seuil de 1 pour 100 | Au seuil de 1 pour 10 | Au seuil de 1 pour 1 000 | Au seuil de 1 pour 100 | Au seuil de 1 pour 10 |
| Ensemble de la population | 26,1 | 17,9 | 4,0 | 11,7 | 12,0 | 13,3 | 19,6 | 22,4 | 24,3 |
| Femme | 28,3 | 17,6 | 5,0 | 14,7 | 15,2 | 16,9 | 24,9 | 27,9 | 28,7 |
| Homme | 23,3 | 18,4 | 2,6 | 7,8 | 8,0 | 8,8 | 12,8 | 15,3 | 18,6 |
| Personne seule | 39,2 | 20,6 | 6,4 | 21,6 | 21,7 | 22,9 | 28,0 | 33,4 | 34,4 |
| Père ou mère de famille monoparentale | 26,1 | 6,3 | 6,8 | 3,9 | 3,9 | 6,7 | 13,4 | 13,4 | 15,5 |
| Conjoint d'un couple sans enfant | 25,4 | 17,9 | 3,3 | 10,6 | 10,9 | 12,3 | 19,6 | 22,0 | 23,6 |
| Conjoint d'un couple avec au moins un enfant | 16,5 | 13,8 | 5,4 | 10,5 | 10,5 | 10,9 | 18,1 | 21,1 | 21,7 |
| Enfant de couple ou de famille monoparentale | 35,0 | 23,4 | 2,5 | 3,3 | 5,1 | 5,1 | 18,0 | 20,8 | 29,9 |
| Autre type de situation ménage complexe | 16,6 | 18,1 | 1,5 | 10,7 | 10,7 | 13,5 | 14,0 | 14,8 | 15,2 |

Lecture : parmi les personnes du champ qui ont parlé au moins une fois de leur animal ou de leurs animaux de compagnie dans le carnet qu'elles ont rempli, ou dans au moins un des deux carnets lorsqu'elles en ont rempli deux, 26,1 % ont utilisé au moins une fois l'expression « mon animal » (ou « mon chien », etc.).

Source et champ : Insee, enquête Emploi du temps 2010, France hors Mayotte, personnes âgées de 18 ans ou plus vivant dans un ménage propriétaire d'au moins un animal de compagnie, ayant cité un animal dans la description de la journée.

Ces chiffres montrent que les listes de mots « anthropomorphiques » ou « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant » que nous avons construites rassemblent des mots utilisés par une partie significative de la population : de fait, ce n'est pas parce que ces manières de s'exprimer concernant les animaux seraient très rares que le logiciel d'analyse textuelle les a désignées comme peu typiques de la manière de parler des activités avec eux, mais parce qu'elles sont bien plus fréquentes quand on ne parle pas d'animaux que quand on en parle.

Au-delà de ces moyennes, les femmes utilisent davantage de termes ou de constructions « peu animaliers » pour parler d'animaux que les hommes, pour quasi tous les indicateurs. Ce sont également plus les personnes seules que les autres ; et ce sont également plus les personnes âgées de 65 à 74 ans, qu'on pourrait qualifier de jeunes retraités, ainsi que les jeunes entre 18 et 24 ans pour l'emploi des termes « typiques des soins aux enfants ».

Que les personnes seules utilisent significativement plus que les autres un langage « peu animalier » pour parler de leurs activités avec les animaux pourrait aller dans le sens de la validation de l'hypothèse qu'elles sont plus attachées

à leur animal que les autres du fait qu'elles sont seules. Cependant, les personnes seules sont aussi plus souvent des femmes et sont plus souvent âgées, catégories qui elles aussi utilisent plus que les autres ce langage « peu animalier ».

3.4. À autres caractéristiques données, les personnes seules ne montrent pas d'indices d'un attachement à l'animal qui serait plus fort

Travailler sur un grand échantillon permet de faire la part des choses, ce dont ne disposent généralement pas les études de psychologie sociale, dont les constats vont dans le même sens que les nôtres, à partir d'indicateurs plus sophistiqués. Cela permet également de tenir compte de caractéristiques sociodémographiques dont on sait qu'elles jouent sur la manière de s'exprimer, comme par exemple la catégorie socioprofessionnelle. On peut également tenir compte du fait que ce ne sont pas n'importe quels propriétaires d'animaux qui déclarent au moins une activité avec leur animal lorsqu'ils décrivent leur journée ; notamment, les personnes seules sont mécaniquement surreprésentées parmi celles qui le font, parce qu'elles ne peuvent pas partager ces activités avec d'autres membres du ménage (encadré 4).

ENCADRÉ 4 – Modèle Probit avec prise en compte de la sélection

Nous considérons que la tendance à se comporter avec son animal comme avec un humain est expliquée par un ensemble de facteurs tels que le genre, le type de ménage, la catégorie socioprofessionnelle.

Cette tendance n'étant pas directement observable, la variable dépendante est une variable dichotomique prenant la valeur 1 si la personne a utilisé un terme du registre anthropomorphique pour décrire une activité avec son animal et 0 sinon :

$$anthro_i = \begin{cases} 1 & \text{si } \beta_0 + \beta_1 x_i + u_i > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où x_i représente l'ensemble des variables caractéristiques de l'individu i susceptibles d'expliquer sa tendance à se comporter avec son animal comme avec un humain et u_i un terme d'erreur.

Ce modèle de régression simple fait l'hypothèse que les variables explicatives sont indépendantes du terme d'erreur. On suppose généralement que x_i est exogène, c'est-à-dire que $E(u_i | x_i) = 0$.

L'équation ci-dessus est estimée sur l'échantillon des propriétaires qui ont cité au moins une fois leur animal de compagnie dans la description des activités de leur journée. On n'observe en effet pas l'utilisation du registre anthropomorphique pour l'ensemble des personnes ayant un animal de compagnie, mais une sélection d'entre eux, ceux qui en ont parlé. Pour tenir compte de cette sélection, pouvant biaiser les résultats, nous estimons le système d'équations suivant :

$$anthro_i = \begin{cases} 1 & \text{si } \beta_0 + \beta_1 x_i + u_i > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (1)$$

$$parleranimal_i = \begin{cases} 1 & \text{si } \gamma_0 + \gamma_1 x_i + \gamma_2 z_i + v_i > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (2)$$

où l'équation (2) rend compte de la sélection. La variable z_i , retenue, dite variable d'exclusion, est une variable à dix modalités, croisant le quintile du nombre de lignes renseignées dans le carnet avec le nombre de carnets remplis. Pour la construire, nous avons tout d'abord défini les quintiles sur la distribution du nombre de lignes de celles et ceux qui ont rempli un carnet, puis les quintiles sur la distribution du nombre de lignes de celles et ceux qui ont rempli deux carnets ; puis nous avons réuni ces résultats dans une seule variable à cinq modalités. Ainsi, quel que soit le nombre de carnets remplis, être dans le premier quintile signifie qu'on a été peu précis dans la description de la journée (par rapport aux personnes qui ont décrit une journée), ou peu précis dans la description des deux journées (par rapport aux personnes qui ont décrit deux journées), etc. Ensuite, distinguer les personnes selon le nombre de carnets remplis permet de conserver cette information, qui reste importante pour expliquer le fait de mentionner, ou pas, son animal de compagnie dans la description de la ou les journées.

La variable ainsi obtenue est bien corrélée au fait de parler de son animal dans le carnet : on observe que plus le carnet est détaillé, plus la probabilité d'y faire référence à son animal familier est élevée. Nous faisons l'hypothèse que le nombre de lignes renseignées dans le carnet n'a pas d'effet direct sur le fait d'employer un vocabulaire anthropomorphique en parlant de son animal.

Nous avons estimé deux modèles sur le recours à un terme « anthropomorphique » d'une part, et à un terme « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant » d'autre part¹³, ainsi que trois modèles expliquant le recours aux autres indices langagiers évoqués plus haut (tableau 6).

En ce qui concerne l'usage de termes « anthropomorphiques » ou « témoignant d'une assimilation de l'animal à un enfant », ces modèles montrent que les femmes recourent plus à ces termes, de même que les personnes de 65 ans ou plus. Ce type de vocabulaire est également significativement plus utilisé par les cadres du privé et les personnes qui ont un jardin. Ces éléments sont plus difficiles à interpréter, mais ils se retrouvent dans tous les modèles. Le seul résultat sur lequel tous les modèles ne vont pas dans le même sens concerne l'âge : les plus jeunes, âgés de 18 à 24 ans, utilisent encore plus

que les plus âgés des termes témoignant d'une « assimilation de l'animal à un enfant », mais ce n'est pas le cas pour l'utilisation de termes « anthropomorphiques ».

Nos données ne permettent pas de distinguer de façon systématique de quelle catégorie d'animal les personnes parlent en décrivant leurs activités, s'il s'agit d'un chat, d'un chien ou d'un autre animal. On peut cependant le savoir dans certains cas, quand la personne ne possède que des chats, ou que des chiens. On constate que les différents indices d'anthropomorphisme se rencontrent davantage, toutes choses égales par ailleurs, lorsque le ménage possède uniquement

13. Les deux modèles présentés ici sont ceux reposant sur l'emploi d'un terme issu des listes significatives au seuil de 1 % ; ceux reposant sur l'emploi d'un terme issu des listes significatives au seuil de 1 % et 10 % sont présentés dans l'Annexe en ligne (lien à la fin de l'article). Ils donnent des résultats proches.

Tableau 6 – Modèles expliquant le recours à des termes peu typiques du langage employé pour décrire les activités avec les animaux

| | Variable expliquée : l'emploi (sur une journée) d'au moins... | | | | |
|--|--|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|
| | ... un terme du registre très peu typique du registre employé avec les animaux et typique de celui employé pour... | | ... une fois... | | |
| | ... d'autres activités sans animaux... | ... les soins aux enfants... | ... l'adjectif possessif MON (animal) | ... la préposition AVEC (animal) | ... une identité grammaticale humain-non humain |
| | ... dans la liste des termes dont la spécificité est significative au seuil de 1 pour 1 000 | | | | |
| Constante | -0,39 (0,32) | 0,10 (0,25) | -0,66** (0,29) | -1,10*** (0,33) | 0,08 (0,36) |
| Âge | | | | | |
| 18 à 24 ans | -0,10 (0,24) | 0,39** (0,16) | 0,31* (0,17) | 0,06 (0,19) | -0,05 (0,31) |
| 25 à 64 ans | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. |
| 65 ans ou plus | 0,28*** (0,10) | 0,19** (0,09) | -0,06 (0,09) | 0,03 (0,09) | 0,22* (0,13) |
| Genre | | | | | |
| Homme | -0,22*** (0,08) | -0,23*** (0,07) | -0,13* (0,07) | 0,05 (0,07) | -0,04 (0,11) |
| Femme | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. |
| Statut dans le ménage | | | | | |
| Personne seule | 0,05 (0,17) | -0,16 (0,14) | 0,49*** (0,16) | 0,10 (0,17) | -0,34* (0,19) |
| Père ou mère de famille monoparentale | -0,16 (0,30) | -0,05 (0,24) | -0,18 (0,26) | -0,26 (0,32) | 0,10 (0,30) |
| Conjoint d'un couple sans enfant | -0,12 (0,13) | -0,10 (0,11) | 0,13 (0,12) | 0,14 (0,13) | -0,50*** (0,15) |
| Conjoint d'un couple avec au moins un enfant | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. |
| Enfant de couple ou de famille monoparentale | -0,12 (0,36) | 0,16 (0,24) | 0,09 (0,26) | 0,43* (0,26) | 0,12 (0,33) |
| Autre type de situation ménage complexe | 0,01 (0,15) | -0,16 (0,12) | 0,06 (0,13) | 0,17 (0,14) | -0,42** (0,19) |
| Animaux de compagnie possédés par le ménage | | | | | |
| Chat(s) uniquement | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. | Réf. |
| Chien(s) uniquement | -0,39*** (0,12) | -0,50*** (0,10) | 0,17 (0,12) | 0,33** (0,14) | -0,59*** (0,13) |
| Autres configurations | -0,31*** (0,10) | -0,38*** (0,09) | 0,01 (0,10) | 0,14 (0,12) | -0,52*** (0,13) |
| rhô | -0,50*** (0,12) | -0,57*** (0,09) | -0,17 (0,13) | -0,38*** (0,13) | -0,76*** (0,09) |

Note : les écarts-types robustes sont entre parenthèses. * coefficient estimé significatif au seuil de 10 % ; ** significatif au seuil de 5 % ; *** significatif au seuil de 1 %. Variable instrumentale « explicative » du fait de parler de son animal : dix modalités qui croisent les quintiles de nombre de lignes renseignées et le nombre de carnets remplis (un ou deux). Les autres variables incluses dans les modèles sont le groupe social (9 modalités), la zone géographique de naissance (6 modalités), les limitations dans la vie quotidienne (3 modalités), la taille de la zone urbaine (6 modalités), le fait de disposer d'un jardin ou pas, le nombre de pièces du logement (2 modalités), le nombre de carnets remplis, et la présence d'une « colonne Stiglitz ».

Source et champ : Insee, enquête Emploi du temps 2010, France hors Mayotte, personnes de 18 ans ou plus vivant dans un ménage qui possède au moins un animal de compagnie.

des chats. Seule exception notable, déclarer pratiquer une activité « avec » son animal est beaucoup plus fréquent lorsque le ménage ne possède que des chiens. On en conclura qu'il ne s'agit pas d'un indicateur homogène aux autres, mais qui vient rappeler qu'on ne développe pas forcément le même type de lien avec différents types d'animaux de compagnie (Doré *et al.*, 2019), même si nous ne pouvons pas en tenir compte dans notre étude.

Enfin, une fois qu'on raisonne toutes choses égales par ailleurs, donc notamment à genre, âge, groupe social et lieux de vie donnés, le fait de vivre seul n'augmente pas la probabilité de recourir à un terme de ces listes¹⁴.

14. Mettons de côté le fait que toutes choses égales par ailleurs, dire « mon » animal est plus fréquent pour les personnes seules : les raisons en relèvent de l'évidence.

* *
*

Notre étude rappelle que les personnes seules possèdent moins que les autres un animal de compagnie, mais elle montre aussi que les personnes seules qui en possèdent un passent plus de temps avec lui, notamment à des jeux ou de longues promenades. Par ailleurs, elles sont plus susceptibles que les autres d'utiliser un vocabulaire d'un registre qu'on pourrait caractériser comme « anthropomorphique » pour décrire leurs activités avec les animaux dans leur quotidien. Cependant, nous montrons également que les femmes et les personnes âgées utilisent plus que les autres ce registre « anthropomorphique ». Les personnes seules étant plus souvent des femmes et des personnes âgées, cela

suffit à expliquer qu'elles utilisent plus que les autres un vocabulaire « anthropomorphique ». Nos données ne valident donc pas la thèse d'un attachement plus grand à l'animal lorsqu'on vit seul.

La littérature tire la question de l'attachement à son animal domestique du côté de l'affectivité, en la liant notamment au fait de vivre seul ou pas. Nos résultats la ramènent plutôt à une question de genre. Dès lors, cela resitue notre sujet dans celui de la division des tâches dans le travail domestique, qui reste plus souvent assumé par les femmes, y compris lorsqu'elles sont seules. Cela suggère notamment que notre étude pourrait enrichir le champ des études sur le *care*, en y incluant le temps consacré aux animaux de compagnie. □

Lien vers l'Annexe en ligne :

www.insee.fr/fr/statistiques/fichier/8260889/ES543_Brousse-Bodier_Annexe-en-ligne.pdf

BIBLIOGRAPHIE

- Archer, J. (1997).** Why Do People Love Their Pets? *Evolution and Human Behavior*, 18(4), 237–259. [https://doi.org/10.1016/S0162-3095\(99\)80001-4](https://doi.org/10.1016/S0162-3095(99)80001-4)
- Arluke, A. B. (1988).** Sacrificial Symbolism in Animal Experimentation: Object or Pet? *Anthrozoös*, 2(2), 98–117. <https://doi.org/10.2752/089279389787058091>
- Arluke, A. (1990).** Moral evaluation in medical research. *Advances in Medical Sociology*, 1, 189–204. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11660597/>
- Becker, G. S. (1973).** A Theory of Marriage: Part I. *Journal of Political Economy*, 81(4), 813–846. <http://www.jstor.org/stable/1831130>
- Becker, G. S. (1974).** A Theory of Marriage: Part II. *Journal of Political Economy*, 82(2), S11–S26. <http://www.jstor.org/stable/1829987>
- Brousse, C. (2015).** La vie quotidienne en France depuis 1974. Les enseignements de l'enquête *Emploi du temps*. *Économie et Statistique*, 478–480, 79–117. <https://doi.org/10.3406/estat.2015.10559>
- Brousse, C. & Bodier, M. (2024).** La place des animaux dans la vie quotidienne : une lecture à travers les enquêtes *Emploi du temps*. Insee, *Document de travail*.
- Claidière, N. & Guillo, D. (2016).** Comment articuler les sciences de la vie et les sciences sociales à propos des relations humains / animaux ? Un modèle interactionniste et évolutionniste. *L'Année sociologique*, 66, 385–420. <https://doi.org/10.3917/anso.162.0385>
- Digard, J.-P. (1998).** *Les Français et leurs animaux*. Paris : Fayard.
- Doré, A., Michalon, J. & Libano Monteiro, T. (2019).** Place et incidence des animaux dans les familles. *Enfances Familles Générations*, 32. <http://journals.openedition.org/efg/6980>
- Epley, N., Akalis, S., Waytz, A. & Cacioppo, J. T. (2008).** Creating Social Connection Through Inferential Reproduction: Loneliness and Perceived Agency in Gadgets, Gods, and Greyhounds. *Psychological Science*, 19(2), 114–120. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02056.x>
- Gilbey, A. & Tani, K. (2015).** Companion Animals and Loneliness: A Systematic Review of Quantitative Studies. *Anthrozoös*, 28(2), 181–197. <https://doi.org/10.1080/08927936.2015.11435396>
- Guillo, D. (2009).** *Des chiens et des humains*. Coll. « Méléte ». Paris : Le Pommier.

- Héran, F. (1987).** Les animaux domestiques. Insee, *Données sociales*, 417–423.
- Héran, F. (1988).** Comme chiens et chats : Structures et genèse d'un conflit culturel. *Ethnologie Française*, 18(4), 325–337. <http://www.jstor.org/stable/40989067>
- Herpin, N., Grimler, G. & Verger, D. (1991).** Les Français et leurs animaux familiers : des dépenses en forte hausse. *Economie et Statistique*, 241, 53–63. <https://doi.org/10.3406/estat.1991.5554>
- Herpin, N. & Verger, D. (1992).** Sont-ils devenus fous ? La passion des Français pour les animaux familiers. *Revue Française de Sociologie*, 33(2), 265–286. <https://doi.org/10.2307/3321997>
- Herpin, N. & Verger, D. (2016).** La possession d'animaux de compagnie en France : une évolution sur plus de vingt ans expliquée par la sociologie de la consommation. *L'Année sociologique*, 66, 421–466. <https://doi.org/10.3917/anso.162.0421>
- Hirsh-Pasek, K. & Treiman, R. (1982).** Doggerel: Motherese in a New Context. *Journal of Child Language*, 9(1), 229–237. <https://doi.org/10.1017/S0305000900003731>
- Lafon, P. (1980).** Sur la variabilité de la fréquence des formes dans un corpus. *Mots*, 1, 127–165. <https://doi.org/10.3406/mots.1980.1008>
- Lemel, Y. (1982).** Activités primaires et secondaires : analyse de contenu des dossiers de l'enquête Emploi du temps : 1974-1975. Insee, *Document de travail*.
- Mondémé, C. (2018).** Comment parle-t-on aux animaux ? Formes et effets pragmatiques de l'adresse aux animaux de compagnie. *Langage et société*, 163, 77–99. <https://doi.org/10.3917/lis.163.0077>
- Morand, E. & de Singly, F. (2019).** Sociologie d'une forte proximité subjective au chat, au chien. *Enfances, Familles, Générations*, 32. <https://doi.org/10.7202/1064510ar>
- Ponthieux, S. (2015).** Introduction. Les enquêtes *Emploi du temps* : une source majeure pour l'étude des inégalités sociales et de genre. *Économie et Statistique*, 478-479-480, 59–77. <https://doi.org/10.3406/estat.2015.10558>
- Sanders, C. R. (1993).** Understanding dogs: Caretakers' Attributions of Mindedness in Canine-Human Relationships. *Journal of Contemporary Ethnography*, 22(2), 205–226. <https://doi.org/10.1177/089124193022002003>
- Scoresby, K. J., Strand, E. B., Ng, Z., Brown, K. C., Stiliz, C. R., Strobel, K., Barroso, C.S. & Souza, M. (2021).** Pet Ownership and Quality of Life: A Systematic Review of the Literature. *Veterinary Sciences*, 8(12), 332. <https://doi.org/10.3390/vetsci8120332>
- Stewart, J. (2013).** Tobit or not Tobit? *Journal of Economic and Social Measurement*, 38(3), 263–290. <https://content.iospress.com/articles/journal-of-economic-and-social-measurement/jem00376>
- Stiglitz, J., Sen, A. & Fitoussi, J.-P. (2009).** Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social. https://medias.vie-publique.fr/data_storage_s3/rapport/pdf/094000427.pdf
- Yonnet, P. (1983).** L'homme aux chats : Zoophilie et déshumanisation. *Le Débat*, 27, 111–126. <https://doi.org/10.3917/deba.027.0111>
-

N° 542 (2024)

ÉCONOMIE DE LA SANTÉ / HEALTH ECONOMICS

- Introduction – De la théorie à la pratique et vice versa ou comment les économistes contribuent à comprendre et à améliorer le système de santé / *Introduction – From Theory to Practice and Vice Versa or How Economists Contribute to Understanding and Improving the Healthcare System* – Thomas Barnay & David Crainich

INÉGALITÉS ET VULNÉRABILITÉ / INEQUALITIES AND VULNERABILITY

- La répartition géographique des internes en médecine générale : un outil de régulation des lieux d'installation ? / *Geographical Distribution of Interns in General Practice: A Tool for Regulating Place of Settlement?* – Julien Silhol
- Comment prendre en compte le coût supplémentaire lié au handicap dans la mesure du niveau de vie des ménages en France ? / *How Can the Additional Cost Due to Disability Be Taken Into Account When Measuring the Standard of Living of Households in France?* – Thomas Blavet
- Le reste à charge en santé nuit-il à l'équité dans le financement des soins ? Une comparaison des systèmes de santé en Europe / *Do Out-Of-Pockets Undermine Equity in Healthcare Financing? A Comparison of Healthcare Systems in Europe* – Florence Jusot & Adèle Lemoine

CONSOMMATION DE SOINS ET PRÉVENTION / HEALTH CARE CONSUMPTION AND PREVENTION

- L'impact d'un programme social sur la consommation de soins des travailleurs indépendants âgés en France / *The Impact of a Social Programme on the Healthcare Consumption of Elderly Self-Employed Workers in France* – Estelle Augé & Nicolas Sirven
- Impact d'Internet haut débit sur les comportements préventifs en matière de santé au Sénégal / *Impact of Broadband Internet on Preventive Healthcare Behaviors in Senegal* – Pauline Kergall & Jean-Baptiste Guiffard

EHPAD ET HÔPITAL / EHPADs AND HOSPITAL

- Effet de l'aide informelle fournie par leurs enfants sur la santé des personnes âgées en maison de retraite / *The Effect of Informal Care Provided by Children on Health in Nursing Homes* – Quitterie Roquebert
- Inciter à prescrire des médicaments biosimilaires : évaluation d'une expérimentation de partage de gains entre les hôpitaux et l'Assurance maladie en France / *Biosimilar Prescribing Incentives: Results of a French Pilot of Gainsharing Between Hospitals and the National Health Insurance* – Vincent Attia, Mathilde Gaini, Edouard Maugendre & Catherine Pollak

N° 541 (2023)

- Discriminations dans l'accès à l'emploi : les effets croisés du genre, de l'origine et de l'adresse / *Discrimination in Access to Employment: The Combined Effects of Gender, Origin and Address* – Sylvain Chareyron, Yannick L'Horty & Pascale Petit
- La régulation des prix des alcools en France : quel scénario de réforme pour une politique proportionnée aux objectifs de santé publique et d'équité fiscale ? / *Alcohol Price Regulation in France: Choosing a Reform Scenario to Achieve Public Health and Tax Fairness Objectives* – Sébastien Lecocq, Valérie Orozco, Christine Boizot-Szantai, Céline Bonnet & Fabrice Etilé
- Les stéréotypes de genre en Europe / *Gender Stereotypes in Europe* – Clotilde Coron
- La non-imposition des loyers imputés : un cadeau pour Harpagon ? Une estimation dans le cas de la France / *Non-Taxation of Imputed Rent: A Gift to Scrooge? Evidence from France* – Montserrat Botey & Guillaume Chapelle

N° 540 (2023)

- Qui est mieux classé que ses parents dans l'échelle des revenus ? Une analyse de la mobilité intergénérationnelle en France / *Who Climbs Up the Income Ladder? An Analysis of Intergenerational Income Mobility in France* – Michaël Sicsic
- Les délocalisations jouent-elles encore un rôle dans le déclin de l'emploi industriel ? / *Does Offshoring Still Play a Role in the Decline in Manufacturing Employment?* – Camille Beaurepaire & Victor Lavielle
- Aides publiques et performances des entreprises nées mondiales / *Public Aid and the Performance of Born Globals* – Flora Bellone, Catherine Laffineur & Sophie Pomet
- Brexit et exportations agricoles et alimentaires bretonnes / *Brexit and Breton Agricultural and Food Exports* – Angela Chepeta, Marilyne Huchet & Lucile Henry

N° 539 (2023)

- Au-delà du PIB : une évaluation de la croissance du bien-être monétaire dans 14 pays européens et aux États-Unis / *Beyond GDP: A Welfare-Based Estimate of Growth for 14 European Countries and the USA Over Past Decades* – Jean-Marc Germain
- Produits numériques gratuits et mesures agrégées de l'activité économique / *Free Digital Products and Aggregate Economic Measurement* – Diane Coyle & David Nguyen

TÉLÉTRAVAIL ET PRODUCTIVITÉ / TELEWORK AND PRODUCTIVITY

- Les liens entre télétravail et productivité pendant et après la pandémie de Covid-19 / *The Role of Telework for Productivity During and Post COVID-19* – Chiara Criscuolo, Peter Gal, Timo Leidecker, Francesco Losma & Giuseppe Nicoletti
- Télétravail et productivité avant, pendant et après la pandémie de Covid-19 / *Telework and Productivity Before, During and After the COVID-19 Crisis* – Antonin Bergeaud, Gilbert Cette & Simon Drapala
- Commentaire – Télétravail et productivité trois ans après les débuts de la pandémie / *Comment – Telework and Productivity Three Years After the Start of the Pandemic* – Pierre Pora

N° 538 (2023)

VIELLISSEMENT ET RETRAITE / AGEING AND RETIREMENT

- Vieillesse, retraites et dépendance – Introduction / *Ageing, Pensions and Dependency – Introduction* – Didier Blanchet
- Dynamique du processus de perte d'autonomie dans les populations vieillissantes / *Dynamic of the Disabling Process in Ageing Populations* – Mahdi Ben Jelloul, Antoine Bozio, Elsa Perdrix, Audrey Rain & Léa Toulemon
- Le recours aux établissements pour personnes âgées en France (2008-2015) : le rôle de l'entourage familial / *Institutional Long-Term Care Use in France (2008-2015): The Role of Family Resources* – Amélie Carrère, Emmanuelle Cambois & Roméo Fontaine
- Effets sur la consommation de soins d'un report de l'âge de départ à la retraite annoncé en fin de carrière / *The Health-Consumption Effects of Increasing Retirement Age Late in the Game* – Eve Caroli, Catherine Pollak & Muriel Roger
- Le droit à l'information sur la retraite introduit par la réforme de 2003 rend-il les Français mieux informés et moins inquiets quant à leur future retraite ? / *Does the Right to Information on their Pension Introduced by the 2003 Reform Make the French Better Informed and Less Concerned about their Future Pension?* – Luc Arrondel, Loïc Gautier, Aurélie Lemonnier & Laurent Soulat
- Les perspectives financières du système de retraite et du niveau de vie des retraités à l'horizon 2070 / *Financial Outlook for the Pension System and the Standard of Living of Pensioners by 2070* – Frédérique Nortier-Ribordy

N° 536-37 (2022)

DOSSIER THEMATIQUE / THEMATIC SECTION

- Travail domestique et parental au fil des confinements en France : comment ont évolué les inégalités socio-économiques et de sexe ? / *Housework and Parenting during the Lockdowns in France: How Have Socio-Economic and Gender Inequalities Changed?* – Ariane Pailhé, Anne Solaz, Lionel Wilner & l'équipe EpiCov
- Les couples pendant le confinement : « La vie en rose » ? / *Couples in Lockdown: "La vie en rose"?* – Hugues Champeaux & Francesca Marchetta
- *Commentaire* – La crise du Covid-19 a-t-elle contribué à modifier la division du travail selon le genre au sein des familles ? / *Comment – Did the COVID-19 Crisis Contribute to a Change in the Gender-Based Division of Work within Families?* – Hélène Couprie
- Migrations résidentielles et crise de la Covid-19 : vers un exode urbain en France ? / *Residential Migration and the COVID-19 Crisis: Towards an Urban Exodus in France?* – Marie-Laure Breuillé, Julie Le Gallo & Alexandra Verlhac
- Covid-19 et dynamique des marchés de l'immobilier résidentiel en France : une exploration / *COVID-19 and Dynamics of Residential Property Markets in France: An Exploration* – Sylvain Chareyron, Camille Régnier & Florent Sari
- Une analyse territoriale de l'impact de la crise sanitaire de 2020 sur la masse salariale du secteur privé : effets structurels et effets locaux / *Regional Analysis of the Impact of the 2020 Health Crisis on the Private-Sector Wage Bill: Structural and Local Effects* – Mallory Bedel-Mattmuller, Fadia El Kadiri & Lorraine Felder Zentz

ARTICLE

- Le déficit protéique français – Une analyse prospective / *Protein Deficit in France – A Prospective Analysis* – Alexandre Gohin & Alice Issanchou

Economie et Statistique / Economics and Statistics

Objectifs généraux de la revue

Economie et Statistique / Economics and Statistics publie des articles traitant de tous les phénomènes économiques et sociaux, au niveau micro ou macro, s'appuyant sur les données de la statistique publique ou d'autres sources. Une attention particulière est portée à la qualité de la démarche statistique et à la rigueur des concepts mobilisés dans l'analyse. Pour répondre aux objectifs de la revue, les principaux messages des articles et leurs limites éventuelles doivent être formulés dans des termes accessibles à un public qui n'est pas nécessairement spécialiste du sujet de l'article.

Soumissions

Les manuscrits doivent être adressés au secrétariat de la revue (redaction-ecostat@insee.fr), de préférence en format MS-Word. Il doit s'agir de travaux originaux, qui ne sont pas soumis en parallèle à une autre revue. Les articles peuvent être soumis en français ou en anglais. Le texte d'un article standard fait environ 11 000 mots en français (y compris encadrés, tableaux, figures, annexes et bibliographie, non compris d'éventuelles annexes en ligne). Aucune proposition initiale de plus de 12 500 mots (11 500 mots pour les soumissions en anglais) ne sera examinée.

La soumission doit comporter deux fichiers distincts :

- Un fichier d'une page indiquant : le titre de l'article ; les prénom, nom, affiliations (maximum deux) et adresses e-mail et postale de chaque auteur ; un résumé de 160 mots maximum (140 mots pour les soumissions en anglais) qui doit présenter très brièvement la problématique, indiquer la source et donner les principaux axes et conclusions de la recherche ; les codes JEL et quelques mots-clés ; d'éventuels remerciements.
- Un fichier anonymisé du manuscrit complet (texte, illustrations, bibliographie, éventuelles annexes) indiquant en première page uniquement le titre, le résumé, les codes JEL et les mots-clés.

Les propositions retenues sont évaluées par deux à trois rapporteurs (procédure en « double-aveugle »). Les articles acceptés pour publication devront être mis en forme suivant les consignes aux auteurs (accessibles sur <https://www.insee.fr/fr/information/2410168>). Ils pourront faire l'objet d'un travail éditorial visant à améliorer leur lisibilité et leur présentation formelle.

Publication

Les articles sont publiés en français dans l'édition papier et simultanément en français et en anglais dans l'édition électronique. Celle-ci est disponible, en accès libre, sur le site de l'Insee, le jour même de la publication ; cette mise en ligne immédiate et gratuite donne aux articles une grande visibilité. La revue est par ailleurs accessible sur le portail francophone Persée, et référencée sur le site international Repec et dans la base EconLit.

Main objectives of the journal

Economie et Statistique / Economics and Statistics publishes articles covering any micro- or macro- economic or sociological topic, either using data from public statistics or other sources. Particular attention is paid to rigor in the statistical approach and clarity in the concepts and analyses. In order to meet the journal aims, the main conclusions of the articles, as well as possible limitations, should be written to be accessible to an audience not necessarily specialist of the topic.

Submissions

Manuscripts should be sent to the editorial team (redaction-ecostat@insee.fr), preferably in MS-Word format. The manuscript must be original work and not submitted at the same time to any other journal. It can be submitted either in French or in English. The standard length of an article is of about 10,000 words (including boxes if any, tables, figures, appendices, bibliography, but not counting online appendices if any). Manuscripts of more than 11,500 words will not be considered. Submissions must include two separate files:

- A one-page file providing: the title of the article; the first name, name, affiliation-s (at most two), e-mail et postal addresses of each author; an abstract of maximum 140 words, briefly presenting the research question, data and methodology, and the main conclusions; JEL codes and a few keywords; acknowledgements if any.
- An anonymised manuscript (including the main text, illustrations, bibliography and appendices if any), mentioning only the title, abstract, JEL codes and keywords on the front page.

Proposals that meet the journal objectives are reviewed by two to three referees ("double-blind" review). The articles accepted for publication will have to be presented according to the guidelines for authors (available at <https://www.insee.fr/en/information/2591257>). They may be subject to editorial work aimed at improving their readability and formal presentation.

Publication

The articles are published in French in the printed edition, and simultaneously in French and in English in the online edition. The online issue is available, in open access, on the Insee website the day of its publication; this immediate and free online availability gives the articles a high visibility. The journal is also available online on the French portal Persée, and indexed in Repec and EconLit.

N° 543 - 2024

Economie Statistique **ET**

Economics **AND** Statistics



ISBN 978-2-11-162445-0 - ISSN 0336-1454 - ECO 543
Parution octobre 2024 - PRIX : 22 €

