



HAL
open science

La taxe carbone dans une économie d'inspiration keynésienne

Nicolas Piluso, Edwin Le Héron

► **To cite this version:**

Nicolas Piluso, Edwin Le Héron. La taxe carbone dans une économie d'inspiration keynésienne. Développement durable et territoires, 2017. hal-01454866v1

HAL Id: hal-01454866

<https://univ-tlse2.hal.science/hal-01454866v1>

Submitted on 3 Feb 2017 (v1), last revised 25 Nov 2017 (v2)

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Nicolas Piluso (Université de Toulouse, CERTOP) & Edwin Le Heron (IEP de Bordeaux, GRETHA)

La taxe carbone dans une économie keynésienne

Résumé : L'objet de cet article est d'analyser les effets conjoncturels d'une politique climatique de taxation des émissions polluantes ainsi que son impact sur l'efficacité des politiques de relance dans le cadre d'analyse d'une économie keynésienne. Les contributions empiriques et théoriques actuelles estiment qu'une taxation a le plus souvent un impact récessif. Par ailleurs, ces travaux montrent que l'efficacité des politiques publiques est entravée par l'exercice de la politique climatique et/ou l'existence d'une contrainte environnementale. Nous montrons ici à l'inverse que la politique climatique de taxation peut exercer, sous certaines conditions, un effet favorable sur la conjoncture et renforcer l'efficacité économique des politiques de relance budgétaire.

JEL Codes : E12, E60, H32.

Key words : Taxe carbone, politique de relance, économie keynésienne.

Ces dernières années, certains auteurs appellent de leur vœu l'émergence d'une macroéconomie écologique intégrant des contraintes liées au développement durable et/ou des politiques climatiques visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (Jackson, 2009, 2011 ; Victor, 2012). Récemment, des travaux ont intégré de telles dimensions dans des modèles de la macroéconomie traditionnelle. L'objectif de cet article s'inscrit dans cette perspective : il s'agit d'analyser les effets conjoncturels d'une politique climatique dans un modèle macroéconomique d'inspiration keynésienne.

L'un des résultats les plus connus aujourd'hui des travaux de Keynes (1936) est l'effet expansionniste des politiques économiques de relance. Le principe du multiplicateur met en évidence en effet qu'un accroissement de la dépense publique permet, au même titre que l'investissement privé, une augmentation plus que proportionnelle de la richesse nationale. Cependant, à l'heure où la prise en compte des contraintes écologiques devient indispensable, il est nécessaire de poser la question de savoir si la mise en œuvre d'une politique climatique remet en cause ou non cet enseignement fondamental de la théorie keynésienne.

Dans le domaine de la macroéconométrie, nombreux sont aujourd'hui les modèles qui permettent d'évaluer les effets conjoncturels des politiques climatiques. De façon très générale, on distingue les modèles néo-keynésiens qui mettent en avant une économie tirée par la dynamique de la demande à court terme (Allard-Prigent et alii, 2010, Klein et Simon, 2010), des modèles d'équilibre général calculable, d'inspiration plus néoclassique (Barbiker M.H et alii, 2001). Bien que les résultats des simulations soient très sensibles aux hypothèses retenues dans les modèles sous-jacents, beaucoup d'estimations conduisent à considérer que l'impact des politiques climatiques sur le PIB

est négatif (Söderholm, 2007). Pour Farid et alii (2016) cependant, des mesures fiscales ciblées, adaptées aux circonstances nationales et robustes dans les scénarios climatiques, sont nécessaires pour contrer le sous-investissement du secteur privé dans l'adaptation au changement climatique. Une plus grande divulgation des empreintes carbone, des tests de résistance des valeurs d'actifs et une plus grande prolifération des instruments de couverture facilitera les investissements à faibles émissions et la diversification des risques climatiques sur les marchés financiers.

Dans le domaine de la macroéconomie théorique, plusieurs travaux ont consisté à introduire une contrainte environnementale dans un modèle IS-LM : on peut citer Heyes (2000), Sims (2006) ou encore Decker et Wohar (2012). Dans l'article précurseur de Heyes, cette contrainte met en évidence que tout accroissement du PIB contribue à dégrader l'environnement. Dans le but de compenser ces dommages, l'investissement vert doit se développer pour substituer des technologies vertes à des technologies polluantes. Pour ce faire, le taux d'intérêt doit diminuer. Cela conduit à introduire, en plus des courbes traditionnelles IS et LM, une courbe de contrainte environnementale EE (pour EcologicalEquilibrium) qui est décroissante dans le plan taux d'intérêt / revenu global. Les résultats du modèle dépendent des pentes respectives des courbes EE, IS et LM. Dans la configuration retenue par Heyes (pente de la courbe EE plus forte que celle de IS), la politique budgétaire compatible avec l'équilibre écologique est inefficace tandis que la politique monétaire autorise une relance de l'économie « écologique » par le biais d'une baisse du taux d'intérêt.

Plusieurs modèles sont ensuite apparus ces dernières années visant à aborder les questions de l'impact du climat sur l'économie et vice versa : modélisation de la construction d'une "croissance durable" avec un secteur financier amical (Fontana et Sawyer 2014), modélisation des émissions utilisant une théorie de la croissance endogène avec les cycles économiques (Taylor et Foley 2014), formalisation des dommages environnementaux comme une externalité négative globale endogène (Rezai et al. 2012), théorisation d'un cycle de production multisectoriel pour analyser les implications stochastiques de la réduction des émissions de CO₂ (Dissou et Karnizova, 2016), ou encore mise en place d'un secteur «vert» avec garantie de plein emploi (Godin 2012), voir aussi le modèle SFC de Berg et al. 2015).

Dans le modèle stock-flux cohérent de Naqvi (2015), la relation entre croissance et inégalités d'une part, et croissance et dégradation de l'environnement, ne sont pas pré-déterminées. Dans certains cas, on observe une déconnexion, par exemple, entre la croissance et la dégradation de l'environnement. Cependant, comme dans les modèles standard, l'introduction d'une taxe environnementale sur les firmes et les ménages qui dépend des émissions de gaz à effet de serre entraîne une diminution du PIB et un accroissement du chômage. Contrairement à l'approche qui sera la nôtre, il n'y a pas dans ce modèle de dépense des entreprises visant à réduire l'impact environnemental : l'effet de l'activité sur l'environnement est exogène. L'Etat a un déficit budgétaire, mais les politiques publiques de relance ne sont pas étudiées.

Fagnard et Germain (2014) adoptent une autre approche. Ils introduisent dans un modèle AS AD (avec prix flexibles) une politique climatique sous forme de taxe carbone ou de permis à polluer. L'introduction d'un tel prélèvement à des fins écologiques entraîne un choc d'offre négatif qui « verticalise » la courbe d'offre : tout accroissement de l'output exige une augmentation des prix plus importante. La conséquence directe en est un affaiblissement de l'impact des politiques de relance de

type keynésienne : plus la courbe d'offre est verticale, plus le modèle se rapproche d'un modèle classique standard dans lequel toute velléité de politique keynésienne est inefficace.

Dans leur article, Fagnard et Germain critiquent les modèles de type IS LM parce que les comportements d'offre ne sont pas explicites. Ils affirment en effet que « *les politiques environnementales ont des effets sur les coûts des entreprises et donc sur leurs prix et leurs comportements d'offre. Ceci rejait sur l'équilibre macroéconomique de sorte que la mise en œuvre d'une politique environnementale ne semble pas pouvoir être pleinement appréhendée par une modélisation qui ne formalise pas explicitement le côté offre de l'économie* » (Fagnard et Germain, 2014). Nous tiendrons compte dans notre modèle de cette critique en explicitant le mode de détermination du prix sur le marché des biens. Néanmoins, nous conservons le résultat keynésien d'un chômage involontaire lié à l'insuffisance de la demande effective. L'existence d'un tel chômage caractérise la situation de nombreux pays et modifie la façon dont l'offre réagit aux variations de la demande : tant qu'il existe une situation de chômage involontaire lié à l'insuffisance de la demande effective, l'offre réagit de façon élastique aux impulsions de la demande (Keynes, 1936).

Du point de vue d'un keynésien, les problèmes posés par le modèle de Fagnard et Germain sont au nombre de deux. D'une part, la rigidité du salaire est la cause des déséquilibres du marché du travail et de l'efficacité des politiques publiques. Avec un salaire parfaitement flexible, la politique climatique ne produit qu'un choc d'offre négatif. D'autre part, il ignore l'effet de l'augmentation des recettes publiques (liée à la taxe carbone) sur l'augmentation des dépenses publiques qu'elle autorise. Enfin, rappelons avec Cartelier (1995) que le résultat d'efficacité de la politique publique dans le modèle AS AD est une anomalie. Dans un modèle d'équilibre général en effet, les fonctions d'offre et de demande ne dépendent que des prix réels et, de ce point de vue, la fixité ou la rigidité d'un prix ne modifie aucunement les propriétés de l'équilibre.

L'objet de l'article est ainsi d'introduire un élément de politique climatique dans une économie keynésienne caractérisée par l'existence d'un chômage involontaire keynésien. Nous souhaitons rendre compte théoriquement de la proposition avancée par Peirera (2016) : la mise en place d'une taxe carbone peut engendrer un triple dividende en matière de croissance, d'empreinte écologique et accessoirement de réduction des déficits publics. Nous empruntons la structure du modèle de Cartelier (1995) qui prend au sérieux les enseignements les plus fondamentaux de la *Théorie générale* de Keynes (et, pour certains aspects, du *Treatise on money*).

Dans un premier temps, les caractéristiques retenues d'une économie keynésienne seront explicitées. Dans un second temps, nous exposerons le modèle avec introduction d'un élément de politique climatique. Dans un troisième et quatrième temps, nous discuterons des effets de la politique climatique sur la conjoncture et sur l'efficacité des politiques de relance.

1. Les traits fondamentaux d'une économie keynésienne

Le modèle de Cartelier (1995 : 68) dont nous empruntons le schéma logique repose sur un certain nombre de partis-pris, pour reprendre les termes mêmes de l'auteur.

Le premier est celui de prendre en compte la distinction qu'opère Keynes dans le *Treatise on money* entre décisions patrimoniales et celles portant sur les flux. Par

conséquent, on considère que la demande de monnaie à des fins de transaction et de précaution ne constituent qu'une infime partie du patrimoine et ne figurent pas dans l'équation d'équilibre du marché de la monnaie (Cartelier, 1995).

Le second, encore plus fondamental, est l'hypothèse d'asymétrie entre entrepreneurs et salariés. Cette hypothèse prend la forme du rejet de ce que Keynes appelle le « second postulat classique », en vertu duquel les salariés ont la possibilité d'égaliser désutilité marginale du travail et salaire réel. En d'autres mots, les salariés sont dans l'incapacité de participer à la détermination du niveau d'emploi. Leur courbe d'offre de travail n'est pas inexistante mais reste « désactivée », au sens où les décisions des entreprises en matière d'emploi leur sont imposées (Piluso, 2007, 2011).

De cette seconde caractéristique découle une troisième ; « à cause de cette asymétrie, il ne paraît pas possible de retenir une interdépendance entre toutes les actions des agents au sein de la période [...]. Tout ceci commande une approche réursive, dans laquelle les différentes relations constituant le modèle sont présentées dans l'ordre même de leur résolution, découlant des différences de statut entre agents » (Cartelier, 1995 : 68). Notre économie keynésienne s'oppose donc aux mécanismes d'interdépendance générale propres aux modèles IS LM ou AS AD.

Notons enfin une dernière caractéristique. Conformément aux hypothèses adoptées par Keynes dans la *Théorie générale*, nous ferons l'hypothèse que le « premier postulat classique », en vertu duquel la productivité marginale du volume d'emploi est égale au salaire réel, est vérifié. Cela ne signifie pas néanmoins que le salaire réel détermine le niveau d'emploi : l'emploi est déterminé par la demande globale, et c'est le volume de travail demandé qui détermine le montant du salaire réel, de sorte que le profit des entreprises soit maximisé. Cette hypothèse nous permet d'introduire dans le modèle une parfaite flexibilité des prix des biens.

La structure du modèle de Cartelier (1995) est donc la suivante : la fixation du taux d'intérêt par la Banque centrale permet de déterminer le niveau d'investissement, qui, avec la dépense de consommation des ménages, forme la demande globale. La demande globale détermine le niveau de production et d'emploi que les firmes mettent en œuvre. Le niveau d'emploi étant donné, la productivité marginale de ce volume d'emploi est déterminé, de même que le salaire réel. Une telle égalité émane du programme de maximisation du profit des firmes¹. Le salaire monétaire étant paramétrique dans ce modèle, il est alors possible de déterminer le niveau du prix des biens. Dans ce modèle, les situations d'équilibre de chômage involontaire sont la règle, et le plein-emploi l'exception. A ce titre, nous ne nous intéresserons ci-dessous qu'aux situations de chômage involontaire.

2. L'introduction d'une politique climatique dans une économie keynésienne

Le présent modèle comporte trois marchés : le marché du bien, le marché du travail et le marché de la monnaie. Le bien en question peut avoir trois fonctions : il est alternativement bien de consommation, bien-capital et bien corrigeant le niveau de pollution à la baisse.

¹Il n'existe donc aucune incohérence entre la fixation du revenu global par la demande effective et le programme de maximisation du profit de la firme qui permet d'établir la nature de la relation entre productivité marginale du travail et salaire réel. Le modèle de Cartelier est ainsi construit et c'est le sens de la Théorie générale dans laquelle coexistent le principe de la demande effective et l'acceptation du premier postulat classique.

La première équation du modèle fixe l'unité de salaire nominal:

$$(1) \quad w = \underline{w}$$

La seconde concerne l'équilibre sur le marché de la monnaie. Sur celui-ci se confrontent la demande de monnaie des ménages notée $M^d = -ai + M_0$ et l'offre de monnaie du système bancaire supposée endogène, notée $M = M^S$. i représente le taux d'intérêt et M_0 est une composante autonome de la demande de monnaie. Le taux d'intérêt est donc une donnée exogène, contrôlée par la banque centrale, conformément à la tradition keynésienne horizontaliste.

$$(2) \quad i = \underline{i}$$

La troisième équation spécifie le volume de l'investissement I . Il s'agit d'une fonction décroissante par rapport au taux d'intérêt i et par rapport à la taxe carbone T :

$$(3) \quad I = f(i, T)$$

avec $I'_i < 0$ et $I'_T < 0$

En effet, l'application d'une taxe carbone sur la production du bien a tendance à diminuer l'efficacité marginale du capital en raison d'un accroissement des coûts de production.

La quatrième équation concerne l'évaluation de l'emprunte carbone de l'économie. L'activité productive s'accompagne d'une émission de gaz à effet de serre (GES). On notera Z l'estimation faite par les pouvoirs publics du volume de GES. Elle est définie par la fonction suivante :

$$(4) \quad Z = \delta y - A$$

avec δ l'intensité polluante de la technologie, y le volume de la production et enfin A la quantité de pollution évitée grâce aux efforts de dépollution. Z est donc une estimation de l'emprunte carbone sur laquelle va reposer la taxation écologique.

En amont de sa décision de production, la firme représentative choisit la quantité d'émissions polluantes à éviter étant donné le niveau de la taxe carbone T . On suppose que pour éviter une quantité A d'émission de GES, la firme doit acheter une quantité de biens anti-pollution selon la fonction $g(A)$ (on suppose que $g(0) = g'(0) = 0$, $g' > 0$, $g'' > 0$ ²). L'effort de dépollution est déterminé par la résolution du programme de minimisation suivant :

$$\begin{aligned} \text{Min } TZ + g(A) &\equiv \text{Min } T(\delta y - A) + g(A) \\ A \geq 0 & \quad A \geq 0 \end{aligned}$$

Le choix optimal de dépollution est donné par l'égalité entre le coût marginal de dépollution $g'(A)$ et le gain marginal à le consentir mesuré par T . On obtient donc la fonction de dépollution qui associe à chaque niveau de taxe carbone T le volume de dépollution optimal pour la firme :

² Nous empruntons cette fonction au modèle de Fagnard et Germain (2014).

$$(5) \quad A = \left[\frac{T}{\gamma} \right]^{\frac{1}{\gamma-1}}$$

La sixième relation spécifie le volume de la consommation. Nous supposons que cette fonction dépend de la richesse distribuée y , mais aussi de la taxe carbone appliquée à l'intensité polluante de la quantité de biens achetés:

$$(6) \quad C = cy(1 - \delta T)$$

avec la propension marginale à consommer. L'originalité de cette fonction est qu'elle intègre une taxe carbone dont le montant dépend de la quantité de biens consommée cy et de l'intensité polluante δ liée à la consommation de ces biens³. Nous introduisons volontairement deux fois la taxe carbone (sur la production et sur la consommation) pour renforcer l'effet potentiellement récessif de la taxe.

La relation suivante porte sur les finances publiques. On suppose pour le moment que le budget de l'Etat est équilibré. Les dépenses publiques G sont égales au produit de la taxe carbone :

$$(7) \quad G = T(\delta y - A) + T(\delta cy) = T\delta y(1 + c) - TA$$

La huitième relation explicite la détermination du volume de la production agrégée par le biais de l'équilibre sur le marché des biens⁴. Cette relation s'écrit :

$$y = C + I + G + g(A)$$

En remplaçant chaque terme par leur expression, on obtient :

$$y = cy(1 - \delta T) + f(i, T) + T\delta y(1 + c) - TA + g(A)$$

Le volume de la production est donc déterminée par l'expression :

$$(8) \quad y = \frac{1}{1 - c - T\delta} [f(i, T) + g(A) - TA]$$

Nous commenterons le résultat donné par l'équation (8) plus loin.

La neuvième relation permet de connaître le niveau d'emploi en vigueur. Conformément à l'hypothèse keynésienne d'asymétrie entre entrepreneurs et salariés, les entreprises sont souveraines en matière d'emploi. Elles décident du volume d'emploi en fonction de la production mise en œuvre. Supposons une fonction de production agrégée Cobb Douglas standard de type : $y = BL^\alpha$ avec B le paramètre de productivité moyenne du travail et $\alpha < 1$. La demande de travail de la firme est entièrement déterminée par le niveau de production donné par la relation (8) :

³On suppose pour simplifier que l'intensité polluante liée à la production est identique à l'intensité polluante liée à la consommation.

⁴En dehors de l'investissement et de la dépense publique dont les montants sont connus, la consommation est, à cette étape du modèle, une grandeur anticipée. Ce n'est que lorsque le revenu est distribué que les dépenses de consommation deviennent effectives. On suppose implicitement que les anticipations des entreprises sont parfaites car nous n'étudions pas les situations de déséquilibre du marché du bien.

$$(9) \quad L = \left[\frac{y}{B} \right]^{\frac{1}{\alpha}} = \left\{ \frac{1}{B} \frac{1}{1-c-T\delta} [f(i,T) + g(A) - TA] \right\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

Par ailleurs, Keynes accepte le premier postulat classique en vertu duquel la productivité marginale du volume d'emploi est égale au salaire réel. Puisque le volume d'emploi est connu, il est possible de déduire la valeur du salaire réel. Néanmoins, l'introduction de la politique climatique modifie quelque peu cette relation. Reformulons donc le programme de maximisation du profit de la firme⁵ :

$$\begin{aligned} & \text{Max } Py - wL - TZ - P_a g(A) \\ & L \geq 0 \end{aligned}$$

Le profit s'écrit comme la différence entre les recettes Py (P le prix du bien) et les coûts de production donnés par la somme du coût salarial wL , du prélèvement fiscal écologique TZ et de la dépense pour la dépollution $P_a g(A)$. Il est possible de réécrire ce programme de la façon suivante en remplaçant y et Z par leur expression respective:

$$\begin{aligned} & \text{Max } PBL^\alpha - wL - T(\delta BL^\alpha - A) - P_a g(A) \\ & L \geq 0 \end{aligned}$$

La condition de premier ordre donne : $\alpha BL^{\alpha-1}(P - T\delta) = w$, d'où l'on tire l'expression du niveau du prix du bien:

$$(10) \quad P = \frac{wL^{1-\alpha}}{\alpha B} + T\delta$$

sachant que w est donné par (1) et L est donné par (9).

L'équation (10) peut donc être réécrite de la façon suivante :

$$(10') \quad P = \frac{w \left[\frac{1}{B} \frac{1}{1-c-T\delta} [f(i,T) + g(A) - TA] \right]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{\alpha B} + T\delta$$

On voit donc que l'introduction d'une politique climatique a un effet inflationniste : le niveau général des prix augmente d'un montant $T\delta$ lié à la taxe carbone ; il augmente également en raison du supplément de demande $g(A) - TA$. Le montant de la taxe est donc partiellement répercuté sur le prix du bien.

Notons enfin que le niveau d'emploi déterminé dans cette économie n'a aucune raison a priori de correspondre au plein d'emploi de la main d'œuvre. Le niveau de la population active L^S étant donné, le volume de chômage U est donné par la relation :

$$(11) \quad U = L^S - L = L^S - \left\{ \frac{1}{B} \frac{1}{1-c-T\delta} [f(i,T) + g(A) - TA] \right\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

⁵Lorsque la firme décide de sa dépense en matière de biens antipollution, elle ne connaît pas encore le prix du bien. En effet, le modèle est séquentiel. Dans celui-ci, les décisions de dépenses se prennent avant que le niveau de production et des prix soient déterminés. Il n'est donc pas possible d'établir un plan de maximisation pour déterminer simultanément la quantité de travail demandée et la demande en bien de dépollution.

La politique climatique est-elle néfaste pour la conjoncture ?

Le montant de la taxe carbone constitue-t-il un choc d'offre négatif ? Pour le voir, revenons aux expressions (8) et (10):

$$(8) \quad y = \frac{1}{1-c-T\delta} [f(i,T) + g(A) - TA]$$

$$(10) \quad P = \frac{wL^{1-\alpha}}{\alpha B} + T\delta$$

Il apparaît que la taxe carbone a pour effet d'augmenter la valeur du multiplicateur (avec la composante $T\delta$, sachant que d'un point de vue empirique, δ est très largement inférieur à la propension marginale à consommer c). Par ailleurs, l'introduction de la taxe permet de faire apparaître une dépense antipollution $g(A)$ qui a pour effet d'augmenter la demande agrégée. En outre, le produit de la taxe permet de financer la dépense publique qui soutient la demande globale. La baisse de la consommation liée au prélèvement écologique est compensée par l'augmentation de la dépense de l'Etat. En somme, la taxe carbone ne peut avoir un impact négatif sur la conjoncture que si :

- la quantité $g(A) - TA$ est négative, c'est-à-dire si la dépense antipollution ne compense pas la perte de recettes publiques (donc de dépense publique) liée à la dépollution ; or, à compter du moment où $g(A)$ est convexe, ce que nous supposons (et ce qui est traditionnellement supposé), la quantité $g(A) - TA$ est toujours positive car A est choisi de sorte que $g'(A) = T$.

- l'impact négatif de la baisse de la demande agrégée liée à la diminution de l'investissement n'est pas compensé par l'augmentation de la valeur du multiplicateur.

Dans notre modèle, la simple lecture de l'équation (8) montre que plus l'activité est initialement polluante, plus les firmes devront acquérir une quantité importante de bien anti-pollution, à niveau de taxe donné. Par ailleurs, l'équation (5) révèle que plus le prix et l'élasticité d'achat des biens anti-pollution sont faibles, plus la quantité de bien anti-pollution devant accompagner le processus de production sera grande.

Contrairement à ce que prévoient les modèles macroéconométriques cités précédemment, la mise en œuvre d'une politique climatique peut potentiellement augmenter les volumes de la production et de l'emploi :

- dès lors qu'est prise en compte l'apparition de dépenses supplémentaires liées à l'effort de dépollution et au développement des dépenses publiques ;

- à compter du moment où la diminution de l'investissement est plus que compensée par la hausse des dépenses anti-pollution et la hausse des dépenses publiques.

Nous avons effectué un exercice de statique comparative en simulant l'introduction d'une double taxe carbone, qui porte simultanément sur la production et la consommation.

Cet exercice montre que de toute évidence, la taxe carbone pénalise l'investissement des entreprises. Cependant, en supposant que l'effet négatif de la taxe sur l'investissement est modéré, la baisse de l'investissement est contrebalancée par l'augmentation des dépenses publiques G et des dépenses antipollution des entreprises. Au total, l'augmentation de la taxe carbone entraîne une augmentation de la

production y , de l'emploi (on note une très légère diminution du taux de chômage U) et des prix, tout en faisant diminuer l'empreinte écologique Z (voir graphiques 1a et 1b). La double taxe carbone peut donc présenter une double efficacité: une efficacité économique, mais aussi une efficacité écologique (voir graphiques 1a et 1b).

En revanche, lorsqu'on suppose quel'impact de la taxe carbone sur l'efficacité marginale est fort, la taxation écologique fait diminuer l'empreinte écologique au prix d'une diminution du produit global et de l'emploi. Il faut alors envisager de combiner la politique climatique avec une politique monétaire de relance de l'investissement.

3. La politique de relance associée à la politique climatique

Dans le modèle de Heyes (2000), la contrainte écologique rend inefficace la politique budgétaire de relance. Par ailleurs, dans celui de Fagnard et Germain, elle est d'autant moins efficace que la politique climatique affiche des ambitions élevées. L'objet de cette section est d'étudier l'effet de la politique climatique sur l'efficacité d'une politique de relance keynésienne.

3.1 Politique budgétaire financée par emprunt

Supposons que l'Etat pratique à la fois une politique climatique (selon les modalités décrites précédemment) ainsi qu'un déficit budgétaire financé par l'émission de bons du Trésor. L'augmentation de la dépense publique est notée ΔG . L'équilibre sur le marché des biens est modifié, et la production agrégée varie de la façon suivante :

$$(12) \quad \Delta y = \frac{1}{1-c-T\delta} [\Delta G + g'(A)\Delta A - \Delta I_T - T\Delta A]$$

Les prix augmentent corrélativement :

$$(12') \quad \Delta P = \frac{w\Delta L^{1-\alpha}}{\alpha B} + T\delta$$

En l'absence de politique climatique, la même politique budgétaire de relance produirait les effets suivants :

$$(13) \quad \Delta y = \frac{1}{1-c} [\Delta G]$$

$$(13') \quad \Delta P = \frac{w\Delta L^{1-\alpha}}{\alpha B}$$

Ce qui différencie la première de la seconde situation est l'apparition de la composante $T\delta$ (qui augmente la valeur du multiplicateur), l'introduction d'une dépense anti-pollution $g'(A)$, et une variation négative de la demande liée à la baisse de l'investissement.

Si l'effet d'entraînement du recyclage de la taxe est supérieur à l'effet négatif sur l'investissement, la politique budgétaire de relance est plus efficace en s'associant avec la politique climatique. Dans le cas contraire, elle est moins efficace.

Les effets de la politique budgétaire de relance étant très clairement ambigus sur le plan théorique, nous avons effectué de nouveaux exercices de statique comparative.

Lorsque la politique budgétaire de relance est mise en œuvre avec une politique d'accroissement de la taxe carbone (passage d'une taxe de 0 à 30%), l'augmentation du PIB est très forte et la diminution de l'empreinte écologique significative (voir graphiques 3a et 3b). La politique budgétaire menée avec une taxe carbone constante ou nulle est nettement moins efficace tant sur le plan économique qu'écologique (voir graphiques 2a, 2b, 2c, 2d). Ces résultats sont obtenus avec un impact négatif modéré de la taxe carbone sur l'investissement. Ils ne sont pas remis en question lorsque cet impact est supposé élevé (graphique 4). L'effet d'entraînement de la dépense publique et des dépenses antipollution parvient à surpasser la diminution de l'investissement liée à l'accroissement de la taxe carbone.

3.2 Politique d'augmentation des salaires nominaux

Dans ce modèle keynésien, l'augmentation du salaire nominale seule ne produit aucun effet sur l'emploi. En effet, l'emploi détermine le salaire réel est non l'inverse. Toute augmentation du salaire monétaire n'engendre qu'une augmentation des prix, de sorte que le salaire réel reste inchangé. Cette augmentation des prix est sans effet sur la consommation, étant donné que la répartition salaire-profit reste inchangée, de même que le revenu réel des agents. Ainsi, l'augmentation des salaires n'annule pas les effets de la politique climatique, alors que dans le modèle de Fagnard et Germain, elle entraîne une augmentation du chômage.

Comparaison des résultats entre le modèle AS AD et le modèle « keynésien pur »

	Modèle AS AD de Fagnard et Germain	Modèle « keynésien pur »
Politique climatique seule	- Choc d'offre négatif - Choc de demande positif - L'effet expansif est d'autant moins important que le degré de rigidité du salaire est faible et que la politique climatique est de grande ampleur.	- La valeur du multiplicateur est augmentée. - choc de demande doublement positif (dépenses publiques + dépenses antipollution) + choc négatif lié à la baisse de l'investissement - l'effet expansif est indépendant du niveau de salaire nominal
Politique budgétaire financée par emprunt + politique climatique	D'autant moins expansionniste que la politique climatique est ambitieuse et que la rigidité du salaire est faible	La politique budgétaire est <i>vraisemblablement</i> plus expansionniste couplée avec la politique climatique, en raison du double choc de demande.
Politique d'augmentation des salaires + politique climatique	Effet récessif	Effet <i>vraisemblablement</i> expansif en raison du double choc de demande

Conclusion

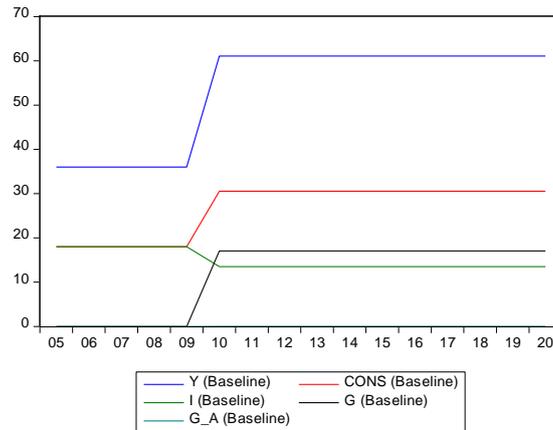
La macroéconomie actuelle montre d'une façon générale que la politique climatique n'est pas sans coût et qu'elle amoindrit les effets des politiques keynésiennes. Notre modèle montre que cette thèse n'est pas générale : il existe des cas dans lesquels la politique climatique engendre des effets d'entraînement plus grands que les effets inflationnistes et récessifs liés à la taxe. Le fait de raisonner dans le cadre d'une économie keynésienne avec chômage involontaire contribue à renforcer ce résultat : la réponse en volume de la production n'est pas phagocytée par la hausse des prix tant qu'il existe du chômage dans l'économie.

Bibliographie

- Allard-Prigent C., Audenis C., Berger K., Carnot N., Duchene S., and Pesin F. (2010) « Présentation du modèle MESANGE - Modèle Économétrique de Simulation et d'Analyse Générale de l'Économie », in : *Document de travail du Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie*.
- Babiker, M.H., Reilly J.M, Mayer M., Eckaus R.S., Wing I. S. and Hyman R.C. (2001) «The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Emissions, Sensitivities and Comparison of Results». MIT, in: *Joint Program on the Science and Policy of Global Change report*, #71.
- Berg, M. (2015)« A stock flux consistent input-output model with applications to energypriceshocks, interest rate and heatemissions », *New journal of physics* (17).
- Cartelier Jean (1995) *L'économie de Keynes*, De Boeck Université, Paris.
- Decker C. and M. W. (2012) « Substituability or Complementarity? Re-visiting Heyes' IS-LM-EE Model», *Ecological Economics*, 74, 3-7.
- Dissou Y., Karnizova L (2016)« Emissions cap or emissions tax? A multi-sector business cycle analysis », *workingpaper* :<https://ideas.repec.org/a/eee/jeeman/v79y2016icp169-188.html>
- Fagnard J-F, Germain M. (2014) « Macroéconomie du court terme et politique climatique : quelques leçons d'un modèle d'offre et demande globales », in : *Recherches économiques de Louvain*, 1 (Vol. 80), 31-60.
- Farid, M et alii. (2016)« After Paris; Fiscal, Macroeconomic and Financial Implications of Global Climate Change », *workingpaper*. <https://ideas.repec.org/p/imf/imfstdn/16-01.html>
- Fontana, G. et Sawyer, M. (2013)« Postkeynesian and kaleckian thoughts on ecologicalmacroeconomics », *European Journal of Economics and Economicpolicy : intervention* (10-2), pp. 256-267.
- Godin, A (2012) « Guaranteed green jobs : sustainable full employment », *Economicworkingpaper* WP 722, Levy Economic Institute.
- Haavelmo, T. (1945)« Multiplier effects of a balanced budget», *Econometrica*, n°13, 311-318.
- Heyes A. (2000) « A Proposal for the Greening of Textbook Macro: IS-LM-EE», in: *Ecological Economics*, 32, 1-7.
- Jackson, T. (2009) *Prosperity without Growth - economics for a finite planet*. London and New York: Routledge.

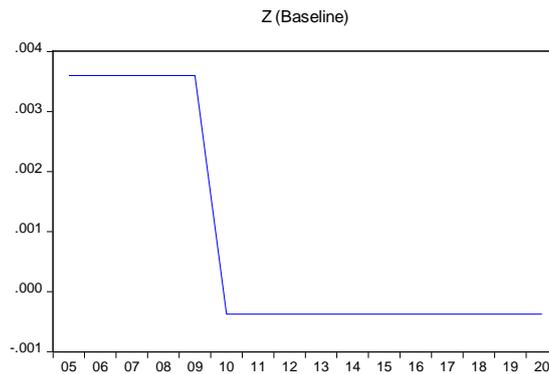
- Jackson, T. (2011) « Societal transformations for a sustainable economy. », in: *Natural Resources Forum* 35: 155-164.
- Keynes J.M (1936): *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, Cambridge University Press.
- Klein G. et Simon V. (2010) « Le modèle MÉSANGE, nouvelle version réestimée en base 2000 », in : *Les Cahiers de la DG Trésor*, n° 2010-02.
- Peirera A.M et alii. (2016) « A New CarbonTax in Portugal: A Missed Opportunity to Achieve the Triple Dividend? », *Energy Policy*, vol. 93(C), pp. 110-118.
- Piluso N. (2011) « Chômage involontaire et rationnement du crédit : une relecture de la relation salaire-emploi », in : *Economie appliquée*, t. LXIV, n°4, 69-86.
- Piluso N., (2007) « The role of uncertainty in the unemployment theory of Keynes », in: *Cahiers d'économie politique / Papers in Political Economy*, 52, 105-114.
- Rezai A., et alii. (2012) « Global warming and economic externalities », *Economic theory* (49) 2, pp. 329-351.
- Sim N.C.S. (2006) « Environmental Keynesian Macroeconomics: Some Further Discussion », in: *Ecological Economics*, 59, 401-405.
- Söderholm P. (2007) « Modelling the Economic Costs of Climate Policy », *Research Report* 14, Luleå University of Technology.
- Taylor L., Foley D., (2014) « Greenhouse gasses and cyclical growth », *INET working paper* 38.
- Victor P.A. (2012) *Managing without Growth. Slower by Design, not Disaster*, Edward Elgar.

Graphique 1a. L'effet du passage de la taxe carbone de 0 à 0.45 point sur la conjoncture économique (en quantités physiques, 1 unité = 1 milliard)

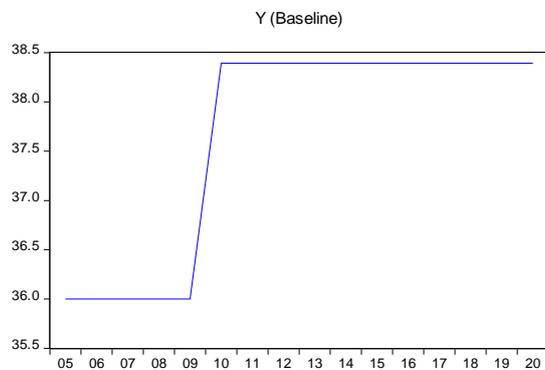


Légende: Y=PIB en volume; CONS=Consommation; I=Investissement; G=dépense publique; G_A=Dépense en bien polluant.

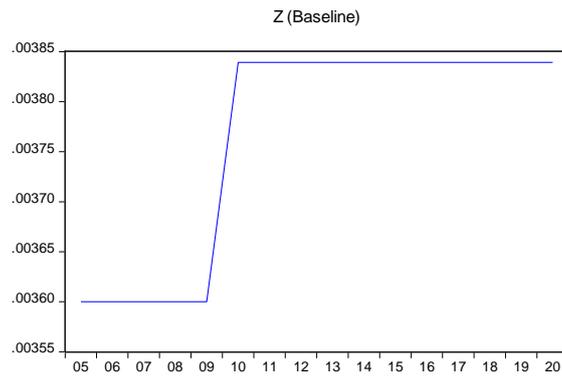
Graphique 1b. Effet d'une augmentation de 0.45 point la taxe carbone sur l'empreinte écologique (1 unité = 1 milliard de tonnes de CO2)



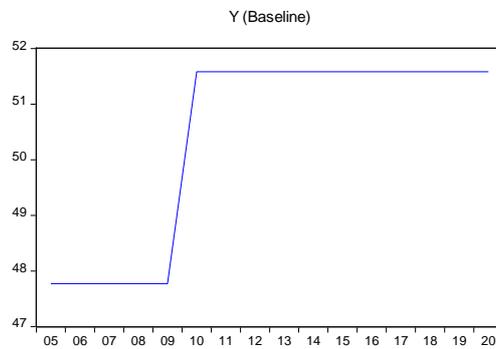
Graphique 2a. Effet d'une relance budgétaire sans taxe carbone sur le PIB en volume



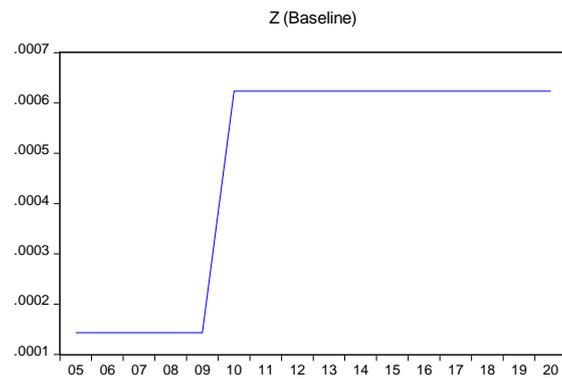
Graphique 2b. Effet d'une relance budgétaire sans taxe carbone sur l'empreinte écologique



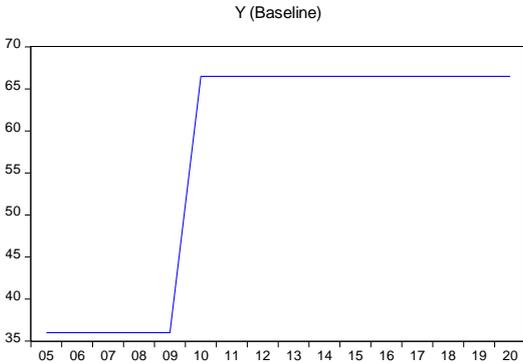
Graphique 2c. Effet sur le PIB en volume d'une relance budgétaire avec une taxe carbone constante de 30% et un impact modéré de la taxe sur l'investissement



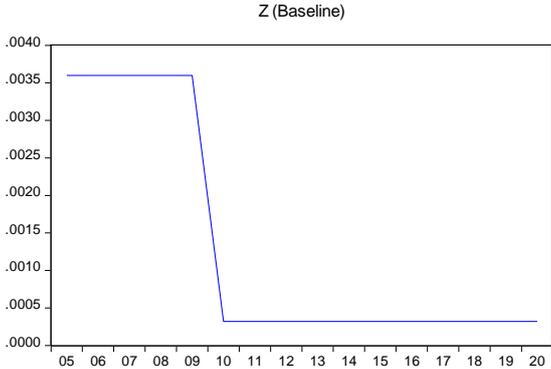
Graphique 2d. Effet sur l'empreinte écologique d'une relance budgétaire avec une taxe carbone constante de 30% et un impact modéré de la taxe sur l'investissement



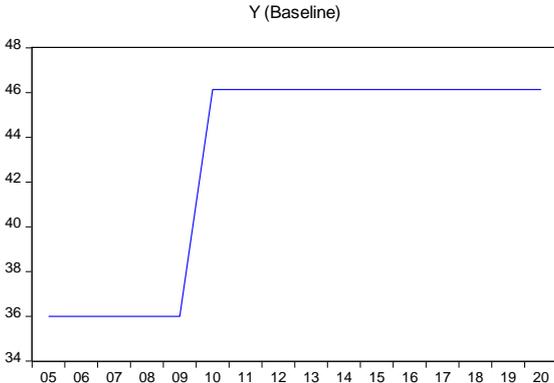
Graphique 3a. Effet sur le PIB en volume d'une relance budgétaire avec augmentation simultanée de la taxe carbone (passage de 0 à 30%) et un impact modéré de la taxe sur l'investissement



Graphique 3b. Effet sur l'empreinte écologique d'une relance budgétaire avec augmentation simultanée de la taxe carbone (passage de 0 à 30%) et un impact modéré de la taxe sur l'investissement



Graphique 4. Effet sur le PIB en volume d'une relance budgétaire avec augmentation simultanée de la taxe carbone (passage de 0 à 30%) et un impact élevé de la taxe sur l'investissement (deux fois plus élevé que dans les cas précédents)



Annexe

Valeur des paramètres du modèle

Elasticité de production	α	0.8
Fonction de production des biens dépolluants $g(A)$	$g(A) = sA^\gamma$	$s=0.5, \gamma =0.5$
Intensité carbone	δ	0.0001
Investissement exogène	I_0	18
Offre de travail	L^s	28
Productivité moyenne du travail	B	8
Propension marginale à consommer	c	0.5
Sensibilité de l'investissement à la taxe carbone	b_T	10 (modérée) ou 20 (forte)
Taux d'intérêt	i	5%