

La taxe carbone dans une économie d'inspiration 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 d'inspiration 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.

Mots clé : Taxe carbone, politique de relance, économie keynésienne.

Abstract : This article analyses the effects of a carbon emissions tax on consumers and firms and its impact on the effectiveness of a Keynesian stimulus plan. Previous research and empirical data have suggested that such a tax would have a depressive effect. Moreover, these studies argue that the effectiveness of a reflation policy would be hampered by a climate policy or environmental constraints. In contrast, the present study demonstrates that an emissions tax can, in certain conditions, have a favourable impact on economic activity. Furthermore, stimulus policy is found to be even more effective when combined with an emissions tax.

Key Words: carbon tax, fiscal policy, Keynesian economy

Piluso Nicolas

Maître de conférences HDR

Certop UMR 5044, université Toulouse III Paul Sabatier et université Toulouse II Jean Jaures

115 rte de Narbonne

31077 Toulouse cedex 4

Docteur en économie de Paris Ouest La Défense, maître de conférences HDR à l'université de Toulouse, spécialiste en économie de l'environnement, en macroéconomie keynésienne et en histoire de la pensée économique. Ses travaux portent notamment sur l'économie écologique et la pensée économique depuis 1945.

Le Heron Edwin

Professeur des universités

Sciences Po Bordeaux, GREThA UMR 5113, université de Bordeaux

11 allée Ausone, 33 600 Pessac

e.le.heron@sciencespobordeaux.fr

Docteur en économie de Paris 1, professeur des universités à Sciences Po Bordeaux, spécialiste en modélisation keynésienne notamment stock-flux cohérente, des banques centrales et de la politique monétaire.

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 keynésienne¹.

Dans la littérature standard, et en particulier celle 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 nouveaux 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)².

Pour Farid et alii (2016) cependant, des mesures fiscales ciblées, adaptées aux circonstances nationales et robustes dans les scénarios climatiques, sont nécessaires

¹ L'estimation de la valeur du multiplicateur dans nos économies contemporaines fait débat et débouche sur une grande amplitude de résultats selon les approches (voir Creel J., Heyer E., Plane M., 2011). Un relatif consensus semble malgré tout se dégager pour dire que le multiplicateur a une valeur plus élevée en phase de récession qu'en phase d'expansion.

² Cette sensibilité des résultats est par exemple liée à la modélisation du progrès technique ou encore à la trajectoire propre à chaque modèle. En ce qui concerne le progrès technique, Schapacchi (2010) souligne que « dans le cadre d'une politique de réduction des émissions de GES, on s'intéresse au progrès technique en matière d'efficacité énergétique ; un accroissement se traduit par une réduction du coût marginal d'abattement et modifie donc le comportement d'abattement. Il s'ensuit une réduction des émissions de GES, par rapport à la situation de référence. Le fait de traiter le progrès technique de manière exogène (c'est-à-dire qu'il ne réagit pas aux variations des prix de l'énergie) ou endogène peut avoir un impact significatif sur les coûts de réduction des émissions » (p.14). Par ailleurs, « la trajectoire temporelle propre à chaque modèle peut également expliquer pourquoi deux modèles économiques mènent à des estimations différentes et peut être un déterminant significatif des coûts estimés d'une politique donnée. Ainsi, les modèles d'équilibre général fournissent des estimations de long terme, sans tenir compte des ajustements de court terme nécessaires pour atteindre l'objectif défini dans la politique en question. A contrario, les modèles macroéconométriques tiennent explicitement compte des coûts d'ajustement de court terme, et conduisent donc à des coûts globaux plus élevés que ceux produits par les modèles d'équilibre général. » (p. 15)

pour contrer le sous-investissement du secteur privé dans l'adaptation au changement climatique.

Dans le champ de cette macroéconométrie standard, Besson et Kousnetzoff (2009) dressent une grille d'analyse de l'impact du type de modélisation des dommages du changement climatique sur les résultats des modèles. D'après les auteurs, tandis que certains modèles ne prennent pas suffisamment en compte le progrès technique dans le secteur énergétique, d'autres reproduisent mal l'impact du secteur énergétique sur l'ensemble de l'économie. Grandjean et Giraud (2017) dressent quant à eux une typologie des modèles existants en identifiant les atouts et les limites de chacun sur la base d'une analyse des différentes hypothèses adoptées. Ils recommandent d' « intégrer le climat dans les modèles macroéconomiques, de façon à assurer une meilleure cohérence entre l'analyse et la prévision de court terme et l'objectif de décarbonation de long terme » (p.49).

Dans le domaine de la macroéconomie théorique standard ou relevant de la « synthèse néoclassique », 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 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 standard sont apparus ces dernières années visant à aborder les questions de l'impact du climat sur l'économie et vice versa : 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).

Dans la littérature française, Fagnard et Germain ont construit un modèle canonique AS AD (avec prix flexibles) en introduisant 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: 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 rejaillit 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.

Du côté de la littérature postkeynésienne, on citera le modèle stock-flux cohérent de Naqvi (2015). Dans ce dernier, les relations entre croissance et inégalités d'une part, et croissance et dégradation de l'environnement d'autre part, 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.

Taylor et alii (2016) introduisent pour leur part une accumulation de gaz à effet de serre dans un modèle de croissance postkeynésien, et étudient l'effet du réchauffement climatique sur la production et l'emploi. Pour atteindre un état stationnaire, il apparaît nécessaire de freiner l'accumulation du capital et les émissions de carbone.

L'approche de Jackson et Victor (2016) est sensiblement différente : ils ignorent la question de l'émission des gaz à effet de serre et s'interrogent sur l'évolution des inégalités de revenu dans un contexte de faible croissance ou de croissance zéro dans un modèle néo-kaleckien. Ils montrent qu'une croissance faible n'est pas forcément synonyme d'accroissement des inégalités de revenu.

Fontana et Sawyer (2016) présentent un modèle caractérisé par une offre de monnaie endogène et montrent qu'une croissance plus lente (donc plus soutenable) conduit à des profits plus faibles, des investissements moins importants et un niveau d'emploi en baisse ; la politique monétaire a un rôle important à jouer pour impacter le volume mais aussi la composition plus ou moins « verte » de l'investissement. Dans cette lignée, Campiglio (2016) montre le rôle central du crédit bancaire dans l'investissement écologique.

En 2013, Fontana et Sawyer ont construit un modèle postkeynésien de croissance tirée par la demande. Ils mettent en évidence un conflit entre la croissance économique, la croissance de l'emploi et la contrainte écologique. Ils montrent qu'il n'existe pas de « force de marché » à même de résoudre ce conflit et que la politique budgétaire keynésienne a toute sa place pour aider à l'obtention d'une croissance durable.

L'article de Berg (2015) souligne les liens entre l'environnement physique et le système économique en mettant l'accent sur le rôle de l'industrie de l'énergie. Ils utilisent comme Naqvi (2015) un modèle postkeynésien stock-flux cohérent (SFC). Ils contestent notamment la revendication selon laquelle un taux d'intérêt nul est une condition nécessaire pour une économie stationnaire. Ils analysent également le rôle des chocs des prix de l'énergie qui contribuent aux récessions, en incorporant plusieurs mécanismes de propagation et d'amplification.

Toujours dans le cadre de la modélisation postkeynésienne, on peut relever l'article de Godin (2012) qui présente lui aussi un modèle de type SFC. Il montre que la mise en place d'un système d'employeur en dernier ressort « vert » pourrait contribuer à l'élimination du chômage et la stimulation de la production du secteur privé tout en faisant diminuer l'emprunte carbone de l'économie grâce à des modes de consommation plus verts et des économies d'énergie drastiques³.

L'analyse de Giraud et alii (2017) révèle que pour éviter toute crise économique liée au réchauffement climatique, il est nécessaire de mettre en place une taxe carbone telle qu'elle annule les émissions nettes de carbone d'ici 2040.

Enfin, Cordonnier et alii (2010) mettent en évidence que les politiques de développement durable peuvent conduire à imposer aux firmes des investissements qu'elles n'ont pas désirés. Ils montrent que l'effet de ce type d'investissement « contraint » n'est pas la dégradation de la rentabilité du capital car l'effet positif de l'investissement non désiré sur la demande effective compense son effet coût (qui lui est négatif). Le risque est plutôt celui d'un emballement de la croissance.

Pour notre part, l'objet de cet article est 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*).

Le modèle que nous proposons s'éloigne des approches postkeynésiennes mentionnées plus haut à un double titre. D'une part, cet article ne relève pas de l'économie appliquée. La question sous-jacente qui est posée est en effet de savoir si la prise en compte d'une contrainte climatique (à travers la taxation écologique) est de nature à remettre en cause les enseignements de Keynes issus de la *Théorie générale*. D'autre part, en utilisant le modèle macroéconomique de Cartelier, l'article épouse la démarche de « projet pragmatique » propre à cet économiste hétérodoxe: lever le minimum d'hypothèses néoclassiques pour remettre en cause en profondeur les résultats de la théorie standard. C'est pourquoi nous conservons par exemple, à l'instar de Keynes, le « premier postulat classique » ou encore l'hypothèse de parfaite flexibilité du prix sur le marché des biens. En effet, la littérature standard et les ouvrages de macroéconomie attribuent à tort à la fixité ou rigidité des prix les résultats d'efficacité des politiques keynésiennes. En outre, préserver ces hypothèses néoclassiques permettra au lecteur de

³ On peut trouver une revue de littérature complète sur la macroéconomie écologique dans les articles de Hardt et O'Neill (2017) puis Rezai et Stagl (2016).

mieux comparer nos résultats avec ceux des modèles standard (tel le modèle de Fagnard et Germain).

Dans un premier temps, les caractéristiques retenues d'une économie keynésienne (fidèle à la *Théorie générale*) 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 entre offre et demande de 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 l'utilité marginale du travail et le 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).

Une troisième caractéristique découle de la seconde ; « 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 récursive, 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.

Relevons 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 firmes⁴. 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. À 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 deux marchés : le marché du bien et le marché du travail. Le bien en question peut avoir trois fonctions : il est alternativement bien de consommation, bien-capital et bien-capital corrigeant le niveau de pollution à la baisse. Il n'y a pas dans le modèle de « marché de la monnaie » à proprement parler puisque l'offre de monnaie est endogène et s'ajuste à la demande de monnaie.

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

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

La seconde concerne l'équilibre entre l'offre et la demande de monnaie. La demande de monnaie des ménages est notée $M^d = -ai + M_0$; l'offre de monnaie du système bancaire supposée endogène est 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.

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

La troisième équation spécifie le volume de l'investissement total I_t . Comme dans la plupart des articles ayant trait à la modélisation écologique, nous distinguons l'investissement « vert » I_v , qui permet l'acquisition de biens de production moins polluants, et l'investissement « classique » I_c , qui vise uniquement à l'accroissement des capacités de production et/ou l'amélioration de la productivité sans aucun égard à l'environnement.

$$(3) \quad I_t = I_v + I_c$$

Dans la mesure où la taxe carbone que l'on note T donne le gain marginal à dépolluer, elle est susceptible de stimuler l'investissement pour acquérir du capital moins polluant. Il semble que la relation entre investissement et taxe carbone peut être vue comme non linéaire, de forme concave (avec $I_v' T > 0$ et $I_v'' T < 0$) et où le maximum correspondrait au seuil d'émissions « frictionnelles » impossibles à éliminer totalement. À partir de ce maximum, une taxe carbone supérieure aurait alors un effet négatif sur l'investissement ($I_v' < 0$ à partir de ce point). Pour obtenir une telle fonction en forme de « cloche », nous utiliserons une fonction d'investissement vert lorentzienne (voir spécification en annexe). L'investissement vert est également une fonction décroissante du taux d'intérêt. On obtient donc la fonction suivante :

$$(3') \quad I_v = V + I_v(T, i)$$

⁴ Keynes lui-même fait coexister 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.

avec V la composante exogène de l'investissement vert.

La fonction d'investissement « classique » est quant à elle une fonction décroissante du taux d'intérêt :

$$(3'') \quad I_c = I_0 + I_c(i)$$

avec I_0 la composante exogène de l'investissement « classique ». Cette « vieille » théorisation de la fonction d'investissement peut apparaître au lecteur comme en retard sur les travaux post-keynésiens actuels (voir par exemple Naqvi, 2015). Cependant, l'objectif théorique de l'article est, rappelons-le, de rester proche des enseignements de la *Théorie générale* de Keynes.

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 :

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

avec δ l'intensité polluante de la technologie et y le volume de la production. L'intensité polluante de la technologie est une fonction décroissante de l'investissement vert I_v .

$$(5) \quad \delta = \delta(I_v)$$

avec $\delta' < 0$ et $\delta'' > 0$.

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 T appliquée à l'intensité polluante de la quantité de biens achetés:

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

avec c 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 ∂ liée à la consommation de ces biens⁵. 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 à laquelle ménages et entreprises sont assujetties:

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

La huitième relation explicite la détermination du volume de la production agrégée par le biais de l'équilibre sur le marché des biens⁶. Cette relation s'écrit :

⁵ On suppose pour simplifier que l'intensité polluante liée à la production est identique à l'intensité polluante liée à la consommation.

⁶ En 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

$$y = C + I_t + G$$

En remplaçant chaque terme par leur expression et en spécifiant I_t , on obtient :

$$y = cy(1 - \delta T) + I_v(i, T) + I_c(i) + T\delta y(1 + c)$$

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

$$(8) \quad y = \frac{1}{1 - c - T\delta} [I_v(i, T) + I_c(i)]$$

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. Une fois le revenu global d'équilibre connu sur le marché des biens, les firmes en déduisent le niveau d'emploi requis. Supposons la fonction d'emploi suivante: $L = (Y/B)^{1/\alpha}$ avec L le niveau d'emploi établi par la firme en fonction du niveau de production y , B le paramètre de productivité moyenne du travail et α un paramètre inférieur à 1⁷. La demande de travail de la firme est entièrement déterminée par le niveau de production et est donnée par la relation (9) :

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

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 firme pour modifier le résultat du « premier postulat classique » :

$$\begin{aligned} & \text{Max } Py - wL - TZ \\ & L \geq 0 \end{aligned}$$

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 et du prélèvement fiscal écologique TZ . Il est possible de réécrire ce programme de la façon suivante en remplaçant y et Z par leur expression respective:

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

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:

anticipations des entreprises sont parfaites car nous n'étudions pas les situations de déséquilibre du marché du bien.

⁷ Il ne s'agit jamais que d'une fonction Cobb-Douglas inversée.

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

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

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

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

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 induit par l'augmentation de la valeur du multiplicateur. Le montant de la taxe est donc partiellement répercuté sur le prix du bien.

La logique imprimée par le modèle de Cartelier est donc la suivante :

Fixation du taux d'intérêt et de la taxe carbone → détermination de l'investissement total → détermination de la production sur le marché des biens → détermination du niveau d'emploi → détermination du salaire réel (la productivité marginale du volume d'emploi étant connue) → détermination du niveau général des prix (le salaire monétaire étant connu)

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 :

$$(11) \quad U = L^s - L = L^s - \left\{ \frac{1}{B} \frac{1}{1-c-T\delta} [I_v(i,T) + I_c(i)] \right\}^{\frac{1}{\alpha}}$$

La politique climatique est-elle néfaste pour la conjoncture ?

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

$$(8) \quad y = \frac{1}{1-c-T\delta} [I_v(i,T) + I_c(i)]$$

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

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 I_v qui a pour effet d'augmenter la demande agrégée. 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 cette dernière atteint un niveau tel que son impact sur l'investissement est négatif.

Contrairement à ce que prévoient les modèles macroéconométriques cités précédemment, la mise en œuvre d'une politique climatique peut 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 ;

- lorsque le niveau de la taxe carbone demeure à un niveau « efficace » (en dessous d'un certain seuil) pour diminuer les émissions polluantes.

Pour illustrer le modèle obtenu, 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 la taxe carbone génère un effet expansionniste important (graphique 1a). Le volume de la production augmente sous l'effet de la hausse simultanée de l'investissement vert, de la dépense publique et de la consommation. En effet, l'augmentation de la taxe carbone incite les entreprises à augmenter l'investissement écologique; la dépense publique augmente, nourrie par les nouvelles recettes fiscales; la consommation croît car l'effet négatif de la taxe est plus que contrebalancé par l'expansion du revenu global.

La taxe carbone a un effet inflationniste significatif (graphique 1c) mais on remarque d'une part que le taux d'accroissement du prix est nettement inférieur à celui de la taxation écologique, et d'autre part qu'elle ne nuit nullement au processus de relance de la production. Enfin, la taxe carbone, parce qu'elle est expansionniste, conduit à une augmentation de l'empreinte carbone (graphique 1d), mais elle diminue mécaniquement l'intensité polluante de chaque unité produite en raison du développement de l'investissement vert.

La macroéconomie néoclassique traditionnelle conclut à l'affaiblissement des effets des politiques keynésiennes par les politiques climatiques en établissant une séparation stricte entre politique climatique et politique keynésienne. Cependant, les politiques climatiques peuvent et doivent se situer au centre des politiques keynésiennes contemporaines. La politique budgétaire et le multiplicateur, en suscitant une mutation du tissu productif dans une direction plus écologique, deviennent des outils de politique environnementale. Il n'y a plus dès lors de dichotomie entre les deux et les effets d'une politique keynésienne ne sont pas diminués parce qu'il existe une complémentarité entre politique climatique et politique keynésienne.

3. La politique de relance associée à la politique climatique

Pour ne citer que quelques exemples tirés de la littérature, le modèle de Heyes (2000) exhibe le fait que 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 exogène 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 :

$$(12) \quad \Delta y = \frac{1}{1-c-\Delta T\delta} [\Delta G + \Delta I_v]$$

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 $\Delta T\delta$ (qui augmente la valeur du multiplicateur) et l'introduction d'une dépense anti-pollution ΔI_v . Si l'investissement vert augmente sous l'effet de l'accroissement de la taxe carbone, la politique de relance keynésienne est plus efficace qu'en l'absence de toute forme de politique climatique. Dans le cas contraire, la diminution de l'investissement privé crée un effet d'éviction (partiel ou total) de la dépense publique. Tout dépend donc de la zone de la fonction d'investissement vert dans laquelle se trouvent les entrepreneurs.

Pour illustrer l'effet d'une combinaison de politique budgétaire et de politique climatique, nous pouvons réaliser un second exercice de statique comparative.

Lorsque la politique budgétaire de relance est mise en œuvre seule, on retrouve les effets multiplicateurs keynésiens traditionnels (graphique 2a) sur le revenu global Y . Lorsqu'elle est couplée avec une politique de mise en place de la taxe carbone, la politique de relance devient nettement plus efficace car dans le cas simulé, l'investissement vert augmente, de même que la dépense publique induite (graphique 2b). De plus, l'intensité carbone de l'activité productive diminue avec l'augmentation de l'accumulation du capital écologique.

3.2 Politique d'augmentation des salaires nominaux

Dans ce modèle keynésien, l'augmentation du salaire nominal 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 par exemple dans le modèle de Fagnard et Germain, elle entraîne une augmentation du chômage.

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 pour 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.

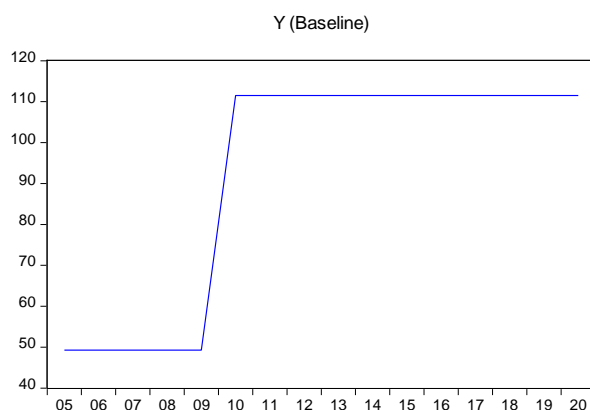
Bibliographie

- 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 », *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, *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 energy price shocks, interest rate and heat emissions », *New journal of physics* (17).
- Besson, P., Kousnetzoff, N., 2009, « Les impacts économiques du changement climatique: enjeux de modélisation », *CEPII working paper*, décembre.
- Cartelier, J., 1995, *L'économie de Keynes*, De Boeck Université, Paris.
- Campiglio, E., 2016, « Beyond carbon pricing: the role of banking and monetary policy in financing the transition to a low-carbon economy », *Ecological Economics*, vol 121, p. 220-230.
- Creel, J., Heyer E., Plane M., 2011, « Petit précis de politique budgétaire par tous les temps – Les multiplicateurs budgétaires au cours du cycle », *Revue de l'OFCE*, 2011/1 n°116, p. 61- 88.
- Cordonnier, L., Van de Velde F. et Desmarchelier B., 2010, « Croissance et répartition en présence d'investissements environnementaux non désirés », *Développement durable et territoires* [En ligne], Vol. 1, n° 3, Décembre.
- Decker, C., M. W., 2012, « Substituability or Complementarity? Re-visiting Heyes' IS-LM-EE Model », *Ecological Economics*, 74, p. 3-7.

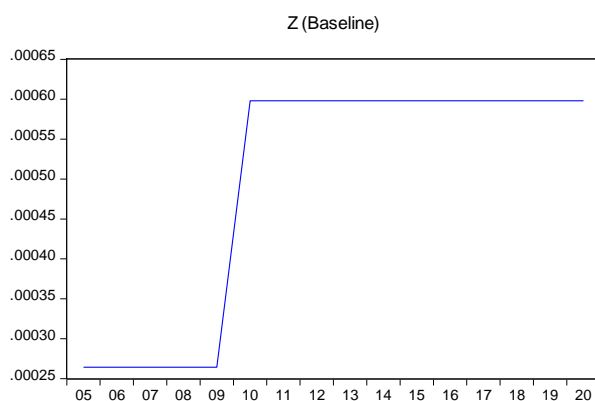
- Dissou, Y., Karnizova, L., 2016, « Emissions cap or emissions tax? A multi-sector business cycle analysis », *working paper*.
<https://ideas.repec.org/a/eee/jeeman/v79y2016icp169-188.html>
- Fagnard, J-F., Germain, M., 2014, « Macroéconomie du court terme et politique climatique : quelques leçons d'un modèle d'offre et demande globales », *Recherches économiques de Louvain*, 1 (Vol. 80), p. 31-60.
- Farid, M et alii., 2016, « After Paris; Fiscal, Macroeconomic and Financial Implications of Global Climate Change », *working paper*.
<https://ideas.repec.org/p/imf/imfstdn/16-01.html>
- Fontana, G., Sawyer, M., 2013, « Postkeynesian and kaleckian thoughts on ecological macroeconomics », *European Journal of Economics and Economic policy : intervention* (10-2), p. 256-267.
- Fontana, G., Sawyer, M., 2016, « Towards post-Keynesian ecological macroeconomics », *Ecological Economics*, vol 121, p. 186-195.
- Giraud G., Isaac F., Bovari E., Zatsepina E., 2017, « Coping with le Collapse : A Stock-Flow Consistent Monetary Macrodynamics of global warming », *Papiers de recherche de L'AFD*, 29bis, Janvier.
- Grandjean, A., Giraud, G., 2017, « Comparaison des modèles météorologiques, climatiques et économiques : quelles capacités, quelles limites, quels usages ? », *Chaire Énergie & Prospérité, working paper*.
- Godin, A., 2012, « Guaranteed green jobs : sustainable full employment », *Economics working paper* WP 722, Levy Economic Institute.
- Haavelmo, T., 1945, « Multiplier effects of a balanced budget », *Econometrica*, n°13, p. 311-318.
- Hardt, L., O'Neill, D.W., 2017, « Ecological Macroeconomic Models: Assessing Current Developments ». *Ecological Economics*, vol 134, pp. 198–211.
doi:10.1016/j.ecolecon.2016.12.027
- Heyes, A., 2000, « A Proposal for the Greening of Textbook Macro: IS-LM-EE », in: *Ecological Economics*, 32, p. 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, p. 155-164.
- Jackson, T. and Victor, P., 2016, « Does slow growth lead to rising inequality? Some theoretical reflections and numerical simulations », *Ecological Economics*, vol 121, p. 216-219.
- Keynes, J.M., 1936, *The General Theory of Employment, Interest, and Money*, Cambridge University Press.
- Klein, G., Simon, V., 2010, « Le modèle MÉSANGE, nouvelle version réestimée en base 2000 », *Les Cahiers de la DG Trésor*, n° 2010-02.

- Peirera, A.M et alii., 2016, « A New Carbon Tax in Portugal: A Missed Opportunity to Achieve the Triple Dividend? », *Energy Policy*, vol. 93(C), p. 110-118.
- Piluso, N., 2011, « Chômage involontaire et rationnement du crédit : une relecture de la relation salaire-emploi », *Economie appliquée*, t. LXIV, n°4, p. 69-86.
- Piluso, N., 2007, « The role of uncertainty in the unemployment theory of Keynes », *Cahiers d'économie politique / Papers in Political Economy*, 52, p. 105-114.
- Rezai, A., et alii., 2012, « Global warming and economic externalities », *Economic theory* (49) 2, p. 329-351.
- Rezai, A., Stagl, S., 2016, « Ecological macroeconomics: Introduction and review », *Ecological Economics*, vol 121, p. 181–185.
- Sim, N.C.S., 2006, « Environmental Keynesian Macroeconomics: Some Further Discussion », *Ecological Economics*, 59, p. 401-405.
- Scapecchi, P., 2010, « L'évaluation des coûts macroéconomiques des politiques de réduction des émissions de GES », *Les cahiers de la Direction Générale du Trésor*, octobre.
- Söderholm, P., 2007, « Modelling the Economic Costs of Climate Policy », *Research Report 14*, Luleå University of Technology.
- Taylor, L., Rezai, A. and Foley, D., 2016, « An integrated approach to climate change, income distribution, employment, and economic growth », *Ecological Economics*, vol 121, p. 196-205.
- Victor, P.A., 2012, *Managing without Growth. Slower by Design, not Disaster*, Edward Elgar.

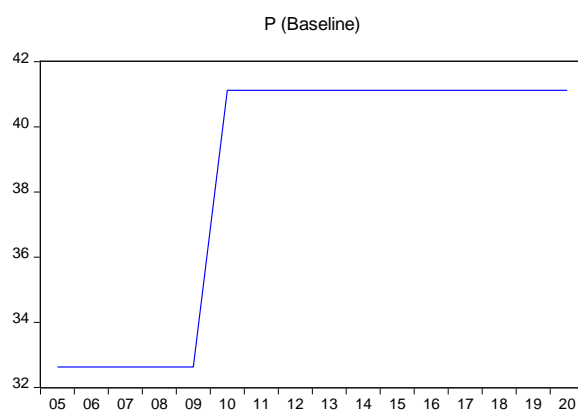
Graphique 1a. L'effet du passage de la taxe carbone de 0 à 0.45 point sur la production (en quantités physiques, 1 unité = 1 milliard)



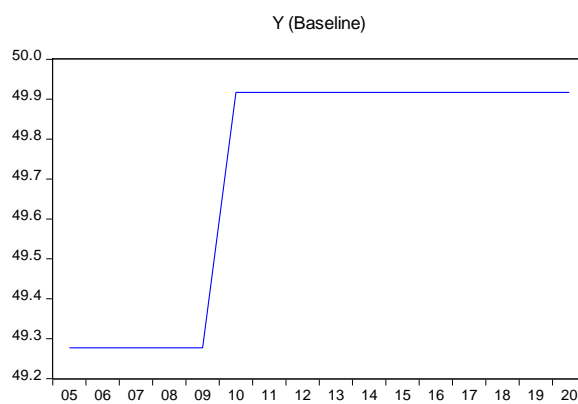
Graphique 1b. Effet d'une augmentation de 0.45 point de la taxe carbone sur l'empreinte écologique (1 unité = 1 milliard de tonnes de CO2)



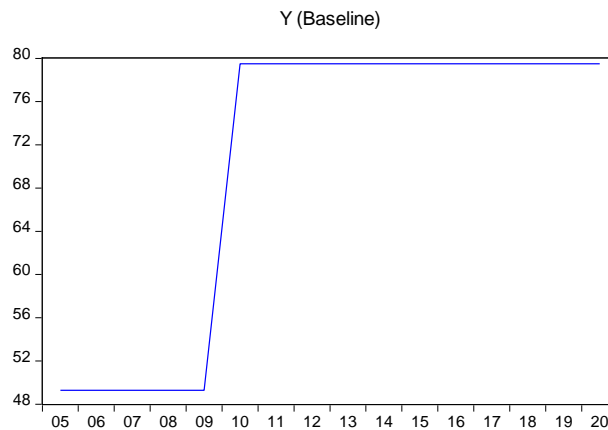
Graphique 1c. Effet d'une augmentation de 0.45 point de la taxe carbone sur le niveau des prix



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



Graphique 2b. Effet sur le PIB en volume d'une relance budgétaire avec une augmentation de la taxe carbone de 0 à 0.30 point



Annexe

Valeur des paramètres du modèle keynésien théorique

Elasticité de production	α	0.8
Investissement vert <i>induit</i>	$I_v = 1/1 + (T - r)^2 - \nu i$ ⁸	r=5;v=100
Intensité carbone	$\delta(I_v)$	0.0001/(0.1 I_v)
Investissement exogène	I_0	18
Investissement vert exogène	V	20
Offre de travail	L^s	30
Propension marginale à consommer	c	0.5
Taux d'intérêt	i	2%

⁸ La fonction lorentzienne d'investissement vert est centrée sur 0 (quand I atteint son maximum, $T=0$). Le paramètre r , qui peut être représentatif des « esprits animaux » de Keynes, permet de translater vers la droite la fonction.