

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 :

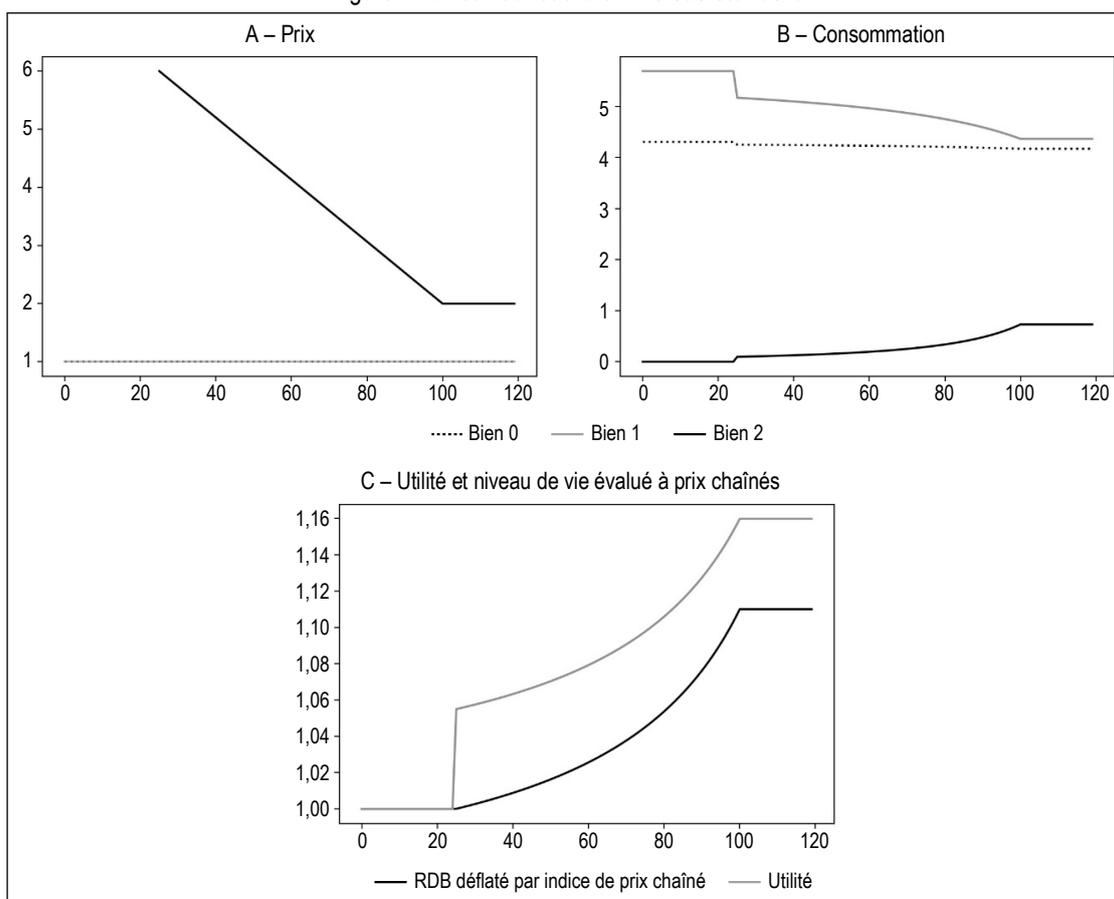
- La première est de sembler ne concerner qu'un agent représentatif, avec toutes les limites bien connues de ce concept (Kirman, 1992). De fait, s'agissant de biens verts ou bruns indivisibles (voiture électrique versus voiture thermique) les scénarios présentés évoqueront plutôt un phénomène d'adoption 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 recoupé 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

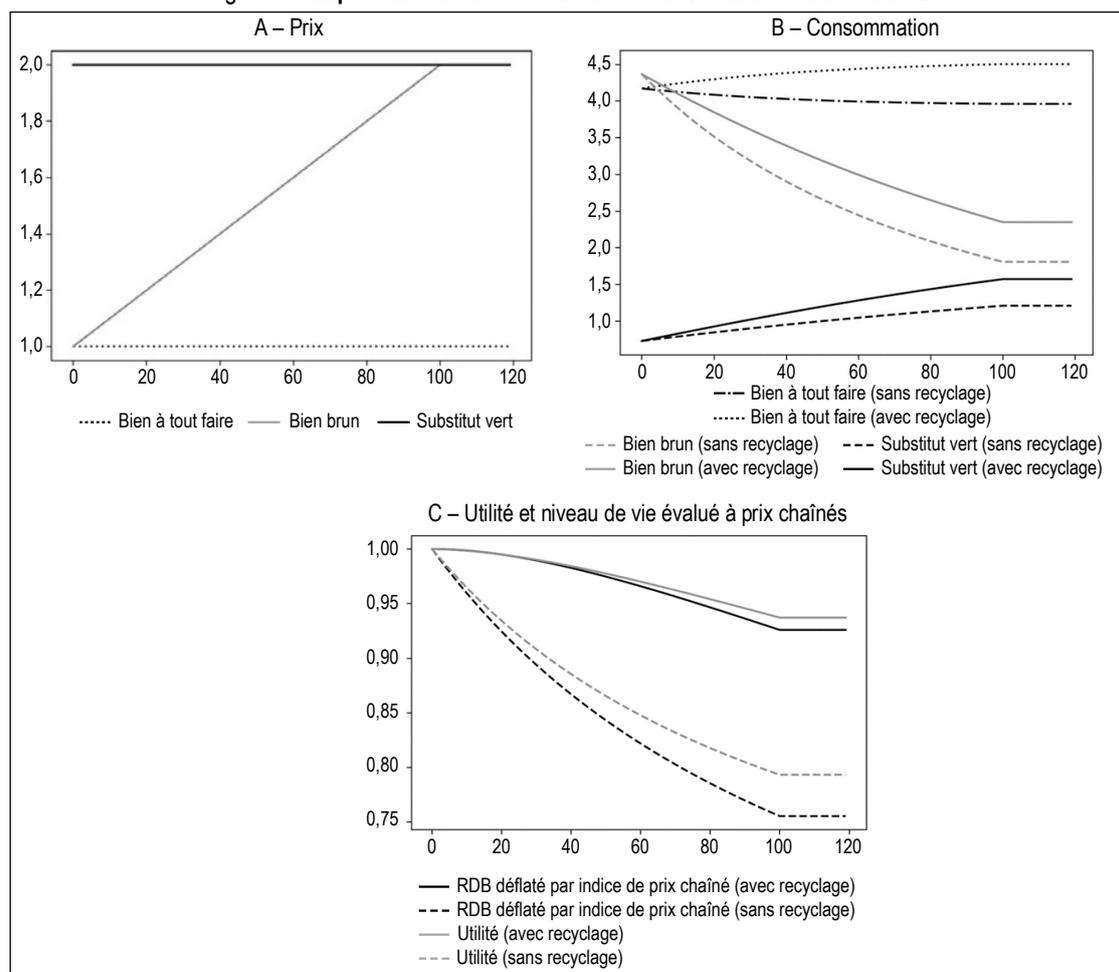
2. Voir par exemple Aghion et al. (2018) ainsi que, pour des revues de littérature, Ahmad & Scheyer (2016) ou Blanchet et al. (2018).

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

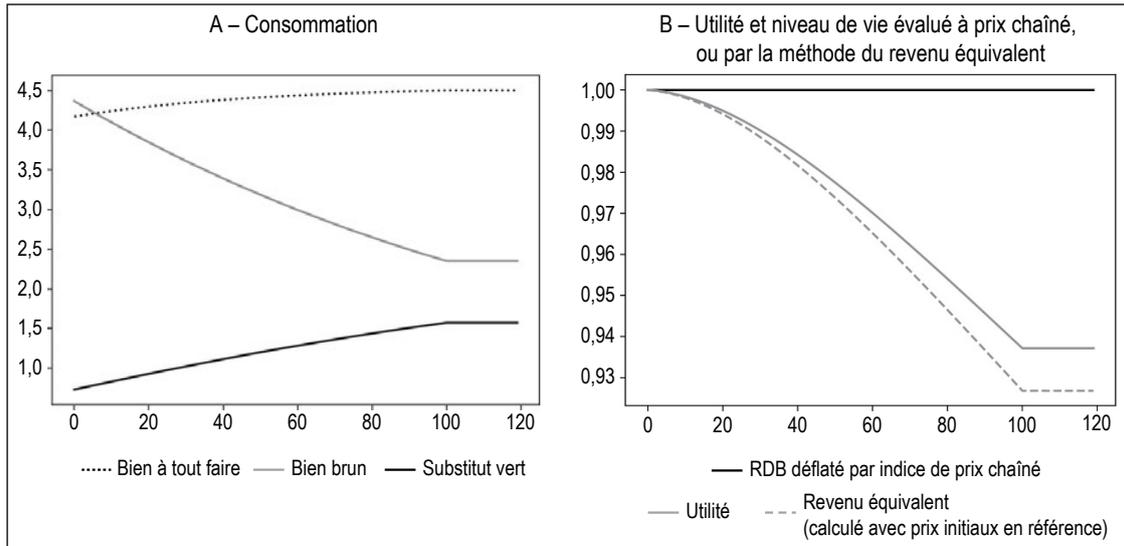
Figure II – Impact niveau de vie et bien-être de la taxation du bien brun



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



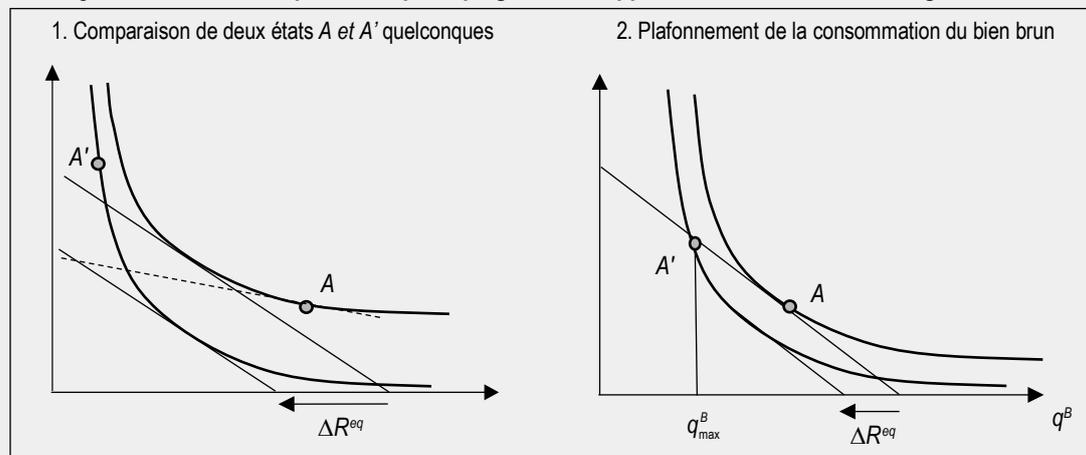
Lecture : on a la même baisse de consommation du bien brun en se contentant de continger cette consommation via la réglementation. Il en découle un report de la consommation vers le bien vert mais aussi vers l'autre bien. Cette modification contrainte de la structure de consommation conduit à une chute 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.

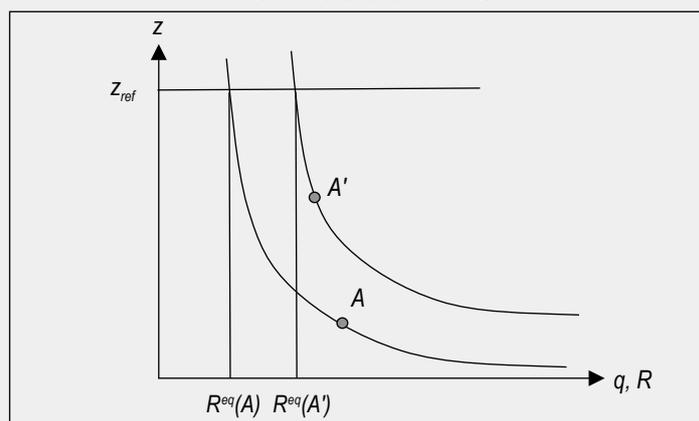
Le problème qu'elle pose va néanmoins être celui de la mise en œuvre. Plusieurs techniques

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.

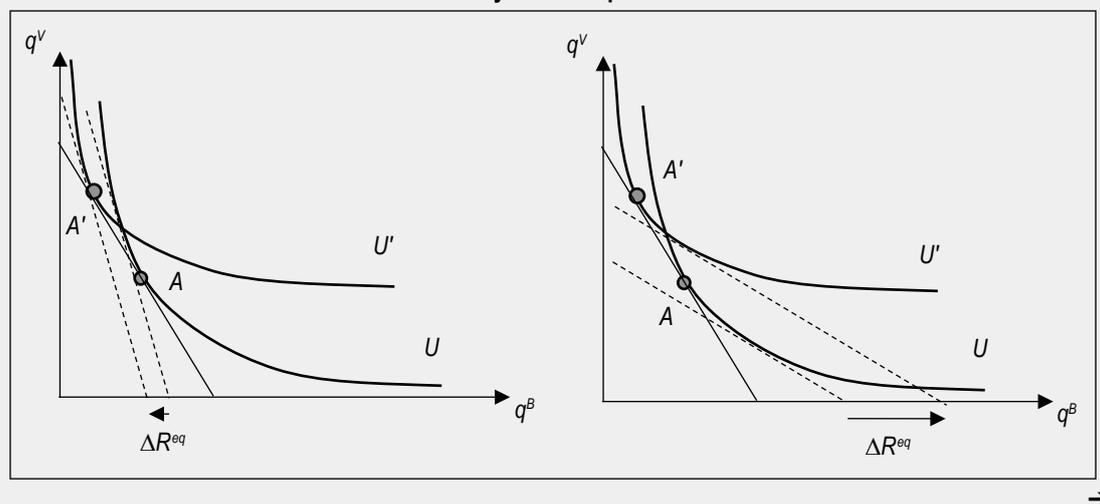
Mais on peut explorer ce que peuvent aussi avoir à en dire les indicateurs de niveau de vie calculés selon la méthode du revenu équivalent introduite à l'instant.

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

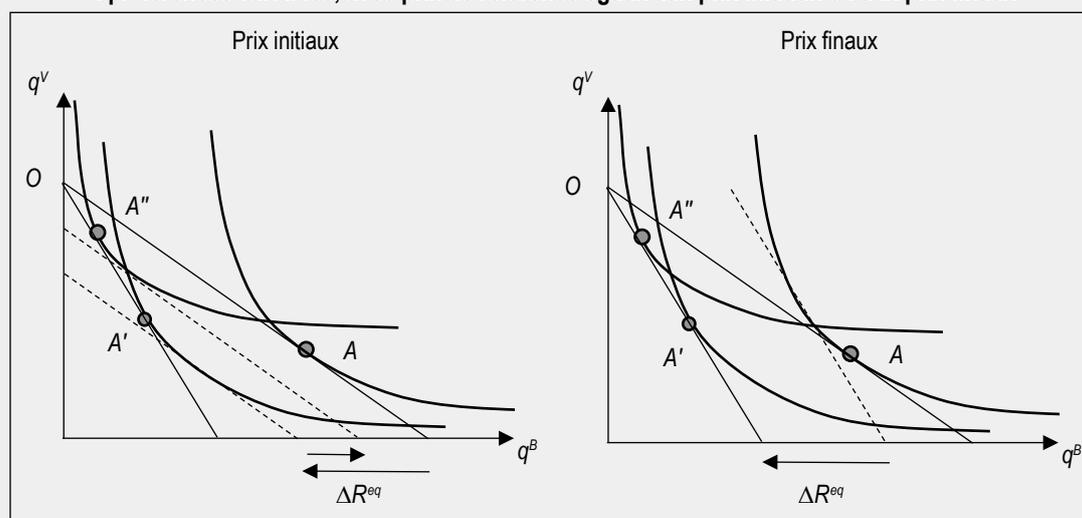


ENCADRÉ 4 – (suite)

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.

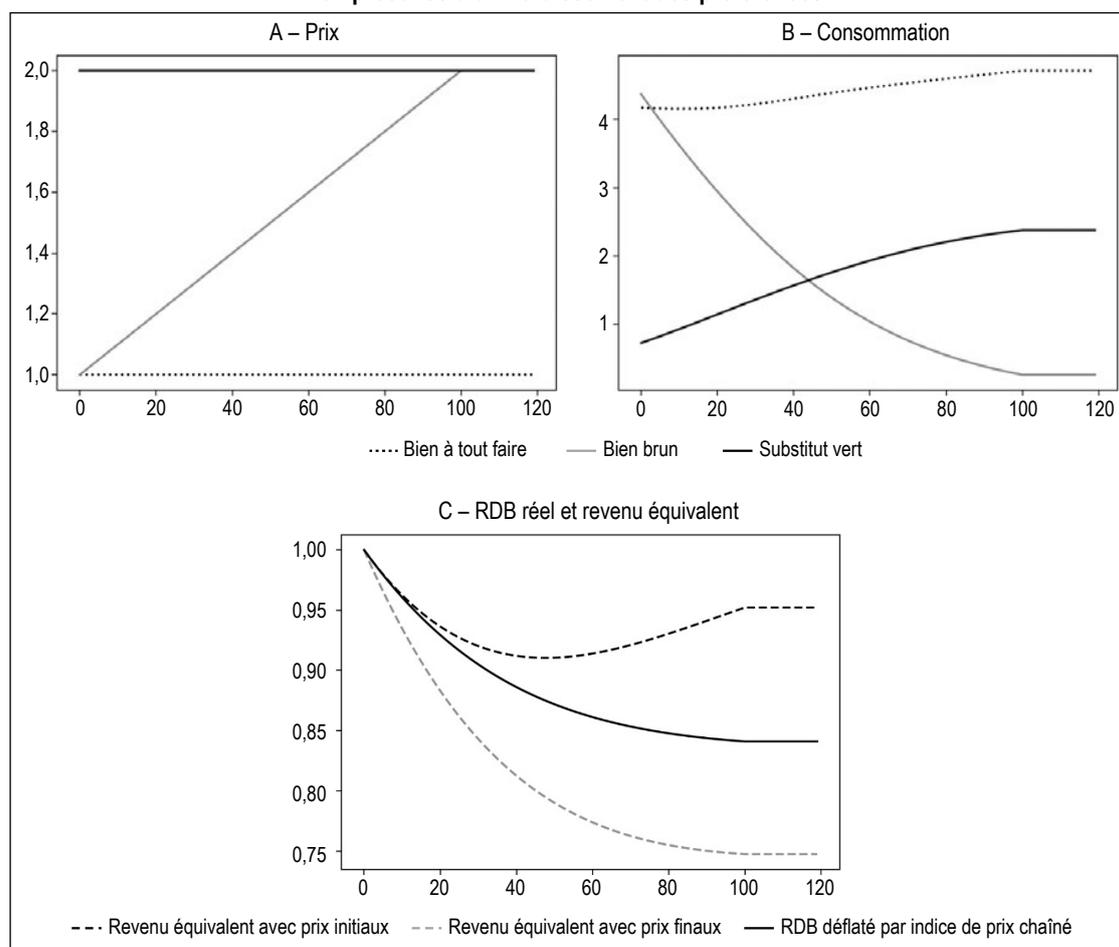
Si l'indicateur standard ne sera donc pas nécessairement muet sur un potentiel effet modérateur du changement de préférences, son message sera partiel et instable.

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 moins de 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
