

Revue de l'OFCE

VARIA

L'équivalent patrimonial des droits à la retraite en France

Méthodologie et mesure à partir de l'échantillon inter-régime de retraités

Christophe Daniel, Anne Lavigne, Stéphane Mottet, Jesus Herell Nze Obame, Bruno Séjourné, Christian Tagne

Les propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME

Un cahier de variantes

Gaël Callonnec, Gissela Landa Rivera, Paul Malliet, Frédéric Reynès, Aurélien Saussay

Travail marchand et domestique

Une évaluation monétaire de la contribution globale des femmes

Hippolyte d'Albis, Carole Bonnet, Julien Navaux, Jacques Pelletan, Anne Solaz

Commerce vertical et propagation des chocs de prix

Le cas de la zone euro

Marion Cochard, Guillaume Daudin, Sandra Fronteau, Christine Riffart

L'arbitrage entre salariat et travail indépendant

Une analyse économique du crowdworking

Bernard Baudry et Virgile Chassagnon

OFCE

L'Observatoire français des conjonctures économiques est un organisme indépendant de prévision, de recherche et d'évaluation des politiques publiques. Créé par une convention passée entre l'État et la Fondation nationale des sciences politiques approuvée par le décret n° 81.175 du 11 février 1981, l'OFCE regroupe plus de 40 chercheurs (es) français et étrangers. « Mettre au service du débat public en économie les fruits de la rigueur scientifique et de l'indépendance universitaire », telle est la mission que l'OFCE remplit en conduisant des travaux théoriques et empiriques, en participant aux réseaux scientifiques internationaux, en assurant une présence régulière dans les médias et en coopérant étroitement avec les pouvoirs publics français et européens. Philippe Weil a présidé l'OFCE de 2011 à 2013, à la suite de Jean-Paul Fitoussi, qui a succédé en 1989 au fondateur de l'OFCE, Jean-Marcel Jeanneney. Depuis 2014, Xavier Ragot préside l'OFCE. Il est assisté d'un conseil scientifique qui délibère sur l'orientation de ses travaux et l'utilisation des moyens.

Président

Xavier Ragot.

Direction

Jérôme Creel, Estelle Frisquet, Éric Heyer, Lionel Nesta, Xavier Timbeau.

Comité de rédaction

Guillaume Allègre, Luc Arrondel, Frédérique Bec, Christophe Blot, Carole Bonnet, Julia Cagé, Ève Caroli, Virginie Coudert, Anne-Laure Delatte, Brigitte Dormont, Bruno Ducoudré, Michel Forsé, Guillaume Gaulier, Sarah Guillou, Florence Legros, Éloi Laurent, Mauro Napolitano, Hélène Périvier, Mathieu Plane, Franck Portier, Corinne Prost, Romain Rancière et Raul Sampognaro.

Publication

Xavier Ragot, *directeur de la publication.*

Sandrine Levasseur, *rédactrice en chef*

Laurence Duboys Fresney, *secrétaire de rédaction*

Claudine Houdin, *adjoite à la fabrication*

Najette Moumimi, *responsable de la fabrication.*

Contact

OFCE, 69 quai d'Orsay 75340 Paris cedex 07

Tel. : +33(0)1 44 18 54 87

mail : revue.ofce@sciencespo.fr

web : www.ofce.sciences-po.fr

VARIA

- L'équivalent patrimonial des droits à la retraite en France**
Méthodologie et mesure à partir de l'échantillon Inter-Régime
***de Retraités* 5**
Christophe Daniel, Anne Lavigne, Stéphane Mottet, Jesus Herell Nze Obame,
Bruno Séjourné, Christian Tagne
- Les propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME**
***Un cahier de variantes* 47**
Gaël Callonnec, Gissela Landa Rivera, Paul Malliet, Frédéric Reynès,
Aurélien Saussay
- Travail rémunéré et travail domestique**
Une évaluation monétaire de la contribution des femmes
***et des hommes à l'activité économique depuis 30 ans* 101**
Hippolyte d'Albis, Carole Bonnet, Julien Navaux, Jacques Pelletan,
Anne Solaz
- Commerce vertical et propagation des chocs de prix**
***Le cas de la zone euro* 131**
Marion Cochard, Guillaume Daudin, Sandra Fronteau, Christine Riffart
- L'arbitrage entre le salariat et le travail indépendant**
au prisme des théories de la firme
***Une analyse économique des pratiques de crowdworking* 167**
Bernard Baudry et Virgile Chassagnon

Les propos des auteurs et les opinions qu'ils expriment n'engagent qu'eux-mêmes
et non les institutions auxquelles ils appartiennent.

L'ÉQUIVALENT PATRIMONIAL DES DROITS À LA RETRAITE EN FRANCE

MÉTHODOLOGIE ET MESURE À PARTIR DE L'ÉCHANTILLON INTER-RÉGIME DE RETRAITÉS¹

Christophe Daniel, Jesus Herell Nze Obame, Bruno Séjourné

GRANEM, Université d'Angers, France

Anne Lavigne, Christian Tagne

Université d'Orléans, CNRS, LEO, Orléans, France

Stéphane Mottet

CRIEF, Université de Poitiers, France

L'objectif de cet article est de développer une mesure de l'équivalent patrimonial des droits à retraite des assurés à la retraite avec les données de l'Échantillon Inter-régime de Retraités (EIR) de 2008. Contrairement aux données des enquêtes Patrimoine, les EIR fournissent une information exhaustive sur les conditions de liquidation des droits acquis par les assurés affiliés à l'ensemble des régimes de retraite et exposés aux réformes des retraites. Au niveau agrégé, avec un taux d'actualisation à 2 %, le montant total des engagements envers l'ensemble des retraités de tous les régimes de retraite s'élève à 4 765 milliards d'euros, soit 23,5 années de prestations de droits directs versées en 2008. Au niveau microéconomique, l'ampleur des engagements envers les assurés à la retraite varie d'un régime à l'autre et dépend de l'âge de liquidation, du sexe, et des conditions de liquidation qui, jusqu'en 2008, sont différentes entre les régimes des salariés du privé et ceux de la fonction publique.

Mots clés : droits à retraite acquis, réformes des retraites, taux d'actualisation, EIR, engagements implicites, caisses de retraite, EPDR.

1. Nos remerciements à l'Observatoire de l'Épargne Européenne (OEE), à l'initiative du programme de recherche dans lequel s'inscrit la présente contribution, et à la Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES) pour la mise à disposition des données des Échantillons Inter-régimes de Retraités. Nous remercions également les deux rapporteurs de la *Revue de l'OFCE* pour leurs suggestions. Les conclusions proposées ici n'engagent que les auteurs.

Depuis une vingtaine d'années, la France a adopté plusieurs réformes de son système de retraite par répartition afin d'en préserver la solvabilité à long terme. À la différence d'autres pays ayant opté pour des réformes systémiques (mise en place de comptes notionnels), les réformes en France se sont caractérisées pour l'essentiel par des ajustements paramétriques (durée de cotisation, indexation des pensions, âge de liquidation des droits, surcote/décote, ...) susceptibles d'affecter la générosité du système par répartition. Cette générosité est mesurable par différents indicateurs (montant moyen des pensions, taux de remplacement, revenu relatif des actifs et des retraités, dépenses moyennes de pensions, ...). Récemment, la littérature s'est intéressée à un indicateur permettant des comparaisons intertemporelles, interindividuelles et internationales de la générosité des systèmes de retraite : l'équivalent patrimonial des droits à la retraite (EPDR).

Dans un régime de retraite par répartition pur, les prestations versées aux retraités sont financées par les contributions collectées sur les cotisants contemporains, de sorte qu'il n'existe aucune accumulation d'actifs financiers visant à couvrir les engagements contractés envers les cotisants lorsque ces derniers liquideront leurs propres droits à la retraite. Pour autant, ces engagements existent et seront honorés par les générations futures de cotisants. Dès lors, on peut estimer leur valeur, même s'ils ne sont pas contractuels mais contingents aux éventuelles modifications législatives et réglementaires affectant le système de retraite. La valeur actuarielle de ces engagements est dénommée « dette implicite » ou « passif social » dans une perspective macroéconomique, « équivalent patrimonial des droits à la retraite » dans une approche microéconomique. Dans les travaux originels (voir Feldstein, 1974, par exemple), il s'agissait d'évaluer le degré de substitution entre l'épargne retraite constituée sur une base privée et volontaire et l'épargne implicite constituée par les cotisations obligatoires en répartition.

Des organisations internationales, telles que l'OCDE ou la Banque mondiale, ont contribué à la méthodologie de calcul de l'EPDR, à travers le modèle APEX (*Analysis of Pension Entitlements accross Countries*) développé par Axia Economics (OCDE, 2013).

Plus récemment, Grech (2015a, 2015b) a proposé des mesures de l'EPDR pour un certain nombre de pays européens. Si ces contributions permettent des comparaisons internationales, intertemporelles et interindividuelles, elles reposent sur des simulations de cas-types. Dans un esprit analogue, Buffard-Girardot (2010) propose une mesure de l'EPDR des ménages français, à partir des données de l'enquête Patrimoine de 2004. Comme cette enquête ne contient pas de données précises sur les droits à la retraite acquis par les individus, l'EPDR est estimé à partir de microsimulations permettant de reconstituer les carrières des ménages.

L'objectif du présent article est de proposer, pour la France, une mesure de l'équivalent patrimonial des droits directs servis par les régimes publics de retraite par répartition à partir de l'Échantillon Interrégimes de Retraités (EIR) de 2008. L'avantage de l'EIR est qu'il contient des données précises sur les carrières des affiliés aux régimes de retraite : il n'est donc plus nécessaire de les reconstruire comme dans le cas de l'enquête Patrimoine. L'article se propose également d'analyser la distribution de l'équivalent patrimonial des droits à la retraite au sein de la population des retraités de 2008. L'objectif ultime de notre recherche est d'évaluer l'impact des réformes des retraites en France, notamment celles de 1993 et 2003, qui ont durci les conditions d'acquisition de droits à la retraite à taux plein, et donc potentiellement réduit la générosité du système de retraite par répartition. Le présent article constitue une étape préalable à la mesure de la générosité de ce système pour les retraités actuels, à travers un indicateur particulier, complémentaire des indicateurs usuels tels que le taux de remplacement ou le niveau relatif de revenu des retraités. Par retraités « actuels », nous entendons les retraités encore en vie au 31 décembre 2008. En effet, même s'il existe une vague plus récente de l'EIR en 2012, la vague 2008 permet d'analyser plus finement l'impact des réformes de 1993 et de 2003 : elle comporte un nombre suffisamment important de « vieux » retraités survivants non concernés par les réformes, et pouvant donc servir de groupe de contrôle dans une analyse en double différence².

2. L'analyse économétrique en double différence ne sera pas développée dans cet article. Elle fait l'objet d'un travail en cours.

Dans une première section, nous justifions brièvement le choix de l'EPDR comme indicateur d'adéquation des pensions de retraite. Nous donnons ensuite une définition générale de l'EPDR des assurés à la retraite, ainsi qu'une décomposition en EPDR liquidé (« perçu » avant 2008) et en EPDR résiduel (« perçu » après 2008). Dans une deuxième section, nous présentons les données de l'Échantillon Interrégimes des Retraités afin d'analyser les paramètres susceptibles d'avoir un impact sur le montant des pensions et sur l'EPDR. Dans une troisième et dernière section, nous développons une analyse de la distribution de l'EPDR dans les effectifs de retraités en 2008, année pour laquelle la réforme de 1993 atteint son plein effet et pour laquelle celle de 2003 commence à produire ses effets sur les assurés à la retraite concernés par ces réformes.

1. La définition et la mesure de l'équivalent patrimonial des droits à retraite

Cette section propose tout d'abord une brève justification du choix de l'EPDR comme mesure pertinente de l'adéquation des pensions d'un système de retraite par répartition. Elle donne ensuite une définition générale de l'EPDR des retraités, sa décomposition en EPDR liquidé et EPDR résiduel, ainsi que les hypothèses retenues pour leurs calculs effectifs à partir de l'EIR.

1.1. L'EPDR, une mesure complémentaire de l'adéquation des pensions

La Banque mondiale a largement influencé la conception des politiques de retraite dans le monde et a popularisé le taux de remplacement, net de transferts, comme mesure pertinente de l'adéquation des pensions : « pour un travailleur type à temps plein, une cible initiale de revenu de remplacement net de transferts en provenance des systèmes obligatoires devrait se situer autour de 40 % des revenus réels pour maintenir le niveau de vie à la retraite » (Holzman et Hinz, 2005).

Encadré 1. Les mesures d'adéquation des pensions

Les indicateurs d'adéquation des pensions mesurent la capacité d'un système de retraite à maintenir le niveau de vie d'un individu après son départ en retraite, c'est-à-dire à lisser sa consommation au cours du cycle de vie

Les taux de remplacement

Le taux de remplacement individuel est un indicateur approché du revenu relatif avant et après la retraite. Le revenu avant la retraite admet plusieurs définitions, allant du revenu l'année précédant la retraite au revenu moyen de la carrière. Il est courant de calculer des taux de remplacement théoriques, définis comme « le niveau de pension à la liquidation rapporté au revenu au moment du départ en retraite (...) pour un travailleur type donné qui, dans le cas type de base a un revenu et un profil de carrière donnés » (European commission, 2012). Les taux de remplacement théoriques peuvent être calculés sur une base brute ou nette (des impôts et cotisations sociales obligatoires) corrigés des prestations sous conditions de ressources. Ils permettent des comparaisons internationales. Mais comme ils sont calculés sur des profils de carrières hypothétiques (homme, à revenu médian, travaillant à temps plein, liquidant sa retraite à 65 ans avec une carrière complète), ils ne peuvent fournir des informations pertinentes sur l'adéquation des pensions pour de nombreuses catégories de travailleurs (femmes, travailleurs à temps partiel, avec des carrières tronquées, ...). Pour les travailleurs aux revenus les plus faibles notamment, avoir un taux de remplacement de 100% ne signifie pas échapper à la pauvreté.

Le revenu relatif (moyen ou médian)

Le revenu relatif moyen (respectivement médian), défini comme le revenu disponible moyen (resp. médian) des 66-75 ans rapporté au revenu disponible moyen (resp. médian) des 55-65 ans peut être considéré comme un « pseudo » taux de remplacement. Un indicateur connexe est le revenu médian relatif des retraités rapporté au revenu médian des individus en âge de travailler.

La dépense totale en prestations de retraite

Les indicateurs de dépense totale de retraite rapportent la dépense publique en prestations de retraite au PIB et fournissent ainsi une information sur la générosité globale des régimes publics de retraite d'une économie. Ils sont pertinents pour comparer les efforts relatifs des États dans la lutte contre la pauvreté des personnes âgées, par rapport à d'autres objectifs sociaux ou dépenses sociales.

Les indicateurs de pauvreté

Les indicateurs de pauvreté complètent le panel des instruments de mesure d'adéquation des pensions, en tant que mesure de la capacité

des systèmes de retraites à assurer aux retraités un niveau de vie au-dessus du seuil de pauvreté. Plusieurs indicateurs peuvent être calculés, en fonction de la définition retenue du seuil de pauvreté. L'indicateur le plus répandu est le taux de risque de pauvreté des personnes âgées (brut de transferts sociaux) défini comme le nombre de personnes de plus de 65 ans disposant d'un revenu inférieur ou égal à 60% du revenu médian, rapporté à la population totale.

Le taux de remplacement, ainsi que d'autres indicateurs (encadré 1), offrent une mesure simple de l'adéquation des pensions à un instant donné. Néanmoins, ils souffrent d'un inconvénient majeur dans la mesure où ils sont incapables de prendre en compte les éventuels changements des règles d'indexation des pensions, l'augmentation de l'espérance de vie ou, plus généralement, les modifications pouvant intervenir pendant la durée de vie en retraite. En conséquence, notre étude vise à apporter une contribution à une littérature récente qui propose la valeur viagère des pensions comme mesure complémentaire d'adéquation des pensions.

1.2. Définition de l'EPDR et hypothèses de calcul

Pour un assuré à la retraite, l'EPDR se définit comme la valeur actuelle probable, à la date de départ en retraite, de la somme des prestations à recevoir de l'âge de liquidation à l'âge de décès. Formellement, pour une population d'assurés à la retraite :

$$EPDR(t) = \sum_{a \geq R} \sum_{k \geq a}^D L(a, t) \cdot l_{k/a} \cdot \frac{P_k}{(1+r)^{k-a}} \quad (1)$$

Avec $L(a, t)$ la population d'âge a l'année t , $l_{k/a}$ la probabilité de survie d'un assuré d'âge a jusqu'à l'âge k , R l'âge de liquidation, P_k le montant revalorisé de la prestation à la retraite perçue à l'âge k , D la date de décès (correspondant à la limite maximale de la vie humaine) et r le taux d'actualisation en termes réels (supposé constant ici).

La formule (1) permet de calculer l'équivalent patrimonial de prestations génériques, en droit direct et/ou en droits dérivés. Elle est décomposable par régime (de base, complémentaire ou intégré – cas de la fonction publique et des régimes spéciaux).

Nos estimations reposent sur les données de l'EIR 2008, lesquelles fournissent, après quelques retraitements, le montant de la pension perçue par chaque retraité échantillonné dans chaque régime à la liquidation (voir encadré 2). Sachant que les retraités présents dans la vague 2008 de l'EIR appartiennent à des cohortes différentes (à la retraite avant et au cours de l'année 2008), nous décomposons l'EPDR total en un EPDR « liquidé » et un EPDR « résiduel ». En effet, hormis les néo-retraités de 2008 qui n'ont qu'un EPDR résiduel, les autres retraités ont accumulé des pensions depuis la date de liquidation de leurs droits et en accumuleront jusqu'à leur décès. Nous définissons donc, pour un retraité en 2008, l'EPDR liquidé comme la somme capitalisée des pensions qu'il a perçues depuis l'âge de liquidation de ses droits jusqu'à l'âge atteint en 2008. L'EPDR résiduel est égal à la somme actuarielle des pensions qu'il percevra de l'âge atteint en 2009 jusqu'à son décès.

Pour un assuré à la retraite, l'EPDR *liquidé* noté $EPDR_i^l$, de l'âge de liquidation (R) jusqu'à l'âge (a_i) en 2008, est formellement défini par la relation suivante :

$$EPDR_i^l = \sum_C \sum_{t=R}^{a_i} P_{C,i,t} (1+r)^{a_i-t} \quad (2)$$

L'EPDR *résiduel*, noté $EPDR_i^r$, est formellement décrit par :

$$EPDR_i^r = \sum_C \sum_{t=1}^T \frac{l_{(a_i+t|a_i)} \cdot P_{C,i,t} \cdot (1+\pi)^t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

où T est le nombre d'années restant à vivre à la retraite avec $T = 100 - a_i$ et a_i l'âge atteint en 2008 ;

$l_{(a_i + t/a_i)}$ une série de probabilités conditionnelles de survie à chaque âge de la retraite jusqu'à l'âge de décès sachant que l'individu d'âge a_i est en vie en 2008 ;

$t = 0$ en 2008, $t = 1$ en 2009, ... $t = T$ en 2008 + T l'année de décès de l'assuré ;

r est le taux de capitalisation (de l'EPDR liquidé) et d'actualisation (de l'EPDR résiduel) ;

$P_{C,i,t}$ est la prestation de droit direct versée par la caisse C à l'assuré jusqu'à son décès ;

π est le taux de revalorisation anticipé des pensions supposé constant après 2013.

Le montant de la prestation de droit direct est connu en 2008 ($t = 0$). Son niveau observé tient compte des revalorisations passées

(pour les assurés partis à la retraite avant 2008) et au cours de l'année 2008. Les barèmes du système socio-fiscal français développés par l'Institut des Politiques Publiques (IPP) retracent l'évolution des coefficients de revalorisation des pensions du 01/01/1949 au 01/04/2013. Ces informations nous ont ensuite permis d'une part, d'estimer la chronique des prestations versées jusqu'en 2008 (nécessaire au calcul de l'EPDR liquidé) et d'autre part, d'évaluer la chronique des prestations à recevoir jusqu'en 2013 (prise en compte dans l'EPDR résiduel). Au-delà de 2013 et jusqu'au décès de tout assuré, nous retenons l'hypothèse d'un taux de revalorisation anticipé (π) des prestations de retraite à 1,5 % dans le calcul de l'EPDR résiduel (formule (3)). Ce niveau de taux reflète les anticipations d'inflation dans la zone euro où l'inflation à très long terme est attendue à un niveau inférieur à la cible (2 %) de la Banque centrale européenne. Sur un horizon de 30 ans, il est également compatible avec un taux d'actualisation à 2 %.

Par souci de cohérence, le même taux d'intérêt réel r est respectivement utilisé dans le calcul de l'EPDR liquidé et dans celui de l'EPDR résiduel. Dans nos estimations, la durée de vie limite est fixée à 100 ans, en accord avec les tables de mortalité retenues. L'actualisation des pensions porte donc sur une période moyenne voisine de 30 ans³. Le choix du taux d'actualisation, pour le calcul de l'EPDR résiduel, est une question aussi cruciale que controversée dans la littérature.

Dans l'optique microéconomique qui est la nôtre, nous nous plaçons du point de vue de l'assuré à la retraite qui actualise la somme des prestations reçues jusqu'à son décès. Or, s'il existe une littérature relativement abondante, quoique peu conclusive, sur le choix d'un taux d'actualisation social, peu de travaux sont consacrés au choix d'un taux d'actualisation individuel (pour une revue de la littérature, voir Frederick, Loewenstein, O'Donoghue, 2002). Les contributions les plus récentes s'appuient sur des recherches en économie expérimentale et comportementale, et soulignent la difficulté à « purger » la perception pure du temps d'autres

3. Dans les faits, quelques assurés présents dans l'EIR commencent à liquider une pension dès l'âge de 20 ans, de sorte que pour eux l'actualisation porte potentiellement sur une période de 80 ans. Cependant, ces cas restent marginaux.

variables (incertitude, déformation des préférences, perception de soi-même, habitudes, ...).

Des travaux analogues aux nôtres sont peu diserts sur le choix du taux d'actualisation. Vernière (1992) retient un taux de 4% en termes réels : « À titre de comparaison, le rendement avant impôt des actifs financiers détenus par les ménages, mesuré par le rapport des agrégats – intérêts et dividendes reçus sur le patrimoine financier – tels qu'ils sont établis dans les comptes nationaux a été en moyenne de 4,7 % en termes réels sur la période 1970-1988 » (Vernière, 1992, p. 90). Buffard-Girardot (2010) souligne que « la valeur de l'EPDR dépend fortement de la valeur actualisée de la pension totale acquise et donc du taux d'actualisation. Ce taux doit refléter le taux d'intérêt réel mais également l'évolution des prix sur laquelle se base la revalorisation des pensions de retraite ». Elle compare les valeurs d'EPDR pour trois taux d'actualisation (0 %, 2 % et 4 %) et constate que l'EPDR moyen des retraités varie de 166 000 € pour un taux égal à 0 % à 113 100 pour un taux de 4 %. Elle retient un taux de 4 % pour l'ensemble de ses simulations, en le justifiant par le fait que « le taux d'intérêt à long terme était autour de 4 % en 2004 ». Plus récemment, Blanchet et Le Minez (2012) ont procédé à une évaluation de l'impact des réformes des retraites en France à l'aide du modèle de microsimulation DESTINIE, et ont retenu un taux d'actualisation des « droits acquis à retraite » (DAR, *accrued-to-date pension liabilities*) de 3 %, avec 2 et 4 % en variantes. Ils ont développé par ailleurs un calcul théorique de sensibilité des DAR au taux d'actualisation à l'état stationnaire (pour une structure par âge constante de la population et une législation des retraites constante) dont il ressort que l'actualisation a un impact d'autant plus important qu'il existe un écart élevé entre les âges de perception des prestations et de paiement des cotisations (ce qui est intuitif). Ils estiment la semi-élasticité des DAR au taux d'actualisation à 18 %, autrement dit, une hausse de 1 point de taux d'actualisation réduit les DAR de 18 %.

Au bout du compte, le taux d'actualisation pertinent pour estimer l'EPDR est probablement le taux de rendement des placements d'épargne-retraite. Comme les produits dédiés à l'épargne-retraite, à savoir le PERP et le PERCO, sont de création récente, on ne dispose pas de séries longues permettant d'extrapoler une tendance passée. De manière alternative, on peut utiliser le taux de

rendement des contrats d'assurance-vie en euros, qui sont utilisés comme de proches substituts à l'épargne-retraite. Ce taux de rendement a suivi la baisse générale des taux d'intérêt à long terme au cours de la dernière décennie (Berthon et al., 2014), et compte tenu des perspectives de croissance molle attendues dans les prochaines années, nous retenons dans l'étude un taux d'actualisation à 2 % avec des variantes allant de 0 % à 4 %.

Une autre composante importante du calcul de l'EPDR concerne les probabilités de survie puisqu'il s'agit de pondérer les montants des prestations perçues par les retraités, conditionnellement à leur survie chaque année. Pour estimer les probabilités de survie, deux options sont envisageables :

- la première consiste à imputer à chaque assuré à la retraite de l'échantillon la probabilité moyenne de survie de sa génération, tirée de tables de mortalité officielles et différenciées selon le genre. Pour tenir compte de l'augmentation tendancielle de l'espérance de vie, on peut éventuellement utiliser des tables avec décalages d'âge, comme cela est pratiqué par les assureurs dans la tarification des contrats d'assurance mixte ou décès ;
- la seconde consiste à inférer, à partir des vagues d'EIR, les probabilités de survie *in sample*. En effet, les EIR permettent le suivi des retraités figurant dans l'échantillon d'une année de collecte à une autre, la « sortie » entre deux années de collecte étant pour l'essentiel imputable à leur décès. Cependant, la technique d'échantillonnage dans les EIR pose un problème particulier. En effet, pour des raisons propres aux concepteurs de la base, notamment dans le cadre de la préparation des réformes des retraites, des générations ont été « sur-échantillonnées » à certaines dates. Il en résulte que d'une vague d'EIR à l'autre, des assurés à la retraite de ces générations ont été retirés de la base, non pas parce qu'ils étaient décédés mais pour rééquilibrer la représentativité de chacune de ces générations au sein de la nouvelle vague (voir sur ce point les différents guides d'exploitation des EIR publiés par la DREES).

Par conséquent, nous avons retenu des tables de mortalité différenciées par sexe, mais homogènes quel que soit le régime d'affiliation des retraités, ce qui constitue une limite de notre étude.

1.3. Mise en œuvre pratique du calcul de l'EPDR

La mise en œuvre pratique du calcul de l'EPDR à partir des données de l'EIR 2008 se décompose en trois étapes.

■ Étape 1 : calcul des probabilités de survie

Les probabilités de survie sont calculées à partir de la table de mortalité moyenne des années 2000-2008, issue de Blanpain et Chardon (2011). Pour chaque assuré de l'échantillon en 2008 (les retraités présents dans l'échantillon à cette date sont âgés de 34 à 99 ans), nous estimons les probabilités annuelles de survie jusqu'à 100 ans (âge maximum), conditionnellement à leur âge en 2008. Les probabilités sont uniquement prises en compte dans le calcul de l'EPDR résiduel ;

■ Étape 2 : calcul de l'EPDR individuel résiduel, de l'EPDR liquidé et de l'EPDR total

L'EPDR résiduel et l'EPDR liquidé sont déterminés à partir des formules (2) et (3), avec 2008 comme année pivot : les pensions déjà liquidées sont capitalisées de la date de liquidation (avant 2008) jusqu'en 2008 inclus, et les pensions à recevoir sont actualisées de 2009 jusqu'à la date de décès probable (conditionnement à la survie à chaque âge jusqu'à cette date) de chaque assuré à la retraite. On en déduit l'EPDR *total* d'un individu i , noté $EPDR_i$, égal à la somme de l'EPDR liquidé et de l'EPDR résiduel:

$$EPDR_i = \sum_C \sum_{t=R}^{a_i} P_{C,i,t} (1+r)^{a_i-t} + \sum_C \sum_{t=1}^{100-a_i} \frac{l_{(a_i+t|a_i)} \cdot P_{C,i,t} \cdot (1+\pi)^t}{(1+r)^t} \quad (4)$$

■ Étape 3 : calcul de l'EPDR agrégé de l'ensemble des caisses

Pour tous les régimes de retraite (engagements des régimes de retraite vis-à-vis des retraités de droit direct en 2008), on obtient la formule :

$$EPDR(t) = \sum_{a \geq R} \sum_{k \geq a}^D L(a, t) \cdot l_{k/a} \cdot \frac{P_k}{(1+r)^{k-a}} \quad (5)$$

où w_i est la pondération associée à l'assuré à la retraite dans l'échantillon et N est le nombre de retraités échantillonnés.

2. Les données

La section précédente a permis de définir l'EPDR et de formuler les hypothèses nécessaires à chacune des étapes de son calcul à partir des données des EIR. Cette section présente les données et propose une analyse empirique des paramètres du système de retraite susceptibles d'exercer une influence sur le niveau des engagements des régimes envers les assurés à la retraite, mesuré par l'équivalent patrimonial des droits à retraite.

2.1. Présentation de l'Échantillon Inter-régimes de Retraités (EIR)

Les EIR permettent d'avoir une information relativement exhaustive sur la population des assurés à la retraite (flux des nouveaux et stock des anciens), le montant des pensions, et les conditions de liquidation (âge de liquidation, durée de cotisation validée, etc.) dans la quasi-totalité des régimes de retraite obligatoires (74 régimes de base, complémentaires et spéciaux). Les données des EIR sont des données administratives et présentent, à ce titre, l'inconvénient d'être uniquement collectées auprès des caisses de retraite, si bien qu'aucune information autre que celle relevant de la gestion des caisses de retraite n'est renseignée. Toutefois, pour la présente évaluation, cet inconvénient ne soulève aucun problème majeur à condition de distinguer les informations par régime et par individu (voir encadré 2).

L'EIR de 2008 comprend un échantillon d'environ 252 000 retraités qui perçoivent une pension de droit direct ou de droit dérivé d'une caisse de retraite, qu'ils vivent en France ou à l'étranger, sélectionnés sur la base de leur date de naissance (entre le 1^{er} et le 10 octobre selon les générations ; exceptionnellement la génération 1942 a été sur-échantillonnée).

Encadré 2. Le traitement des données de l'EIR 2008

Les Échantillons Inter-régimes des Retraités (EIR) permettent d'avoir des informations sur la carrière et les conditions de liquidation des assurés (affiliés et pensionnés) aux régimes de base, complémentaire et supplémentaire qui composent le système de retraite français. Les personnes représentées dans l'EIR 2008 sont âgées de 34 ans et plus au 31 décembre 2008, et extraites du répertoire national d'identification des personnes physiques (RNIPP) mis à jour par l'INSEE.

La complexité du système de retraite français et le contenu en informations des EIR impliquent de procéder avec minutie à toute analyse des régimes de retraite. En effet, il est important de relever que les individus du panel peuvent avoir été affiliés à un ou plusieurs régimes, puis être pensionnés d'un ou plusieurs régimes. Dès lors, il est possible de mener une analyse soit par régime d'affiliation (base, complémentaire ou supplémentaire), soit par individu. Le type d'affiliation (mono ou poly-affilié) et le type de jouissance d'une pension de retraite (mono ou poly-pensionné) sont uniquement renseignés pour les régimes de base, ce qui constitue l'une des principales limites des EIR. En effet, le type d'affiliation aux régimes complémentaires mais aussi à certains régimes de base (RSI Artisans par exemple) n'est pas connu. Par ailleurs, le montant de la prestation versée par les régimes complémentaires ou supplémentaires n'est pas directement communiqué pour chaque individu et nécessite, pour distinguer les prestations reçues de ces régimes par chaque assuré, d'effectuer des retraitements à l'aide des informations contenues dans les EIR.

Encadré 3. Les réformes des retraites de 1993 et 2003

Les réformes des retraites de 1993 et 2003 ont modifié un certain nombre de paramètres déterminant le montant des pensions à la liquidation.

La loi du 22 juillet 1993 a réformé le régime général des retraites des travailleurs salariés et les trois régimes alignés (salariés agricoles, artisans, industriels et commerçants), sans modifier les dispositions applicables aux régimes des fonctionnaires et aux régimes spéciaux. Parmi les mesures affectant directement le calcul des droits à pension :

— la durée de cotisation nécessaire à l'obtention d'une retraite à taux plein passe progressivement de 150 à 160 trimestres selon les générations (la première génération affectée est la génération née en 1934, la dernière celle née en 1943) ;

— le salaire moyen de référence servant de base pour le calcul de la pension est calculé progressivement sur les 25 meilleures années au lieu des 10 meilleures, par incrément d'une année de la génération 1934 à la génération 1948 ;

— les pensions sont revalorisées annuellement en fonction de l'indice des prix à la consommation et non plus du taux de croissance des salaires nominaux.

La loi du 21 août 2003 réforme l'ensemble des régimes de retraite, à l'exception des régimes spéciaux. Outre les dispositifs d'encouragement à l'épargne (hors du champ d'analyse du présent article), les mesures principales sont :

— entre 2004 et 2008, l’alignement progressif de la durée de cotisation des fonctionnaires sur celle des salariés du privé (de 150 à 160 trimestres au rythme de 2 trimestres supplémentaires par génération de la génération née en 1944 jusqu’à la génération née en 1948) ;

— à partir de 2009, l’allongement progressif de la durée de cotisation pour tous, afin d’atteindre 164 trimestres en 2012, et l’introduction d’une clause de rendez-vous pour ajuster l’allongement supplémentaire de durée sur l’évolution de l’espérance de vie ;

— une réduction du taux de décote lorsque l’assuré prend sa retraite avant d’avoir la durée de cotisation requise, et la création d’une surcote en cas de départ retardé ;

— la création d’un dispositif de départ anticipé pour les carrières longues permettant à ceux qui ont commencé à travailler entre 14 et 16 ans et ont cotisé la durée requise pour leur génération de prendre leur retraite avant 60 ans.

2.2. Les statistiques descriptives

Dans le calcul de l’équivalent patrimonial des droits à retraite, certains paramètres comme l’âge de liquidation ont une influence directe sur le niveau de l’EPDR alors que d’autres comme la génération, la durée d’assurance ou encore le type d’affiliation ont une influence indirecte sur cet indicateur à travers le montant des pensions de retraite. Dans ce qui suit, nous dressons un état des lieux des paramètres du système de retraite qui ont un impact sur le niveau de l’EPDR estimé pour tous les assurés à la retraite. L’analyse concerne les assurés affiliés au régime général (CNAV), aux régimes complémentaires (ARRCO et AGIRC), aux régimes de la fonction publique d’Etat (SRE) et de la fonction publique locale (CNRACL). En effet, le régime général et les régimes de la fonction publique versent un peu plus de 40 % des prestations de droit direct dans l’EIR 2008, et représentent les principaux régimes (de base) d’affiliation de la majorité des assurés. La population à l’étude est celle des assurés nés jusqu’en 1948, répartie en trois sous-groupes à savoir : i) les assurés nés avant 1934, complètement à la retraite depuis 1998, et qui ne sont pas concernés par les réformes de 1993 et de 2003 ; ii) les assurés nés entre 1934 et 1943, dont les uns (nés de 1934 à 1938) sont complètement à la retraite en 2003 et les autres (nés de 1939 à 1943) complètement à la retraite en 2008, qui sont uniquement concernés par la réforme de 1993 ; iii) les assurés nés entre 1944 et 1948, partiellement à la retraite en 2008, qui sont exposés aux modifications introduites par les réformes de 1993 et de 2003.

L'âge de liquidation

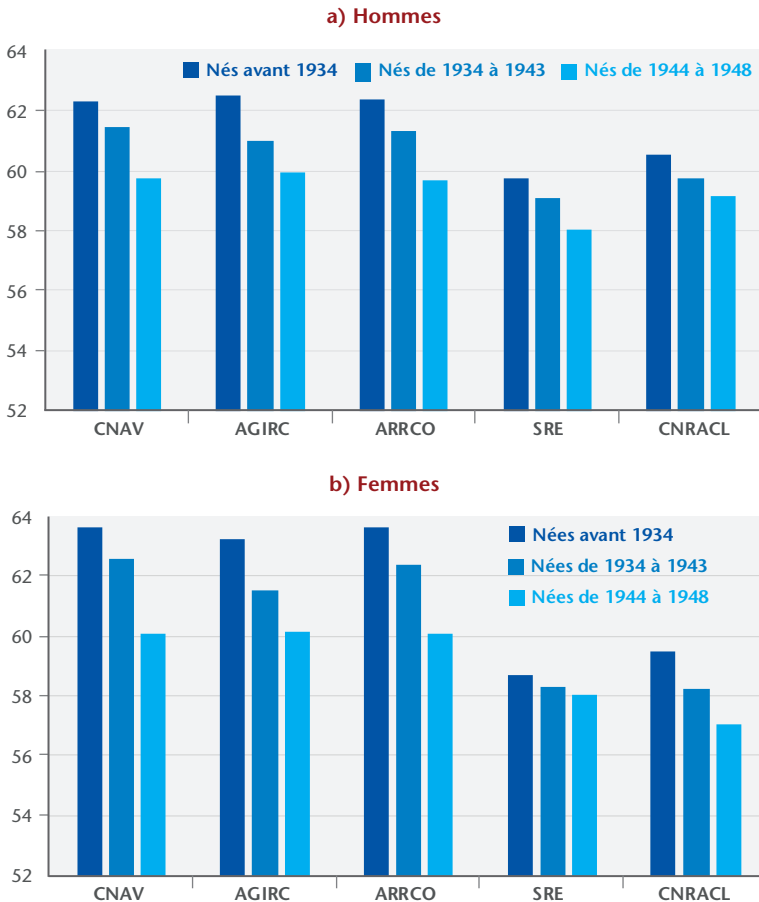
Si l'âge de liquidation est un élément essentiel dans le calcul de l'EPDR, on peut attendre des effets différenciés de son évolution. Lorsqu'un individu décide de liquider plus tôt sa retraite, il augmente son EPDR à espérance de vie donnée en raison de l'allongement de la durée de versement des prestations. Mais d'un autre côté, un départ anticipé aura des conséquences sur le montant de la prestation versée, revu à la baisse. L'arbitrage doit donc s'opérer en fonction des conditions de liquidation. Cependant, le choix de la date de départ à la retraite peut également être guidé par des considérations autres que financières et davantage liées aux contextes économiques et professionnels (Aouici *et al.*, 2008) ou personnels (retraite du conjoint, maladie, etc.).

L'analyse de l'âge moyen de liquidation dans les deux systèmes, privé (CNAV et régimes complémentaires) et public (SRE Civil et CNRACL), par génération et par sexe, révèle plusieurs faits stylisés (graphiques 1a et 1b) pour les générations considérées. Le départ en retraite est plus précoce dans la fonction publique (légèrement supérieur à 58 ans et demi) que dans le secteur privé (62 ans). Les femmes partent plus tard que les hommes au régime général (CNAV), et par suite dans les régimes complémentaires. Ce dernier phénomène est observé à l'opposé dans la fonction publique : les femmes ouvrent leurs droits à retraite plus tôt que les hommes. Dans les seuls régimes complémentaires, l'âge moyen de liquidation est plus élevé chez les non-cadres (ARRCO) que chez les cadres (AGIRC).

D'un point de vue dynamique (par génération), contrairement à ce qu'une lecture rapide des conséquences de la réforme de 1993 pourrait laisser supposer, l'âge moyen de liquidation tend à diminuer au sein des générations complètement à la retraite en 2008, tant pour le régime général que pour les régimes complémentaires, ainsi que dans les régimes des deux fonctions publiques (SRE et CNRACL).⁴

4. Ce phénomène pourrait se poursuivre au sein des générations nées entre 1944 et 1948, mais les données de l'EIR 2008 ne permettent pas de l'affirmer. En effet, l'âge moyen de liquidation baisse mécaniquement dans ces générations, partiellement à la retraite en 2008, parce que les départs à la retraite ont plus fréquemment lieu à 60 ans ou moins (par exemple, dans la génération 1948).

Graphique 1. Âge moyen de liquidation par génération



Sources : EIR (2008), calculs des auteurs.

Ces premiers éléments se déclinent plus finement au sein des classes d'âge de liquidation (tableaux 1a et 1b).

Au sein des générations complètement à la retraite en 2008, le ratio des départs à 61 ans et plus sur les départs à 60 ans confirme la tendance à la baisse de l'âge de liquidation à la fois dans le régime général et dans le régime de la fonction publique d'État. Dans le régime général, ce ratio est respectivement de 0,8 et de 2,3 chez les hommes et les femmes parmi les assurés nés avant 1934. Dans les générations 1934 à 1943, ce ratio diminue de moitié par rapport aux générations précédentes, puisqu'il est égal à 0,4 et 1,1 respecti-

vement pour les hommes et les femmes. Dans le régime de la fonction publique d'État, ce ratio passe de 0,8 pour les hommes (respectivement 0,7 pour les femmes) parmi les assurés nés avant 1934 à 0,3 (respectivement 0,2 pour les femmes) dans les générations 1934 à 1943.

Tableau 1a. Les âges de liquidation des droits à la retraite selon le sexe et la génération dans le régime général

Classes d'âge	CNAV/CNAVTS											
	Nés avant 1934				Nés de 1934 à 1943				Nés de 1944 à 1948			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
55-59 ans	1	0	1	0	—	—	1	0	7 221	29	1 970	11
60 ans	5 072	54	3 695	30	24 504	70	15 676	47	15 612	64	14 959	82
61 ans	578	6	515	4	1 598	5	1 110	3	958	4	768	4
62 ans	419	4	425	3	1 117	3	793	2	475	2	334	2
63 ans	337	4	369	3	956	3	700	2	203	1	128	1
64 ans	310	3	335	3	841	2	567	2	12	0	17	0
65 ans	1 956	21	5 682	47	5 518	16	13 702	41	—	—	—	—
Plus de 65 ans	644	7	1 135	9	645	2	699	2	—	—	—	—
Total	9 317	100	12 157	100	35 179	100	33 248	100	24 481	100	18 176	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général.

Note : Les classes d'âge ont été construites en considérant l'âge exact de liquidation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Tableau 1b. Les âges de liquidation des droits à la retraite selon le sexe et la génération dans la fonction publique d'État

Classes d'âge	SRE-Civile											
	Nés avant 1934				Nés de 1934 à 1943				Nés de 1944 à 1948			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Moins de 55 ans	38	4	181	18	342	9	891	21	471	15	766	21
55-59 ans	349	37	304	30	1 127	31	856	20	1 215	38	808	22
60 ans	296	32	319	31	1 609	44	1 992	47	1 342	42	1 879	51
61 ans	56	6	45	4	141	4	123	3	127	4	143	4
62 ans	35	4	27	3	77	2	70	2	48	1	36	1
63 ans	26	3	37	4	68	2	62	1	18	1	20	1
64 ans	26	3	18	2	51	1	51	1	3	0	3	0
65 ans	74	8	84	8	174	5	140	3	—	—	—	—
Plus de 65 ans	32	3	7	1	52	1	25	1	—	—	—	—
Total	932	100	1 022	100	3 641	100	4 210	100	3 224	100	3 655	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général.

Note : Les classes d'âge ont été construites en considérant l'âge exact de liquidation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Le poids relatif des départs à 61 ans et plus diminue au sein de chaque génération, ce qui explique la baisse de l'âge moyen de liquidation au fil des générations.

L'état de santé, les conditions de travail et les relations au travail peuvent amener les assurés à anticiper plutôt qu'à retarder leur départ en retraite, et ce malgré les incitations au maintien en activité après 60 ans et les pénalités auxquelles s'exposent les assurés sur le montant de leur pension en partant à la retraite avant 60 ans en dehors des dispositifs légaux de cessation anticipée d'activité. De manière générale, plusieurs dispositifs permettent aux assurés de partir à la retraite à taux plein avant 60 ans.

Dans les régimes de base du secteur privé, la quasi-totalité des départs à la retraite se fait en dehors des dispositifs de retraite anticipée. Dans ces conditions, soit les assurés bénéficient d'une durée de cotisation qui leur permet de bénéficier d'une retraite à taux plein, soit ils s'exposent à une diminution (en cas de durée de cotisation inférieure à la durée requise pour leur génération) ou à une majoration (en cas de durée de cotisation supérieure à la durée requise pour leur génération) de leurs droits à retraite. Le dispositif des carrières longues permet à 6 % des affiliés au régime général de partir avant 60 ans avec une retraite à taux plein (tableau 2).

Tableau 2. Les motifs de départ à la retraite dans le régime général et les régimes de la fonction publique

Motif de départ à la retraite	CNAV/CNAVTS		SRE-civile		CNRACL	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Départs non anticipés	137 070	94	11 635	52	6 436	49
Départs des carrières longues	9 45	6	185	1	528	4
Départs pour handicap, invalidité ou infirmité	46	0	8	0	13	0
Départs pour service actif	—	—	7 597	34	3 466	26
Départs rattachés aux enfants et aux conjoints	—	—	2 761	12	2 695	20
Autres raisons de départ	3	0	109	0	55	0
Total	146 264	100	22 295	100	13 193	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS), du régime de la fonction publique d'État (SRE-Pensions civiles) ou de la fonction publique locale (CNRACL).

Note : Les classes d'âge ont été construites en considérant l'âge exact de liquidation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Dans les régimes de la fonction publique civile et locale, les départs non anticipés avant 60 ans concernent près de la moitié des affiliés. Comparé aux départs anticipés pour service actif ou pour enfants et conjoints, le dispositif des carrières longues permet à une faible proportion d'affiliés de partir à la retraite avant 60 ans dans les deux fonctions publiques.

La baisse de l'âge moyen de liquidation, conjuguée à la crise de 2008 qui a fragilisé la situation des comptes sociaux, tendent *a posteriori* à justifier l'adoption des mesures de relèvement des bornes d'âges d'ouverture des droits à retraite et du taux plein (respectivement de 60 ans et 4 mois à 62 ans, et de 65 ans et 4 mois à 67 ans à partir des assurés nés au 1^{er} juillet 1951 jusqu'à ceux nés en 1955 et au-delà) instituées par la loi portant réforme des retraites de 2010.

La durée de cotisation

Dans les régimes en annuités à prestations définies, qui constituent la forme la plus courante des régimes de base du système français de retraite, les durées d'assurance ou de cotisation exprimées en annuités ou en trimestres interviennent dans le calcul du montant d'une prestation de droit direct versée par un régime à deux niveaux : i) la durée d'assurance tous régimes définit le taux de liquidation qui peut être soit minoré (si l'assuré présente un déficit de trimestres par rapport au nombre de trimestres requis pour sa génération avant 65 ans) ou majoré (si l'affilié poursuit son activité au-delà de 60 ans en ayant acquis à 60 ans la durée de cotisation requise pour une retraite à taux plein) ; ii) la durée d'assurance dans le régime entre en compte dans l'application du coefficient de proratisation qui est au plus de 100 % si l'assuré a cotisé pendant la durée requise par le régime pour sa génération.

L'analyse des durées de cotisation dans notre étude présente un double intérêt. D'une part, les durées de cotisation sont les paramètres les plus en lien avec la trajectoire d'activité des affiliés à un régime et permettent d'évaluer la manière dont le système et ses régimes tiennent compte des aléas (maladie, licenciement, chômage, préretraite) que rencontrent les assurés tout au long de leur vie active dans le service d'assurance qu'ils offrent. De ce point de vue, le Conseil d'orientation des retraites (2012, page 7) suggère que : « le système avantage les assurés qui effectuent une carrière

« standard » (âge d'entrée dans la vie active à 20 ans et carrière continue ensuite) et désavantage les assurés qui s'en écartent (carrière continue avec un âge d'entrée dans la vie active très précoce ou très tardif, ou bien trous de carrière empêchant d'atteindre 40 annuités à 60 ans) ».

D'autre part, les durées de cotisation ont un impact significatif sur le montant de la prestation servie par les régimes de base à travers le taux de liquidation et le coefficient de proratisation qu'elles permettent de définir au moment du départ à la retraite. Par exemple, en ouvrant ses droits sans la durée requise par le régime ou tous régimes, tout assuré s'expose à une baisse du montant de la prestation servie par son régime principal d'affiliation. À ce titre, les réformes de retraite de 1993 et de 2003 (encadré 3), avec l'allongement de la durée de cotisation requise pour une retraite à taux plein, peuvent avoir entraîné des changements importants dans la situation des assurés au moment de leur départ en retraite.

Ainsi, pour apprécier les conditions de liquidation d'une pension de retraite et la générosité du système à l'égard des assurés, au-delà de l'âge de liquidation, il convient de considérer à la fois la durée de cotisation dans le régime principal d'affiliation et la durée de cotisation tous régimes des assurés.

Les durées de cotisation relevées dans les régimes présentent des différences selon le sexe, les générations et le régime considéré.

Tableau 3a. Durée de cotisation validée au régime général selon le sexe et la génération

Durée validée dans le régime	CNAV/CNAVTS											
	Nés avant 1934				Nés de 1934 à 1943				Nés de 1944 à 1948			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Durée inférieure	3 308	42	8 703	73	13 409	45	19 421	65	—	—	—	—
Durée égale	303	4	419	4	1 594	5	1 167	4	1 121	8	721	7
Durée supérieure	4 332	55	2 848	24	15 057	50	9 351	31	12 893	92	10 312	93
Total	7 943	100	11 970	100	30 060	100	29 939	100	14 014	100	11 033	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS) et dont le régime général est le régime principal d'affiliation (*i.e.*, le nombre de trimestres validés dans ce régime est le plus élevé).

Note : La durée d'assurance validée est une variable discrète construite en considérant le nombre de trimestres requis pour une retraite à taux à plein pour chaque génération. Elle vaut 0 si la durée est inférieure, 1 si la durée est égale et 2 si la durée est supérieure à la durée requise par le régime pour une retraite à taux plein. Les assurés nés avant 1934 doivent avoir cotisé 150 trimestres pour une retraite à taux plein, ceux nés en 1934 151 trimestres, ceux nés en 1936 153 trimestres, ceux nés de 1943 à 1948 160 trimestres.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Tableau 3b. Durée de cotisation validée dans les régimes de la fonction publique selon le sexe et la génération

Durée validée dans le régime	SRE-civile								CNRACL							
	Nés avant 1934-1943				Nés de 1944 à 1948				Nés avant 1934-1943				Nés de 1944 à 1948			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Durée inférieure	1 363	44	2 176	57	1 432	71	1 740	73	800	75	1 940	86	690	86	1 358	86
Durée égale	—	—	—	—	9	0	3	0	—	—	—	—	6	1	19	1
Durée supérieure	1 746	56	1 663	43	574	28	641	27	273	25	325	14	102	13	201	13
Total	3 109	100	3 839	100	2 015	100	2 384	100	1 073	100	2 265	100	798	100	1 578	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS) et dont le régime général est le régime principal d'affiliation (i.e., le nombre de trimestres validés dans ce régime est le plus élevé).

Note : La durée d'assurance validée est une variable discrète construite en considérant le nombre de trimestres requis pour une retraite à taux à plein pour chaque génération. Elle vaut 0 si la durée est inférieure, 1 si la durée est égale et 2 si la durée est supérieure à la durée requise par le régime pour une retraite à taux plein. Les assurés nés avant 1934 doivent avoir cotisé 150 trimestres pour une retraite à taux plein, ceux nés en 1934 151 trimestres, ceux nés en 1936 153 trimestres, ceux nés de 1943 à 1948 160 trimestres.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Dans le régime général (tableau 3a), les générations nées jusqu'en 1943 ont des carrières courtes, et ce sont en majorité des femmes. Les générations « plus jeunes » de 1944 à 1948 affiliées au régime général enregistrent des carrières longues. Les assurés nés dans les années quarante sont les derniers à être entrés sur le marché du travail durant les Trente glorieuses, juste avant les chocs pétroliers des années soixante-dix et quatre-vingt. Lorsqu'ils ont été affiliés au régime général, soit ils ont commencé à travailler tôt et ont été peu exposés à des épisodes de chômage, soit ils sont entrés tardivement dans la vie active et ont connu des interruptions de carrière comme les femmes durant la maternité.

Dans la fonction publique (tableau 3b), les carrières sont le plus souvent courtes aussi bien pour les hommes des « jeunes » générations que pour les femmes des générations nées de 1934 à 1948 qui sont à la fois plus nombreuses que les hommes à occuper des emplois dans le secteur public et à enregistrer des durées de cotisation inférieures à celle requise pour une retraite à taux plein.

En couplant les âges de liquidation et les durées validées dans un régime (tableau 3c), il apparaît que les affiliés au régime général qui ont des carrières courtes partent le plus souvent à la retraite à 60 ans (41 %) et à 65 ans (42 %). Pour cette catégorie d'assurés, un départ à 60 ans en dehors des dispositifs de retraite anticipée entraîne une baisse du montant de la pension *via* un niveau du coefficient de proratisation inférieur à 100 %, alors qu'un départ à 65 ans ne génère aucune perte puisqu'il se fait à taux plein quelle que soit la durée d'assurance validée dans le régime. Les affiliés au régime général qui atteignent la durée de cotisation requise pour le taux plein ouvrent le plus souvent leurs droits à retraite à 60 ans (55 %) à l'issue d'une carrière « standard ». Parmi eux, près d'un assuré sur trois (31 %) prolonge son activité au-delà des 60 ans et part à la retraite avant 65 ans. Les assurés dont les carrières sont longues ouvrent en majorité (76 %) leurs droits à retraite à 60 ans. Ils sont assez logiquement peu enclins (13 %) à repousser leur départ en retraite après 60 ans.

Contrairement au régime général, la majorité des départs à la retraite des affiliés ayant une carrière courte, normale ou longue se produit à 60 ans ou moins dans les régimes de la fonction publique (tableau 3d). Ces départs précoces, à 60 ans ou moins, représentent

respectivement 92 %, 84 % et 86 % de chacune des catégories d'assurés considérées.

Tableau 3c. Les âges de liquidation et la durée validée dans le régime général

Classes d'âge	Durée inférieure		Durée égale		Durée supérieure	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Moins de 55 ans	91	0	2	0	14	0
55-59 ans	325	0	186	3	7 149	11
60 ans	29 464	41	3 364	55	49 350	76
61 ans	3 161	4	746	12	1 829	3
62 ans	2 313	3	530	9	1 172	2
63 ans	1 873	3	400	7	1 042	2
64 ans	1 533	2	215	3	822	1
65 ans	29 813	42	398	6	2 587	4
Plus de 65 ans	2 943	4	306	5	601	1
Total	71 516	100	6 147	100	64 566	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS) et dont le régime général est leur régime principal d'affiliation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Tableau 3d. Les âges de liquidation et la durée validée dans les régimes de la fonction publique

Classes d'âge	Durée inférieure		Durée égale		Durée supérieure	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Moins de 55 ans	2 168	21	2	6	387	8
55-59 ans	3 180	31	8	26	1 158	24
60 ans	4 103	40	16	52	2 592	54
61 ans	303	3	4	13	220	5
62 ans	147	1	1	3	102	2
63 ans	104	1	—	—	81	2
64 ans	52	1	—	—	64	1
65 ans	163	2	—	—	171	4
Plus de 65 ans	29	0	—	—	55	1
Total	10 249	100	31	100	4 830	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale d'un régime de la fonction publique (SRE ou CNRACL) et dont l'un de ces régimes est leur régime principal d'affiliation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Dans l'ensemble, il apparaît qu'à l'exception des « jeunes » générations (1944 à 1948) dont les carrières sont plus longues que celles de leurs aînés (nés jusqu'en 1943) dans le secteur privé, la majorité des affiliés, principalement les femmes, présente le plus souvent des carrières courtes au régime général et dans les régimes de la fonction publique. Pour ces assurés, les départs ont lieu à l'âge d'ouverture des droits (60 ans) et à l'âge du taux plein (65 ans) au régime général tandis qu'ils sont plus importants à 60 ans ou moins dans les régimes de la fonction publique.

L'analyse des durées d'assurance validées dans un régime suggère qu'un grand nombre d'assurés à la retraite dont les carrières sont courtes, notamment dans les régimes de la fonction publique, ne bénéficie que d'une couverture partielle de la prestation versée par leur régime principal d'affiliation qui, dans ce cas, applique un coefficient de proratisation inférieur à 100%.

La prise en compte des durées de cotisation validées tous régimes et du type d'affiliation montre que la majorité à la fois des mono-affiliés et poly-affiliés au régime général (tableau 3e) présente des durées tous régimes supérieures à la durée nécessaire pour bénéficier d'une retraite à taux plein dans ce régime. Toutefois, il est important de relever que 48% des femmes mono-affiliées (contre 18% des hommes) et 35% des femmes poly-affiliées (contre 15% des hommes) ouvrent leurs droits à retraite au régime général avec une durée de cotisation tous régimes inférieure à celle requise lorsque ce régime est leur régime principal d'affiliation.

Tableau 3e. Durée de cotisation tous régimes selon le sexe et le type d'affiliation au régime général

Durée tous régimes	Mono-affilié				Poly-affilié			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Durée inférieure	6 944	18	20 936	48	3 003	15	4 948	35
Durée égale	2 473	6	2 014	5	914	5	772	6
Durée supérieure	29 303	76	20 914	48	15 941	80	8 259	59
Total	38 720	100	43 864	100	19 858	100	13 979	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS) et dont le régime général est leur régime principal d'affiliation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Dans les régimes de la fonction publique civile (tableau 3f), les poly-affiliés ont une durée de cotisation tous régimes égale ou supérieure à la durée requise pour une retraite à taux plein (2 % + 81 % = 83 % des femmes ; 2 % + 82% = 84 % des hommes). La situation est relativement identique pour les mono-affiliés mais dans de moindres proportions (56% des femmes et 72% des hommes). En revanche, les femmes restent les plus nombreuses (45 % contre 28% des hommes) parmi les mono-affiliés à enregistrer des durées de cotisation validées tous régimes inférieures aux 150 trimestres exigés jusqu'à la génération 1943 et aux 160 trimestres requis à la suite de la réforme de 2003 pour la génération 1948.

Autrement dit, pour la plupart des assurés, avant l'application du coefficient de proratisation par les principaux régimes (de base) d'affiliation, le taux de liquidation des droits à retraite est au moins de 50 % (soit le taux plein sans décote avant application de la surcote dans le régime général) ou de 75 % (taux plein sans décote avant application de la surcote dans les régimes de la fonction publique). Mais pour d'autres assurés, notamment les femmes qui enregistrent une durée de cotisation tous régimes inférieure à celle requise dans le régime qui leur verse des prestations, ce taux peut être réduit après application d'une décote. L'encadré 4 présente les évolutions législatives des mécanismes de décote et surcote.

Tableau 3f. Durée de cotisation tous régimes selon le sexe et le type d'affiliation dans la fonction publique

Durée tous régimes	Mono-affilié				Poly-affilié			
	Hommes		Femmes		Hommes		Femmes	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Durée inférieure	1 256	28	2 418	45	108	16	141	17
Durée égale	131	3	141	3	13	2	14	2
Durée supérieure	3 057	69	2 849	53	565	82	662	81
Total	4 444	100	5 408	100	686	100	817	100

Champ : Les assurés à la retraite nés jusqu'en 1948 qui perçoivent au moins une pension normale du régime général (CNAV/CNAVTS) et dont le régime général est leur régime principal d'affiliation.

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Encadré 4. Les réformes des mécanismes de décote et surcote

Jusqu'à la réforme de 1982 instituant la « retraite à 60 ans », les mécanismes de décote et de surcote s'appliquaient uniquement en fonction de l'âge de référence pour le taux plein (65 ans). Un assuré qui liquidait ses droits à retraite avant 65 ans pouvait subir une décote de 10 % par an tandis qu'une liquidation au-delà de 65 ans entraînait une surcote de 10 % par année supplémentaire d'activité. À la suite de cette réforme, le critère de durée de cotisation requise pour une retraite à taux plein s'est ajouté à ce critère d'âge de référence de sorte que : i) une décote de 1,25 % par trimestre manquant (5 % par an) est appliquée dans une limite maximale de 25 % si l'assuré part à la retraite avant 65 ans sans la durée requise pour sa génération ; ii) la surcote de 10% par année d'activité au-delà de 65 ans a été supprimée. Ce barème de la décote à 1,25 % par trimestre manquant a été en vigueur dans le régime général et les régimes alignés jusqu'aux générations nées avant 1944, et maintenu en lien avec l'augmentation de la durée d'assurance requise pour une retraite à taux plein initiée par la réforme des retraites de 1993. Le barème a été modifié et généralisé aux régimes de la fonction publique avec la réforme des retraites de 2003 pour passer de 1,1875 % de la génération 1944 à 0,625 % aux générations 1953 et après. La surcote a de nouveau été introduite dans les régimes de base du secteur privé et du secteur public, par la réforme de 2003.

3. Les résultats

L'âge de liquidation et la durée d'assurance constituent les principaux paramètres d'un système de retraite sur lequel repose l'adéquation et la générosité des prestations servies à la retraite aux assurés. Celles-ci peuvent être mesurées soit par les taux de remplacement, ou, comme nous le faisons ici, par l'équivalent patrimonial des droits à retraite ou par les engagements des régimes envers les assurés.

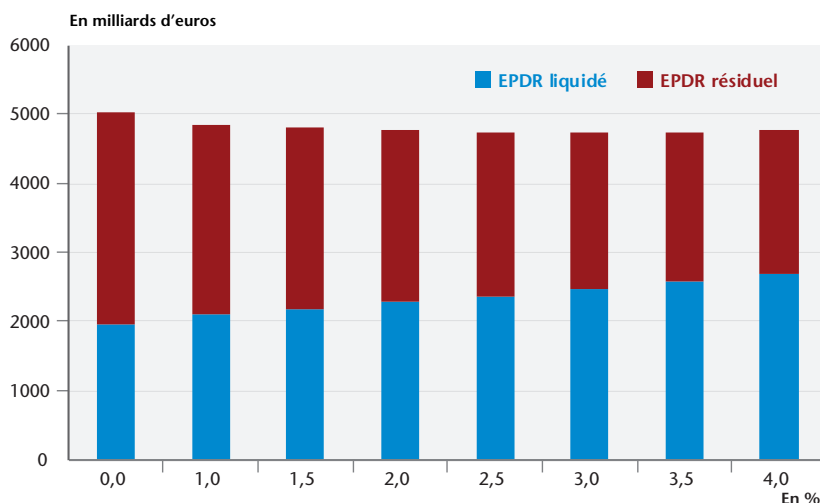
Pour les générations complètement à la retraite en 2008 (celles nées jusqu'en 1943 en majorité), l'EPDR total se compose d'un EPDR liquidé jusqu'en 2008 et d'un EPDR résiduel à verser à partir de 2009. Cet EPDR total permet d'avoir une évaluation complète au 31 décembre 2008 des engagements du système envers les assurés de la date d'ouverture de leurs droits à retraite jusqu'à leur décès. Pour les générations partiellement à la retraite, en particulier les assurés qui partent à la retraite en 2008 (nés en 1948 et après), l'EPDR total ne comprend qu'un EPDR résiduel.

Les différences dans les comportements de départ à la retraite (âge de liquidation) et les profils de carrière (durée de cotisation) au sein des régimes se traduisent par des montants d'EPDR d'une taille variable d'un régime à un autre.

3.1. Équivalent patrimonial des droits à retraite et taux d'actualisation

L'équivalent patrimonial des droits à retraite versés par l'ensemble des régimes varie avec le taux d'actualisation (graphique 2). En 2008, il s'étend de 5 022 milliards d'euros pour un taux d'actualisation de 0 %, à 4 765 milliards d'euros pour un taux de 2 %, et à 4 757 milliards d'euros pour 4 %, ce qui correspond respectivement à 24,7, à 23,5 et à 23,4 années de prestations versées durant la même année.

Graphique 2. Équivalent patrimonial des droits à retraite et taux d'actualisation



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Logiquement, en raison du mode de calcul de l'EPDR avec les données de l'EIR (cf. section 1), la part de l'équivalent patrimonial liquidé (de l'année de liquidation du retraité le plus âgé à l'année d'évaluation, soit 2008) augmente et celle de l'équivalent patrimonial résiduel (de 2009 à l'année de décès du plus jeune retraité) diminue dans l'équivalent patrimonial total avec le taux d'actualisation.

Les commentaires des résultats qui suivent concernent un équivalent patrimonial des droits à retraite total calculé avec un taux d'actualisation à 2 %.

3.2. Équivalent patrimonial des droits à retraite par régime

La décomposition par type de régime (tableau 4) révèle que les prestations versées au titre d'une pension normale de droit direct s'élèvent en moyenne à 555 euros dans le régime général, à 304 euros dans le régime complémentaire des salariés du privé (ARRCO) et à 737 euros dans celui des seuls cadres (AGIRC), avec des valeurs médianes respectivement à 543 euros, 233 euros et 388 euros en 2008. La distribution des pensions au régime général est relativement symétrique alors que celle des pensions dans les régimes complémentaires présente un étalement relativement important à droite (une proportion relativement élevée de prestations de faible montant et une faible proportion de prestations d'un montant élevé).

Tableau 4. Pension mensuelle et équivalent patrimonial des droits à retraite à 2 % par régime

Régimes de retraite	Pension mensuelle (moyenne) en €	Pension mensuelle (médiane) en €	EPDR (moyenne) en €	EPDR (médiane) en €	EPDR (total) en Mds €
CNAV/CNAVTS	555	543	149 499	141 438	1 377,5
ARRCO	304	233	82 071	62 709	644,6
AGIRC	737	388	191 788	101 487	332,7
SRE-Civile	1 891	1 868	561 279	556 078	677,4
CNRACL	1 210	1 039	365 306	340 921	244,8

Champ : Les assurés à la retraite de toutes les générations.

Note : Les montants moyens et médians des pensions et de l'équivalent patrimonial des droits à retraite ont été calculés par tête en considérant la somme des prestations en provenance d'un régime (hors droits dérivés).

Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Ces prestations correspondent à un engagement moyen (resp. médian) envers les assurés à la retraite au régime général de 149 499 euros (141 438 euros), de 82 071 euros (62 709 euros) à l'ARRCO, et de 191 788 euros (101 487 euros) à l'AGIRC.

Les pensions normales versées par les régimes de la fonction publique d'État et de la fonction publique locale (tableau 4) s'élèvent respectivement en moyenne (resp. médiane) à 1 891

euros (1 868 euros) et à 1 210 euros (1 039 euros) en 2008. Ces pensions représentent un engagement moyen (resp. médian) envers les assurés à la retraite de ces régimes de 561 279 euros (556 078 euros) pour la fonction publique d'État et de 365 306 euros (340 921 euros) pour la fonction publique locale.

Les engagements envers les assurés à la retraite, échus et à échoir, portés par les régimes de la fonction publique sont plus importants que ceux portés par le régime général. Les comportements de départ à la retraite et le profil des carrières dans les deux secteurs expliquent ces différences.

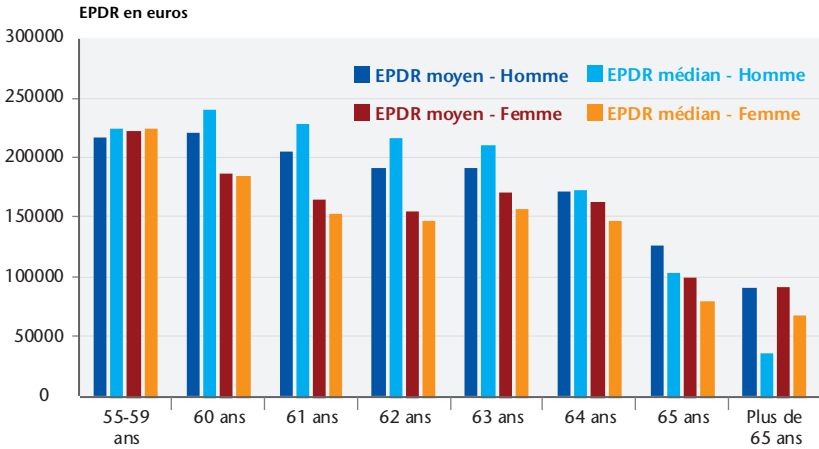
EPDR et âge de liquidation

L'âge de liquidation est le paramètre sur lequel tout assuré exerce le plus d'influence parce qu'il traduit son choix du moment de départ à la retraite. Ce choix, comme nous l'avons suggéré dans la section précédente, résulte d'un arbitrage entre la durée de versement des prestations (plus longue en cas de départ précoce) et le montant espéré de la pension de retraite (plus élevé en cas de départ tardif en prolongeant son activité). Mais il dépend aussi des caractéristiques individuelles de l'assuré (l'état de santé par exemple) et institutionnelles (dispositifs de départs anticipés). L'âge de liquidation est un déterminant majeur du niveau des engagements d'un régime envers ses affiliés, susceptible de faire varier le montant de l'EPDR entre les régimes.

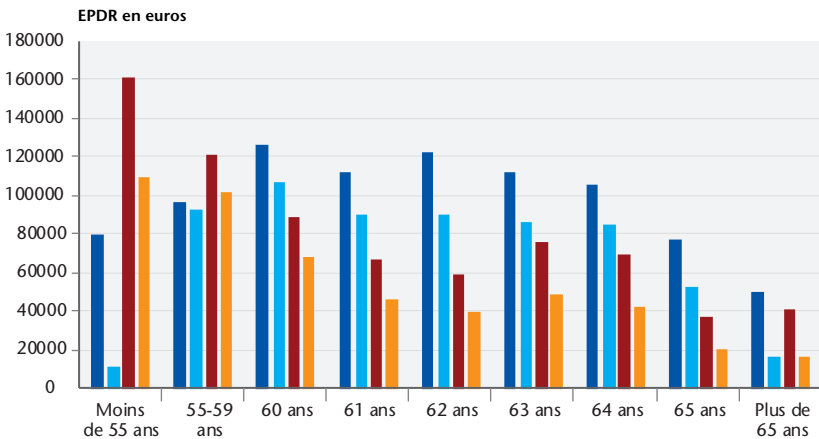
Nous trouvons que l'équivalent patrimonial des droits à retraite est d'autant plus élevé que l'âge de liquidation est faible au régime général, aussi bien parmi les hommes que parmi les femmes assurés à la retraite (graphique 3a).

Au régime général, l'EPDR est à son niveau le plus élevé en moyenne pour les assurés qui liquident leurs droits respectivement entre 55 à 59 ans pour les femmes et à 60 ans pour les hommes. L'EPDR est à son niveau le plus bas pour les assurés qui partent tard à la retraite, à plus de 65 ans (graphique 3a). Les femmes sont les plus concernées par ce faible niveau d'engagement au régime général parce qu'elles sont plus nombreuses à partir à la retraite à 65 ans ou plus (tableau 1a).

Graphique 3a. EPDR et âge de liquidation au régime général



Graphique 3b. EPDR et âge de liquidation à l'ARRCO

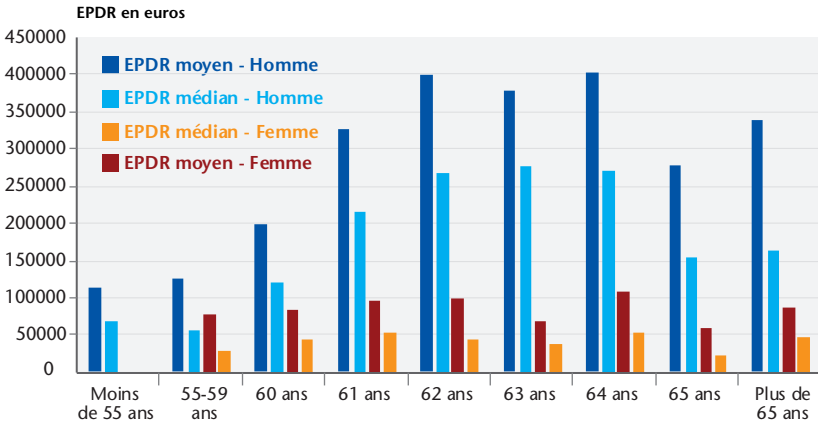


La distribution de l'EPDR par âge de liquidation à l'ARRCO (graphique 3b) est relativement semblable à celle décrite au régime général : l'équivalent patrimonial des hommes est à son niveau le plus élevé à 60 ans (respectivement 55-59 ans chez les femmes). Les femmes qui ont occupé des postes de non-cadre durant leur carrière et qui liquident leurs droits à retraite avant 60 ans sont les assurés sur lesquels portent les engagements les plus importants du régime. Il apparaît que le report de l'âge de liquidation au-delà de

60 ans a un effet relativement neutre sur le montant des pensions (en moyenne, elle est tout aussi élevée à 60 ans qu'à 62 ou 64 ans) et de l'EPDR des hommes, mais se traduit par une baisse à la fois du montant des pensions et de l'EPDR des femmes. Le comportement de départ à la retraite des femmes, plus nombreuses que les hommes à repousser leur départ dans les régimes complémentaires (cf. section 2), entraîne une baisse des engagements de ce régime.

Dans le régime complémentaire des seuls cadres (graphique 3c), l'EPDR est en moyenne maximal à 63 ans pour les hommes, tandis que pour les femmes les engagements de ce régime culminent en moyenne à 64 ans. Le report de l'âge de liquidation au-delà de 60 ans permet aux assurés de ces régimes d'accumuler des points supplémentaires qui une fois convertis en rente, contribuent à la fois à augmenter le montant des pensions servies par le régime (en moyenne plus élevé à ces âges qu'à 60 ans) et l'EPDR. Ce phénomène, uniquement observé à l'AGIRC concerne les affiliés qui perçoivent les rémunérations les plus élevées et dont l'espérance de vie à la retraite est la plus longue.

Graphique 3c. EPDR et âge de liquidation à l'AGIRC

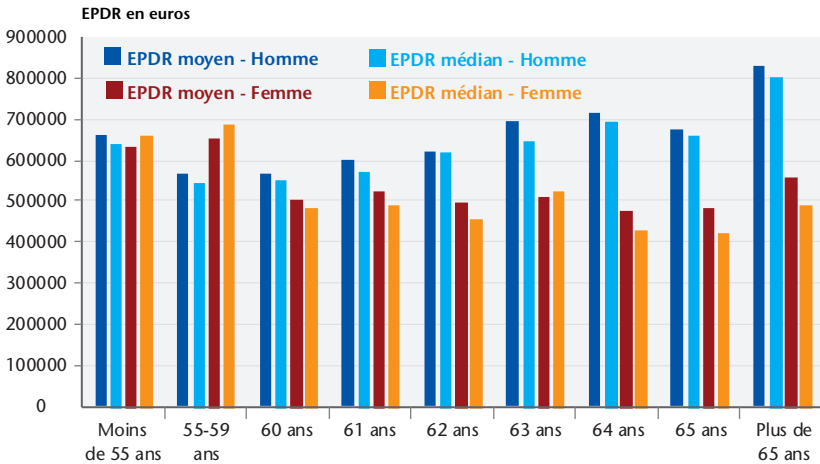


Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

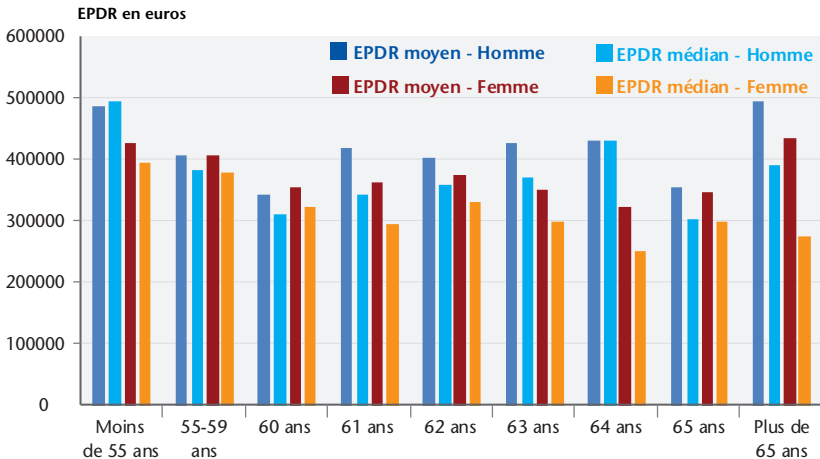
Dans le régime de la fonction publique d'État (graphique 3d), les engagements les plus élevés portent à la fois sur les assurés les plus jeunes à la liquidation, qui partent à la retraite à moins de 55 ans, et les assurés qui ouvrent leurs droits à retraite à plus de 65 ans parmi les hommes (graphique 3d). Les engagements de ce

régime envers les femmes sont également plus élevés pour les départs tardifs (à plus de 65 ans). Dans le régime de la fonction publique locale (graphique 3e), les départs à la retraite précoces (moins de 55 ans pour les hommes et les 55 à 59 ans pour les femmes) génèrent les engagements les plus importants.

Graphique 3d. EPDR et âge de liquidation à la fonction publique d'État



Graphique 3e. EPDR et âge de liquidation à la fonction publique locale



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Ce lien négatif entre l'EPDR et l'âge de liquidation observé au régime général et à l'ARRCO suggère que les incitations au prolongement d'une activité professionnelle au-delà de 60 ans, dont le

but est de préserver la solvabilité du système de retraites, peuvent avoir pour conséquence une diminution des engagements des régimes envers les assurés *via* la baisse de la durée de versement des rentes. Les assurés tendent globalement à adopter le comportement inverse, en anticipant leur départ en retraite pour jouir d'une période de retraite plus longue. Ce phénomène explique la baisse observée de l'âge de liquidation au fil des générations à l'étude (graphiques 1a et 1b) et se traduit par des montants élevés d'engagements pour les départs précoces (avant 60 ans).

Les départs à la retraite avant 60 ans, possibles grâce aux dispositifs de retraite anticipée à taux plein, sont à la fois plus fréquemment utilisés par les affiliés aux régimes de la fonction publique (tableau 2) et font peser des engagements plus importants dans ces régimes. De plus, les départs tardifs (à 65 ans ou plus) bien que moins nombreux dans les régimes de la fonction publique mais non négligeables, génèrent les EPDR plus élevés. Ces engagements portent sur des assurés dont les niveaux de rémunération, et donc de pensions de retraite, sont les plus élevés en moyenne et dont la durée de vie à la retraite (et de versement des rentes) est la plus longue aussi bien parmi les hommes que parmi les femmes.

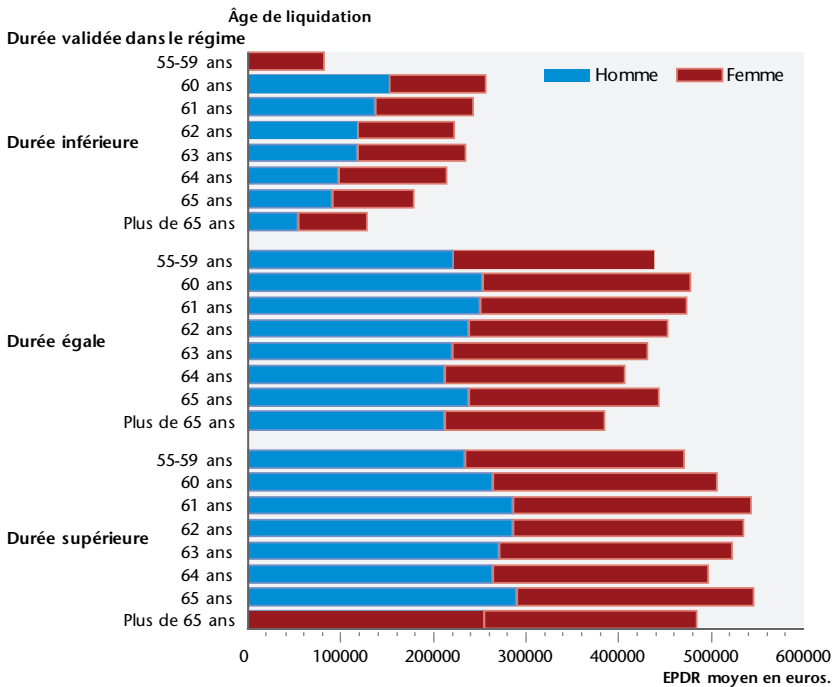
EPDR et durée de cotisation

Des différences dans le montant des pensions et, donc dans le montant de l'équivalent patrimonial des droits à retraite entre les régimes, peuvent provenir des différences dans le profil des carrières des affiliés à ces régimes que les durées de cotisation permettent de renseigner.

Pour les hommes, le montant des pensions et de l'EPDR des affiliés au régime général (graphique 4a) à carrières courtes diminue avec l'âge de liquidation. Les engagements du régime général envers les assurés à carrières courtes, qui liquident leurs droits à retraite le plus souvent à 60 et à 65 ans (tableau 3c), sont d'autant plus élevés que leur départ à la retraite intervient tôt. Dans cette catégorie d'assurés, atteindre 65 ans permet de jouir d'une retraite à taux plein mais réduit la durée de versement de la rente (baisse de l'EPDR) alors qu'un départ à 60 ans, bien qu'il puisse entraîner une baisse du montant de la pension, augmente la durée de versement de la rente (hausse de l'EPDR). Pour les femmes, partir à la retraite à 60 ou 65 ans ne modifie pas significativement le montant des

pensions puisque l'écart de pension moyenne entre 60 et 65 ans est relativement faible. En revanche, l'EPDR augmente sensiblement de 60 à 64 ans. Le report de l'âge de liquidation n'améliore pas significativement le montant des pensions mais concerne un nombre croissant de femmes affiliées au régime général et dont l'espérance de vie à la retraite est plus élevée que celle des hommes, ce qui tend à augmenter les engagements du régime général envers ces assurées à carrières courtes.

Graphique 4a. EPDR, âge et durée de cotisation au régime général



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

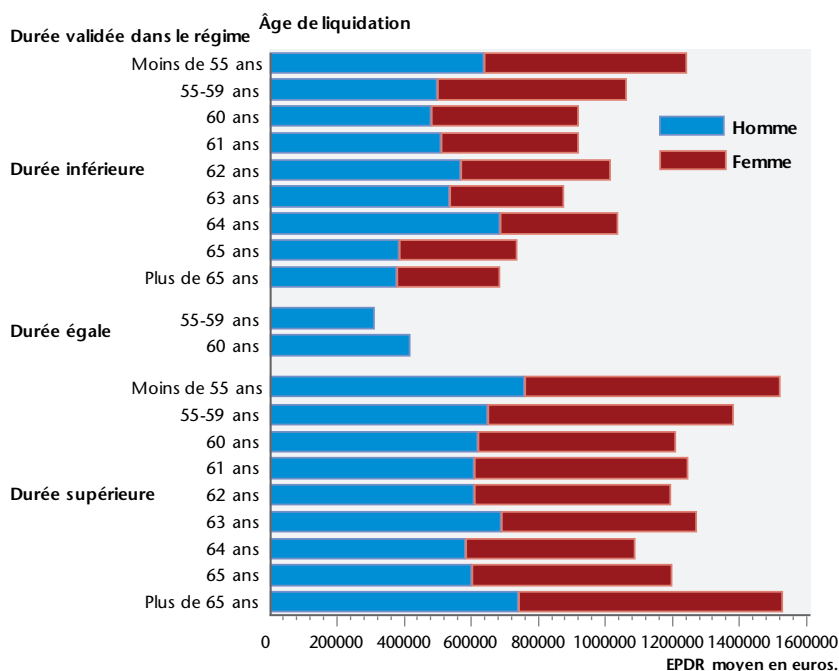
Pour les affiliés au régime général à carrière « standard », qui atteignent la durée d'assurance requise à 60 ans, les gains associés à la poursuite d'une activité au-delà de 60 ans sont relativement faibles aussi bien pour les hommes que pour les femmes (le montant des pensions et de l'EPDR atteint un maximum à 60 ans et reste constant, voire diminue après 60 ans).

Les carrières longues concernent les assurés qui sont entrés tôt sur le marché du travail et/ou qui l'ont quitté tard. Dans les deux

cas, ils ont validé le nombre de trimestres requis pour une retraite à taux plein à 60 ans. Ils bénéficient à la fois des montants de pension les plus élevés au régime général et génèrent les charges de retraite les plus importantes pour ce régime et à tous les âges de liquidation à partir de 60 ans (par rapport aux carrières courtes et « standard » aux mêmes âges) aussi bien chez les hommes que chez les femmes. Cette catégorie rassemble des assurés qui ont occupé des emplois stables à rémunération élevée et dont les conditions et les relations de travail leur ont permis de poursuivre leur activité au-delà de 60 ans de manière volontaire.

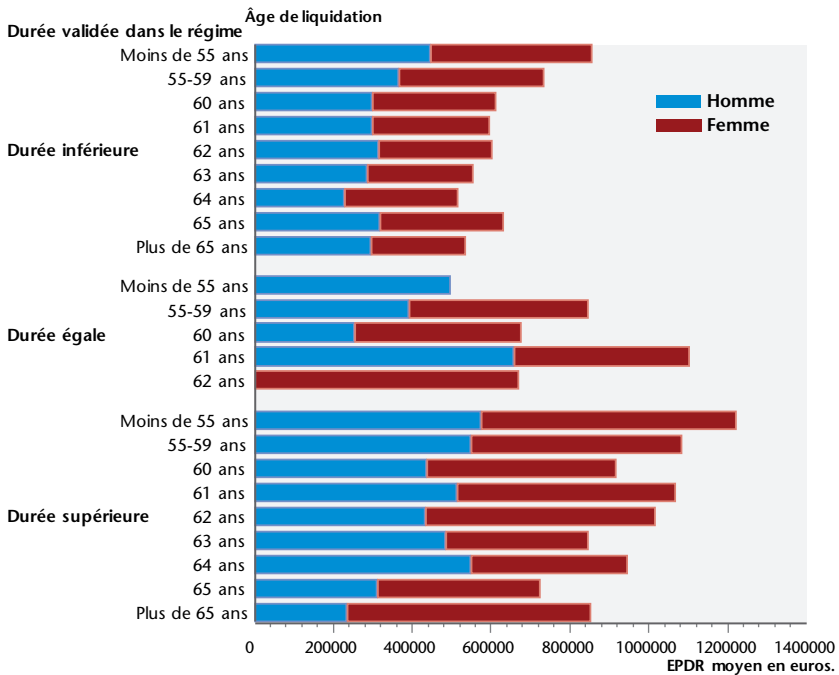
Cette dernière catégorie d'assurés présente des caractéristiques similaires dans les régimes de la fonction publique (graphiques 4b et 4c), mais génère des engagements dont les niveaux sont beaucoup plus élevés que pour le régime général et pour les autres types d'assurés.

Graphique 4b. EPDR, âge et durée de cotisation au régime de la fonction publique d'État



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Graphique 4c. EPDR, âge et durée de cotisation au régime de la fonction publique locale

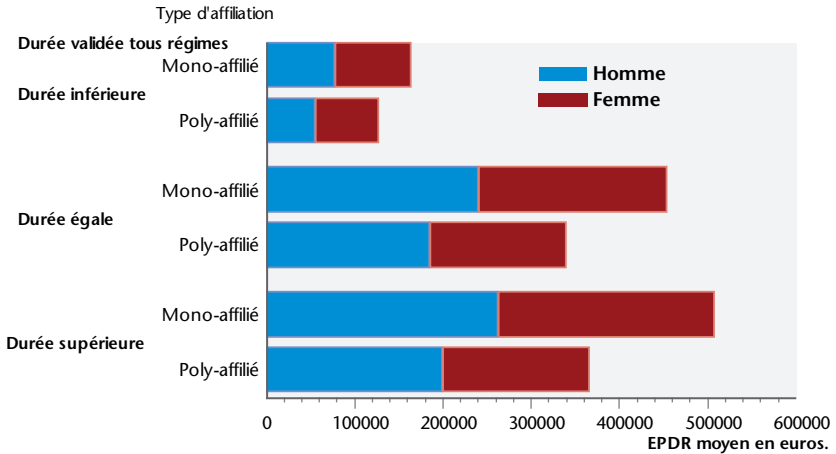


Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Les engagements des régimes de base et complémentaires du secteur privé, à l'égard des assurés dont le régime général est le principal régime d'affiliation, sont les plus élevés pour les affiliés dont la carrière a permis d'atteindre au moins le nombre de trimestres requis pour une retraite à taux plein, voire de dépasser cette durée d'assurance exigée par les régimes et jouir ainsi d'une retraite à taux majoré. Ce constat est le même pour les hommes et les femmes dont la majorité des mono-affiliés et des poly-affiliés peut prétendre à une retraite à taux majoré, compte tenu de la durée d'assurance tous régimes qu'ils présentent au moment de la liquidation de leurs droits à retraite (tableau 3e). En revanche, des trimestres manquants par rapport au nombre requis, que les femmes sont plus nombreuses que les hommes à enregistrer à leur départ en retraite, diminuent fortement le niveau des pensions et de l'EPDR. L'écart entre les pensions et l'EPDR servis par les régimes aux assurés qui liquident à taux plein (voire majoré) et ceux qui partent avec un

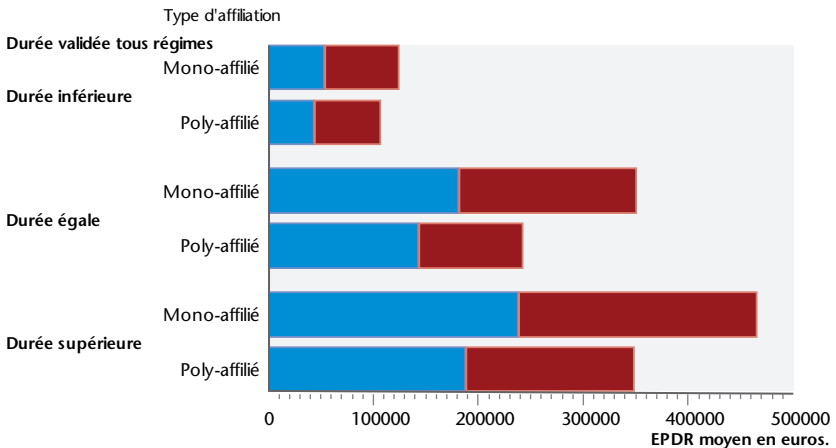
taux réduit est important et laisse à penser que, pour ces derniers, le niveau du salaire de référence est faible et la distance au taux plein (mesurée en nombre de trimestres) élevée, même si le taux de décote est appliqué dans la limite de 20 trimestres manquants.

Graphique 5a. EPDR, type d'affiliation et durée cotisée tous régimes dans le régime général



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Graphique 5b. EPDR, type d'affiliation et durée cotisée tous régimes dans le régime de la fonction publique d'État



Source : EIR (2008), calculs des auteurs.

Contrairement aux régimes du secteur privé, l'écart dans le montant des pensions et des engagements entre les affiliés des régimes de la fonction publique qui liquident leurs droits à retraite à taux minoré, plein ou majoré, et dont pourrait pâtir les femmes mono-affiliées avec des durées d'assurance insuffisantes (tableau 3f) est relativement faible. Ce résultat s'explique par le fait que les mécanismes de décote et de surcote sont assez récents dans ces régimes (depuis la réforme des retraites de 2003 suivant un calendrier spécifique) et qu'ils n'ont probablement concerné qu'un nombre limité d'assurés à ces régimes par rapport à la grande majorité dont le taux de liquidation est de 75 % (avant proratisation) et porte sur le traitement indiciaire des 6 mois (relativement plus favorable en fin de carrière quelle que soit la catégorie de l'assuré) qui précèdent la date de liquidation.

4. Conclusion

Dans cet article, nous développons une mesure de l'équivalent patrimonial des droits à la retraite (EPDR) des retraités en France, à l'aide des données de l'Échantillon Inter-régimes des Retraités (EIR) de 2008 qui permet d'avoir une vue d'ensemble des régimes de retraite. L'objectif est d'évaluer la générosité du système de retraite par répartition à travers les engagements envers les assurés à la retraite, portés par les différents régimes qui composent le système, et estimés par l'équivalent patrimonial des droits à retraite. Cet indicateur permet d'introduire la durée de versement des prestations de retraite, non prise en compte par les indicateurs usuels comme le taux de remplacement ou le revenu relatif des retraités, dans l'analyse de la générosité d'un système de retraite. A ce stade, notre étude apporte quelques enseignements.

En premier lieu, pour un taux d'actualisation de 2 %, l'EPDR des retraités s'élève à 4 765 milliards d'euros en 2008, soit environ 23,5 années de prestations. Ensuite, nous trouvons que les engagements des régimes des deux fonctions publiques envers leurs assurés sont plus importants que ceux du régime général et des régimes complémentaires (ARRCO et AGIRC) envers les salariés du privé. Les comportements de départ à la retraite (âge de liquidation), ainsi que les profils de carrière (durée de cotisation) et de rémunération (salaire de référence) expliquent en grande partie les

écarts dans les niveaux d'engagements portés par ces régimes. La participation plus importante des affiliés aux régimes publics aux dispositifs de retraite anticipée contribue également à générer des engagements plus importants dans ce secteur. Globalement, les différences dans les conditions de liquidation entre les régimes, encore très marquées en 2008, mais qui depuis, ont été réduites, tendent à rendre le système de retraite plus généreux à l'égard des affiliés aux régimes du secteur public. Enfin, nous mettons en évidence les différences d'EPDR selon le genre, notamment pour certains cas types (femmes à carrières incomplètes).

La mesure de l'EPDR, avec les données de l'EIR 2008, constitue une première étape dans l'analyse de l'impact des réformes de retraite. En effet, dans la suite de nos travaux, nous proposerons un examen de l'impact des réformes sur la distribution de l'EPDR au sein des populations à la retraite et *in fine* sur la générosité du système, en mesurant le sens et l'ampleur des variations d'EPDR induites par les effets des réformes à l'aide de modèles économétriques.

Références

- Aouici S., S. Carillon, C. Mette, 2008, « Choisir l'âge de sa retraite : un arbitrage lié aux contextes économiques et professionnels », *Retraite et Société*, 54: 190-209.
- Aubert P., V. Christel-Andrieux, 2010, « La mortalité différentielle des retraités. Estimation à partir de l'échantillon inter-régimes de retraités et applications », DREES, DR 100.
- Berthon J., D. Davidoff, L. Gabaut, M. Klages, G. Prache, M. Rossi, J. Rutecka, K. Struwe, J.M. Viver, 2014, *Private Pensions: The Real Returns, A Research Report by Better Finance For All*, 199.
- Blanchet D., J-F. Ouvrard, 2006, « Évaluer les engagements implicites des systèmes de retraite », in *L'économie française*, 139-166.
- Blanchet D., S. Le Minez, 2012, « Joint macro-micro Evaluations of Accrued-To-Date Pension Liabilities: An application to French Reforms », INSEE, *Document de travail G 2012-14*.
- Blanchet D., S. Buffeteau, E. Crenner, S. Le Minez, 2011, « Le modèle de simulation Destinie 2 : principales caractéristiques et premiers résultats », *Économie et Statistique*, 441-442: 101-121.
- Blanpain N., O. Chardon, 2011, « Les inégalités sociales face à la mort : Tables de mortalité par catégorie sociale et indices standardisés de

- mortalité pour quatre périodes (1976-1984, 1983-1991, 1991-1999, 2000-2008) », *Document de travail*, INSEE, F1108.
- Bonnet C., 2014, « Un inévitable conflit des générations ? », *CNAF, Informations sociales*, 183: 136-144.
- Buffard-Girardot P., 2010, « Mesures de l'équivalent patrimonial des droits à retraite en 2004 », *document de travail*, INSEE, F1004.
- Conseil d'orientation des retraites, 2012, « Les formules de proratisation, de décote et de surcote », *Document de travail*, 8, Séance plénière du 25 septembre, Paris, 10.
- European Commission, 2012, « An Agenda for Adequate, Safe and Sustainable Pensions », *White Paper COM*, 2012-55 Final, Brussels.
- Feldstein M., 1974, « Social Security, Induced Retirement and Aggregate Capital Accumulation », *The Journal of Political Economy*, 82(5): 905-926.
- Frederick S., G. Lowenstein, T. O'Donoghue, 2002, « Time Discounting Preference: A Critical Review », *Journal of Economic Literature*, XL, 351-401.
- Grech A.G., 2013, « How Best to Measure Pension Adequacy? » *MPRA Working Paper*, 46126.
- Grech A.G., 2015a, « Evaluating the Possible Impact of Pension Reforms on Elderly Poverty in Europe », *Social Policy Administration*, 49(1): 68-87.
- Grech A.G., 2015b, « Convergence or Divergence? How the Financial Crisis Affected European Pensioners », *International Social Security Review*, 68(2): 43-62.
- Holtzmann R., R. Hinz, 2005, *Old-Age Income Support in the 21st Century: An International Perspective on Pension Systems and Reforms*, The World Bank, Washington DC.
- INSEE, 2014a, *Les revenus et le patrimoine des ménages*, Édition 2014.
- INSEE, 2014b, « Tables de mortalité des années 2011-2013, arrêtées fin décembre 2014, French mortality tables » available on line (table 68) on INSEE website http://www.insee.fr/en/themes/detail.asp?ref_id=irsd2004&page=irweb/sd2004/dd/sd2004_decès.htm
- OCDE, 2013, *Panorama des pensions 2013 : Les indicateurs de l'OCDE et du G20*, Éditions OCDE, http://dx.doi.org/10.1787/pension_glance-2013-fr
- Pestieau P., 2010, « La comptabilité générationnelle : un concept utile mais un outil bancal », *Regards croisés sur l'économie*, 7: 235-238.
- Vernière L., 1992, « Une évaluation de l'équivalent patrimonial des droits à retraite détenus par les ménages », *Economie et Prévision*, 105: 87-93.

Vernière L., 1997a, « La mesure et l'interprétation de l'équivalent patrimonial des droits à la retraite », *Questions retraites*, 97-04.

Vernière L., 1997b, « Une évaluation de l'équivalent patrimonial des droits à la retraite détenu par les retraités en France », *Questions retraites*, 97-05.

LES PROPRIÉTÉS DYNAMIQUES ET DE LONG TERME DU MODÈLE ThreeME

UN CAHIER DE VARIANTES¹

Gaël Callonnec

ADEME, (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), France

Gissela Landa Rivera, Paul Malliet, Aurélien Saussay

Sciences Po, OFCE, Paris, France

Frédéric Reynès

Sciences Po, OFCE, Paris, France et TNO, Netherlands Organization for Applied Scientific Research

ThreeME est un modèle macroéconomique d'équilibre général calculable multisectoriel d'inspiration néo-keynésienne, conçu pour évaluer les impacts macroéconomiques des politiques publiques, notamment énergétiques et environnementales. Cet article propose une analyse des propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME. Plusieurs variantes ont été conduites : une modification du prix du pétrole, des cotisations employeurs, de la TVA, des investissements publics ou encore l'introduction d'une taxe carbone. Pour chacune d'entre elles, nous montrons l'impact de la spécification de l'équation de salaire (en comparant les résultats simulés avec une courbe Wage Setting et de Phillips). Nous comparons aussi les résultats de ThreeME avec ceux du modèle MESANGE ainsi que deux versions de ThreeME (version standard et hybride).

Mots clés : modèle EGC néo-keynésien, modélisation macroéconomique, politique économique.

L'OFCE développe depuis 2008, en collaboration avec l'ADEME (Agence de l'Environnement et Maîtrise de l'Énergie), le modèle macroéconomique ThreeME (Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy, Modèle Macroéconomique Multisectoriel pour l'Évaluation des politiques Environnementales et Énergétiques), destiné usuelle-

1. Nous remercions les rapporteurs de la *Revue de l'OFCE* pour leurs suggestions. Les conclusions proposées ici n'engagent que les auteurs. Nous tenons à remercier également le soutien financier de l'ADEME concernant le développement du modèle ThreeME (subvention n° 1510C0039).

ment à l'évaluation pour la France des impacts des politiques énergétiques et environnementales. ThreeME étant avant tout un modèle macroéconomique multisectoriel, il peut aussi être utilisé pour l'étude de politiques économiques plus générales comme la modification de la fiscalité ou de certaines réglementations (e. g. augmentation du salaire minimum). Dans ThreeME, qui est décrit en détail dans Callonnec *et al.* (2013), l'économie est désagrégée en 37 secteurs économiques (dont 17 secteurs énergétiques et 5 secteurs de transport). Le modèle fournit donc des informations quantitatives détaillées relatives aux questions énergétiques. Le niveau fin du détail sectoriel et de la structure de la fiscalité permet de mettre en évidence l'hétérogénéité potentiellement forte des effets des politiques économiques selon les secteurs considérés. Comme exemples d'application du modèle ThreeME, on peut citer : l'impact de la création d'une taxe carbone (Callonnec *et al.*, 2011), les politiques de subvention d'investissements verts dans le bâtiment, l'automobile ou les transports publics, l'impact de la transition énergétique (Callonnec *et al.*, 2013), comme la hausse de la part des énergies renouvelables ou la réduction de la part de la production d'électricité d'origine nucléaire, l'impact macroéconomique de la rénovation énergétique, la prospective macroéconomique à 10 ans estimée à partir d'enquêtes sectorielles.

ThreeME est un Modèle d'Équilibre Général Calculable (MEGC) d'inspiration néo-keynésienne. Il reprend donc les caractéristiques standard des modèles macroéconomiques néo-keynésiens. En particulier, il tient compte de l'inertie des processus d'ajustement des prix et des quantités. Les prix sont déterminés dans un cadre de concurrence imparfaite par maximisation du profit à long terme : le prix de chaque bien s'ajuste lentement à un prix désiré qui correspond à un taux de marge sur les coûts unitaires de production. Les salaires sont déterminés soit par une courbe de Phillips soit par une courbe Wage Setting (WS). Du fait de coûts d'ajustement, la demande de facteurs de production (capital, travail, consommations intermédiaires énergétiques et non-énergétiques) s'ajuste aussi progressivement au niveau désiré. Cette dernière est celle qui minimise les coûts de production pour une demande anticipée donnée. En cohérence avec la théorie keynésienne, le niveau de l'offre (production et importations) est donc déterminé par la demande. Conformément aux observations empiriques, les dépenses de

consommation finale s'ajustent progressivement vers un niveau désiré qui est déterminé par la cible de taux d'épargne des ménages.

À la différence de certains modèles uni-sectoriels d'inspiration néo-keynésienne de l'économie française, tels E-MOD (Chauvin *et al.*, 2002) ou MESANGE (Klein et Simon, 2010), ThreeME n'est pas un modèle à proprement parler économétrique puisque ces équations ne sont pas directement estimées économétriquement. Toutefois, les délais d'ajustement et le niveau des élasticités sont calibrés sur des estimations de la littérature économétrique. Par ailleurs, sa périodicité est annuelle alors qu'elle est trimestrielle pour des modèles tels que E-MOD ou MESANGE.

Comparé à la plupart des MEGC (e. g. Bovenberg et Mooij, 1994 ; Shoven et Whalley, 1994) qui postulent une parfaite flexibilité des prix et des quantités, ThreeME a pour objectif de représenter de manière plus réaliste le fonctionnement de l'économie en tenant compte explicitement de l'ajustement lent des prix et des quantités effectifs à leur niveau optimal. Le taux d'intérêt n'équilibre pas l'épargne et l'investissement. Il est fixé par les autorités monétaires (règle de Taylor). Dans ce cadre, l'offre de crédit est positivement corrélée à l'investissement qui lui-même dépend de la demande. Le stock de capital évolue de manière endogène. Tout cela autorise l'apparition d'équilibres de sous-emploi permanents ou transitoires (e. g. Benassy, 1975 ; Annicchiarico et Di Dio, 2015). Par rapport à la plupart des modèles macroéconomiques d'inspiration néo-keynésienne de l'économie française (E-MOD, MESANGE), ThreeME a l'avantage d'être multisectoriel à un niveau relativement détaillé. Cela est important pour l'analyse de toute politique économique ayant pour objectif de faire évoluer les comportements de production et de consommation, en modifiant les prix relatifs entre secteurs et produits, comme la fiscalité carbone.

Deux versions de ThreeME peuvent être simulées. La première est dite « standard » dans le sens où elle retient l'approche standard de la modélisation des comportements de consommation pour tous les biens. Les ménages maximisent une fonction d'utilité, croissante des quantités consommées de chaque bien, sous une contrainte de revenu. La consommation de chaque bien suit alors plus ou moins proportionnellement les évolutions du revenu en fonction des arbitrages entre consommation et épargne et entre biens de consommation. Dans la version dite « hybride », la quantité

d'énergie consommée n'est pas liée directement au revenu des ménages. Elle n'est pas désirée pour elle-même. Elle est assimilée à un bien complémentaire. Sa consommation dépend de l'évolution et de la nature du stock de capital (véhicules, immeubles, biens d'équipement). Par exemple, l'énergie utilisée pour les besoins du chauffage dépend du nombre de bâtiments existants et de la classe énergétique à laquelle ils appartiennent. Cette hypothèse empruntée aux modèles énergétiques « bottom-up » développés par les ingénieurs est plus réaliste que celle des MEGC (dit « top-down ») et reprise dans la version standard. En effet, elle permet de tenir compte du niveau de saturation, de la complémentarité de l'énergie avec d'autres biens (voitures, logements), mais aussi d'endogénéiser les mécanismes d'efficacité énergétique observés dans la consommation des ménages.

Le présent article analyse les propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME *via* l'analyse d'un cahier de variantes standard : les chocs simulés sont une hausse du prix du pétrole, une baisse des cotisations employeurs, une hausse de la TVA, une hausse des investissements publics et l'introduction d'une taxe carbone. Ces variantes sont standard et sont souvent retenues pour analyser et comparer les propriétés des modèles macroéconomiques (e. g. *Economie&Prévision*, 1998). Elles sont pertinentes pour analyser les propriétés générales des modèles mais aussi pour étudier les problèmes énergétiques et environnementaux. En effet, la réduction des cotisations employeurs ou la hausse des investissements publics en infrastructures de transport sont souvent citées comme des mesures d'accompagnement nécessaires de la fiscalité carbone. Pour bien comprendre l'effet global, il est important d'analyser dans un premier temps l'effet de chaque mesure isolée.

Cet exercice aide à comprendre les principaux mécanismes sous-jacents aux résultats obtenus par le modèle. Il est aussi utile pour mettre en évidence le rôle crucial des hypothèses de calibration relatives aux valeurs des élasticités mais aussi celui de la spécification de certaines équations (comme la formation des salaires ou la modélisation des comportements de consommation énergétique des ménages).

La section 1 fournit une courte description de ThreeME. En particulier, elle donne la spécification des principales équations du modèle de la version standard (sous-sections 1.1 à 1.7). Les modifi-

cations-clés apportées par la version hybride sont présentées dans la sous-section 1.8. Ensuite, les propriétés dynamiques et de long terme du modèle sont analysées (section 2) et les hypothèses-clés sous-jacentes aux résultats sont mises en avant. Les sous-sections 2.1 à 2.5 étudient les résultats dans le cas de la version standard. La sous-section 2.6 compare les résultats du modèle ThreeME standard avec ceux du modèle MESANGE dans le cas d'une hausse du prix du pétrole et une baisse des cotisations employeurs. La sous-section 2.7 compare les résultats obtenus avec les versions standard et hybride de ThreeME dans le cas d'une hausse du prix du pétrole et du gaz. La section 3 conclut.

1. ThreeME : une courte description

ThreeME est un modèle générique national en accès libre (*Open source*)². Initialement développé pour nourrir le débat sur des questions énergétiques, environnementales et climatiques en France, ThreeME est maintenant appliqué à d'autres pays tels que le Mexique (Landa Rivera *et al.*, 2016), l'Indonésie et les Pays-Bas. Conçu notamment pour évaluer les impacts économiques de politiques environnementales et énergétiques à moyen et long terme au niveau macroéconomique et sectoriel, ThreeME combine différentes caractéristiques (Callonnec *et al.*, 2013) :

- sa désagrégation sectorielle permet l'analyse des effets du transfert d'activité d'un secteur à un autre, notamment en termes d'emplois, d'investissement, de consommation d'énergie et de commerce extérieur ;
- la désagrégation énergétique permet l'analyse des comportements en matière de production et de consommation d'énergie. Les secteurs d'activité peuvent arbitrer entre différents investissements énergétiques : substitution entre capital, travail et énergie quand les prix relatifs changent, substitution entre sources d'énergie. Les ménages peuvent substituer entre sources énergétiques, entre modes de transport et entre types de biens ou services ;
- ThreeME est un MEGC. Plusieurs définitions d'un MEGC coexistent dans la littérature. La plus commune renvoie à un

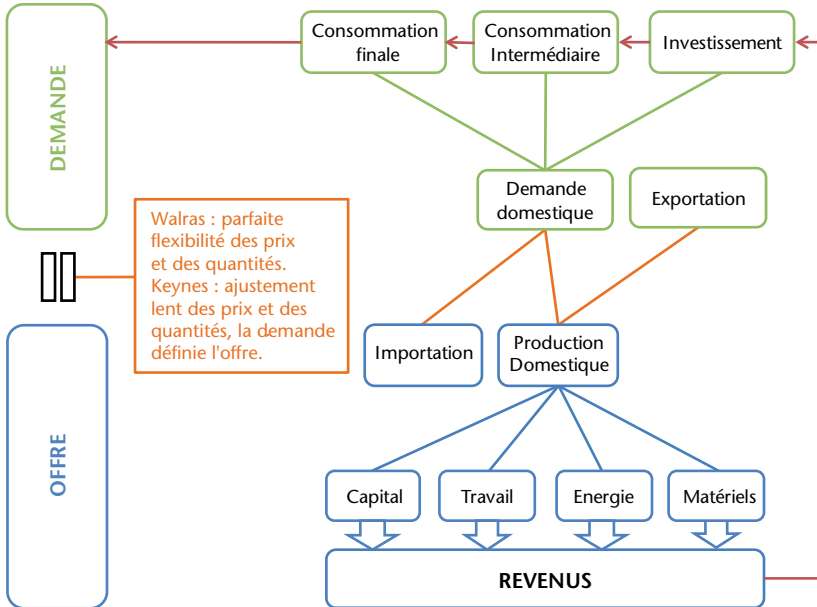
2. La version du modèle utilisée dans la présente étude est accessible sur le site de l'OFCE.

modèle faisant l'hypothèse introduite par Walras où les prix équilibrent instantanément l'offre et la demande sur tous les marchés : « Market clearing assumption » (Dixon et Jorgenson, 2013 ; Hosoe *et al.*, 2010 ; Shoven et Whalley, 1994). Nous retenons une définition plus large en définissant une modèle d'équilibre général par opposition à un modèle en équilibre partiel. Selon cette définition, un MEGC est un modèle macroéconomique qui prend en compte l'interaction et les effets de retour entre l'offre et la demande (voir graphique 1). Plusieurs règles de bouclage (« closing rule ») sont possibles. La plus commune est la règle de bouclage walrasienne où la parfaite flexibilité des prix et des quantités (facteur de production, consommation, etc.) assure l'équilibre entre l'offre et la demande. Des exemples de MEGC adoptant cette hypothèse sont ENV-Linkages (Chateau *et al.*, 2014) de l'OCDE, GEM-E3 (Capros *et al.*, 2013) et GTAP (Center for Global Trade Analysis – GTAP, 2014). Selon la règle de bouclage keynésienne, les prix sont rigides et n'équilibrent pas (du moins instantanément) l'offre et la demande. En cohérence avec la théorie keynésienne, l'égalité entre l'offre et la demande est satisfaite en supposant que la demande détermine l'offre. En d'autres termes, la loi de Say n'est pas respectée : ce ne sont pas les stocks de facteurs de production qui déterminent la demande, mais le contraire. Outre ThreeME, d'autres exemples de modèles adoptant une règle de bouclage keynésienne incluent les modèles économétriques tels que E-MOD, MESANGE, E3ME (Cambridge Econometrics, 2014), GINFORS (Lutz *et al.*, 2010), NEMESIS (ERASME, n.d.-b) ou les modèles de type DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium) (e. g. Smets et Wouters, 2003) ;

- comparé aux modèles énergétiques *bottom-up* en équilibre partiel comme MARKAL (Fishbone et Abilock, 1981) or LEAP (Heaps, 2008), ThreeME va au-delà d'une simple description de la dimension sectorielle et technologique, en la liant au système économique dans son ensemble ;
- ThreeME est un modèle néokeynésien. Comparé aux MEGC standard walrasien, les prix ne s'ajustent pas instantanément. Le modèle est dynamique, les prix et les quantités s'ajustent lentement. Cela a l'avantage de permettre des

situations d'équilibre de sous-emploi entre l'offre et la demande, particulièrement la présence du chômage involontaire. Ce cadre théorique est mieux adapté pour l'analyse des politiques économiques car il fournit des informations concernant la phase de transition des effets d'une politique (et pas seulement une analyse de long terme).

Graphique 1. Architecture d'un MEGC



Source : ThreeME, construction propre.

Par rapport à la plupart des modèles macroéconomiques d'inspiration néo-keynésienne de l'économie française, ThreeME a l'avantage d'être multisectoriel à un niveau relativement détaillé. Il dispose d'une segmentation en 37 secteurs économiques (voir tableau 1) dont 17 secteurs énergétiques et 5 secteurs de transport (transports ferroviaire, routier de voyageurs et de marchandises, par eau et aérien). Le secteur pétrolier est subdivisé en deux, pétrole et biocarburant ; celui de la production et distribution d'électricité en 8 technologies : nucléaire, centrale au fioul, centrale combinée gaz, centrale au charbon, éolien, solaire, hydraulique et cogénération. Enfin la production et distribution de gaz et de chaleur est assurée par 6 secteurs : gaz naturel, bois, biogaz, UIOM (Usine

d'Incinération des Ordures Ménagères), géothermie et cogénération. Ce niveau de détail est important pour l'analyse de toute politique économique ayant pour objectif de faire évoluer les comportements de production et de consommation, en modifiant les prix relatifs entre secteurs et produits.

Tableau 1. Désagrégation sectorielle du modèle ThreeME, répartition de la production par secteur

	Secteurs	PROD (%)	Secteurs	PROD (%)
INDUSTRIE	1. Agriculture, sylviculture et pêche	2,4	21. Extraction et agglomération de la houille (Charbon)	0,001
	2. Industrie agro-alimentaire	3,7	22. Raffinage et distribution de pétrole	
	3. Automobile	2,7	1. Pétrole	1,5
	4. Fabrication de verre et d'articles en verre	0,2	2. Biocarburants	0,0
	5. Fabrication de produits céramiques	0,6	23. Production et distribution de gaz	
	6. Papier et carton	0,6	1. Nucléaire	1,1
	7. Industrie chimique minérale	0,2	2. Centrale fioul	0,0
	8. Industrie chimique organique	0,7	3. Centrale combinée gaz	0,1
	9. Transformation des matières plastiques	0,8	4. Centrale charbon	0,1
	10. Sidérurgie et première transformation de métaux ferreux	0,7	5. Eolien	0,0
	11. Production de métaux non ferreux	0,4	6. PV	0,0
	12. Autres industries	13,5	7. Hydraulique	0,2
	13. BTP	7,0	8. Cogénération	0,0
TRANSPORT	14. Transports ferroviaires	0,3	24. Production et distribution de gaz	
	15. Transport routier de voyageurs	0,5	1. Gaz naturel	0,6
	16. Transport routier (ou par conduites) de marchandises	1,6	2. Bois énergie	0,1
	17. Transports par eau	0,4	3. Biogaz	0,0
	18. Transports aériens	0,6	4. UIOM	0,0
SERVICE	19. Services marchands	48,0	5. Géothermie	0,0
	20. Services non marchands	11,5	6. Cogénération	0,0

Source : INSEE, TES 2006. Construction propre des auteurs.

Comme tout MEGC, ThreeME comporte essentiellement deux types d'équations : des équations comptables et des équations de

comportement. Les équations comptables sont des identités comptables. Elles ne traduisent pas un comportement économique et ne sont donc pas dérivées d'une règle d'optimisation économique. Elles permettent de reproduire la contrainte d'équilibre comptable entre l'offre et la demande. Les équations comptables permettent de calculer des grandeurs économiques tels que le PIB, la consommation, l'investissement, etc., ainsi que les indices de prix correspondant. Afin d'obtenir des indices des prix, chaque variable est définie en valeur et en volume. Par définition, les indices de prix sont calculés comme des moyennes de prix pondérées par des volumes. Tous les prix sont fixés à l'unité pour l'année de base. L'ensemble des équations comptables de ThreeME est donné dans Callonnec *et al.* (2013). Dans la suite de cette section, nous revenons sur les principales équations de comportement.

1.1. Spécification des mécanismes d'ajustement

Contrairement aux modèles d'inspiration walrasienne qui postulent une égalité entre l'offre et la demande grâce à une parfaite flexibilité des prix et des quantités, ThreeME représente de manière plus réaliste le fonctionnement de l'économie en tenant compte explicitement de l'ajustement lent des prix et des quantités (facteurs de production, consommation). Dans ce cadre néokeynésien, des équilibres de sous-emploi permanents ou transitoires sont possibles et l'offre est déterminée par la demande.

ThreeME suppose que les niveaux effectifs des prix et des quantités s'ajustent progressivement à leur niveau notionnel³. Le niveau notionnel correspond au niveau optimal, désiré ou cible que l'agent économique en question (l'entreprise pour les prix et la demande de facteurs de production, le ménage pour la consommation, la Banque centrale pour le taux d'intérêt, etc.) choisirait en l'absence de contraintes d'ajustement. Ces contraintes sont principalement liées à des coûts d'ajustement, à des limites physiques ou temporelles et aux incertitudes. Formellement, nous supposons que le processus d'ajustement et des anticipations pour les prix et les quantités sont représentés par les équations suivantes :

3. Le terme de « notionnel » a été introduit par la théorie du déséquilibre (e. g. Benassy, 1975, 1976 ; Malinvaud, 1977, 1983) pour distinguer les grandeurs effectives des grandeurs optimales (notionnelles).

$$\ln(X_t) = \lambda_0^X * \ln(X_t^n) + (1 - \lambda_0^X) * (\ln(X_{t-1}) + \Delta \ln(X_t^e)) \quad (1)$$

$$\Delta \ln(X_t^e) = \lambda_1^X * \Delta \ln(X_{t-1}^e) + \lambda_2^X * \Delta \ln(X_{t-1}) + \lambda_3^X * \Delta \ln(X_t^n) \quad (2)$$

Où X_t est la valeur effective d'une variable donnée (e. g. le prix à la production, le travail, le capital, etc.), X_t^n est son niveau notionnel, X_t^e sa valeur anticipée à la période t et λ_i^X représente les différents paramètres d'ajustement (avec $\lambda_1^X + \lambda_2^X + \lambda_3^X = 1$).

L'équation (1) suppose un processus d'ajustement géométrique. La prise en compte des anticipations garantit que les variables effectives convergent vers les niveaux désirés à long terme. L'équation (2) suppose que les anticipations sont adaptatives (« backward-looking »). Notons que les équations (1) et (2) peuvent être reformulées comme un modèle à correction d'erreur utilisé dans les estimations économétriques afin de tenir compte du caractère non-stationnaire de certaines variables :

$$\Delta \ln(X_t) = \alpha_1 * \Delta \ln(X_{t-1}) + \alpha_2 * \Delta \ln(X_t^n) - \alpha_3 * \ln\left(\frac{X_{t-1}}{X_{t-1}^n}\right).$$

Pour cela, les contraintes suivantes doivent être appliquées :

$$\lambda_0^X = \alpha_3, \lambda_1^X = 0, \lambda_2^X = \alpha_1/(1 - \alpha_3), \lambda_3^X = (\alpha_2 - \alpha_3)/(1 - \alpha_3).$$

Notons que ThreeME n'est pas à proprement parler un modèle économétrique puisque les délais d'ajustement ainsi que le niveau des élasticités sont calibrés et non directement estimés. Toutefois, le paramétrage reprend les résultats d'estimations économétriques de la littérature. Ainsi les coefficients ci-dessus définissant les vitesses d'ajustement ont été calibrés de façon à reproduire les délais d'ajustement obtenus par les modèles économétriques de l'économie française MESANGE et E-MOD. Cet exercice a été réalisé pour la plupart des équations de comportement : par exemple, les équations de demande de facteurs de production, de consommation, de prix et de salaires.

Nous supposons également que les effets de substitution ($SUBST_X$) s'ajustent lentement aux effets de substitution notionnels ($SUBST_X^n$) :

$$SUBST_X_t = \lambda_4^X * SUBST_X_t^n + (1 - \lambda_4^X) * SUBST_X_{t-1} \quad (3)$$

Les trois équations ci-dessus représentent un riche ensemble d'ajustements puisqu'elles intègrent différents types de rigidité (sur les prix et les quantités, sur les anticipations et sur les mécanismes

de substitution). À titre d'illustration, nous présentons la spécification complète de la demande de travail (L). Par simplicité, l'indice sectoriel est omis. La demande de travail notionnelle (L^n) est déduite par minimisation des coûts de production (voir section 1.2). Elle dépend positivement du niveau de la production (Y), négativement du taux de progrès technique autonome sur le facteur travail ($PROG_L$) et d'un élément regroupant l'ensemble des phénomènes de substitution avec les autres facteurs de production ($SUBST_L$) :

$$\Delta \ln(L_t^n) = \Delta \ln(Y_t) - \Delta \ln(PROG_L_t) + \Delta SUBST_L_t \quad (4)$$

Nous introduisons une distinction entre les effets de substitution effective et notionnelle pour tenir compte du fait que la demande de travail réagit généralement plus rapidement à la variation du niveau de la production qu'aux phénomènes de substitution : alors qu'il est « physiquement » nécessaire d'augmenter l'emploi pour faire face à une hausse de la production, les substitutions impliquent des modifications de la structure de production dont la mise en œuvre prend plus de temps. La substitution effective s'ajuste donc progressivement à la substitution notionnelle ($SUBST_L^n$) qui dépend des prix relatifs entre les facteurs de productions :

$$\begin{aligned} \Delta SUBST_L_t^n = & -\eta^{LK} \varphi_{t-1}^K \Delta \ln(C_t^L/C_t^K) - \eta^{LE} \varphi_{t-1}^E \Delta \ln(C_t^L/C_t^E) \\ & -\eta^{LMat} \varphi_{t-1}^{Mat} \Delta \ln(C_t^L/C_t^{Mat}) \end{aligned} \quad (5)$$

Où η^{LK} , η^{LE} , η^{LMat} , sont les élasticités de substitution entre le travail et les autres facteurs de production, respectivement le capital, l'énergie et les matériaux (c'est-à-dire les consommations intermédiaires non-énergétiques). φ^K , φ^E , φ^{Mat} sont respectivement les parts du capital, de l'énergie et des matériaux dans les coûts de production. C^K , C^L , C^E , C^{Mat} sont respectivement les coûts unitaires de production du capital, du travail, de l'énergie et des matériaux. La section suivante donne plus d'information sur la dérivation des demandes de facteurs.

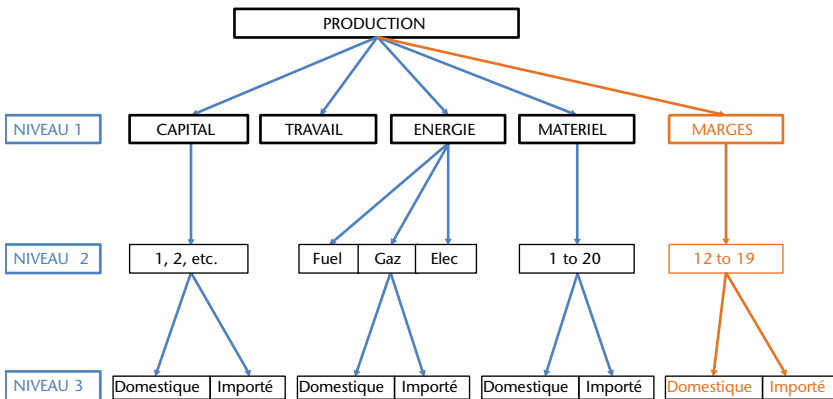
Enfin, les mécanismes d'ajustement étant définis selon les équations (1), (2) et (3), on obtient les trois relations suivantes :

$$\begin{aligned} \ln(L_t) &= \lambda_0^L * \ln(L_t^n) + (1 - \lambda_0^L) * (\ln(L_{t-1}) + \Delta \ln(L_t^e)) \\ \Delta \ln(L_t^e) &= \lambda_1^L * \Delta \ln(L_{t-1}^e) + \lambda_2^L * \Delta \ln(L_{t-1}) + \lambda_3^L * \Delta \ln(L_t^n) \quad (6) \\ SUBST_L_t &= \lambda_4^L * SUBST_L_t^n + (1 - \lambda_4^L) * SUBST_L_{t-1} \end{aligned}$$

1.2. La fonction de production et la demande de facteurs de production

La structure de production est décomposée en trois niveaux (voir graphique 2). Le premier suppose une fonction de production avec 4 facteurs de production, dite KLEM (capital, travail, énergie et matériel). Il intègre aussi un cinquième élément : les marges commerciales et de transport mais qui ne sont pas *stricto sensu* des facteurs de production puisqu'elles interviennent après le processus de production. Le second niveau correspond à la décomposition de l'investissement et de l'énergie par type de bien et/ou de source d'énergie selon le cas considéré. Dans le troisième niveau, chaque facteur de production peut soit être importé, soit produit localement. Les équations de demande de facteurs sont déduites d'un comportement de minimisation des coûts de production des entreprises. Nous supposons une fonction de production à rendements d'échelle constants plus générale que la fonction CES (Constant Elasticity of Substitution) dans la mesure où les élasticités de substitution peuvent différer entre les différents couples de facteurs de production (Reynès, 2011). Nous avons utilisé des élasticités de substitution assez conservatrices dans le sens où elles se situent dans la fourchette basse de la littérature. Elles sont présentées par niveau dans le tableau 2. Les élasticités entre capital et énergie ont été adaptées à partir des estimations faites pour le modèle NEMESIS (Boitier *et al.*, 2011).

Graphique 2. Structure de production



Source : ThreeME, construction propre.

Tableau 2. Valeurs des élasticités de substitution

Description	Valeur
Niveau 1: élasticités KLEM	
Entre Capital et Travail pour les secteurs non énergétiques	0,5
Entre Capital et Travail pour les secteurs énergétiques	0,3
Entre Capital et Energie :	
Agriculture et industrie agro-alimentaire	0,708
Automobile	0,050
Fabrication de verre et fabrication de produits céramiques	0,317
Papier et carton	0,157
Industrie chimique minérale et industrie chimique organique	0,862
Transformation de matières plastiques	0,093
Sidérurgie	0,609
Autres industries	0,760
BTP	0,306
Secteurs du transport	0,2
Services marchands et non marchands	0,4
Extraction et agglomération de la houille (charbon)	0,073
Secteurs énergétiques	0,0
Entre Travail et Energie dans les secteurs non énergétiques	0,1
Entre Travail et Energie dans les secteurs énergétiques	0,0
Entre Capital et Consommation Intermédiaire (CI)	0,0
Entre Travail et CI	0,15
Entre Energie et CI dans les secteurs non énergétiques	0,1
Entre Energie et CI dans les secteurs énergétiques	0,0
Niveau 2	
Entre type d'énergie dans les secteurs non énergétiques	entre 0,0 et 0,6
Entre type d'énergie dans les secteurs énergétiques	0,0
Entre Marge de Transport	0,3
Entre Biens d'investissement et Consommation intermédiaire	0,8
Niveau 3	
Élasticité de substitution d'Armington entre Biens domestiques et Biens importés	0,8
Entre Biens de consommation finale	0,5
Élasticité d'exportations	0,6

Source : ThreeME.

Le programme de minimisation des coûts de production aboutit aux équations de demande de facteurs notionnelles suivantes. Dans ThreeME, chaque activité économique est spécifiée de la sorte, mais par souci de simplicité l'indice sectoriel est ici omis :

$$\Delta \ln(FP_{j,t}^n) = \Delta \ln(Y_t) - \Delta \ln(PROG_FP_{j,t}) + \Delta SUBST_FP_{j,t} \quad (7)$$

$$\Delta SUBST_FP_{j,t}^n = - \sum_{\substack{j'=1 \\ j' \neq j}}^J \eta_{j,j'} \varphi_{j',t-1} \Delta \ln(C_{j',t}^{FP} / C_{j,t}^{FP}) \quad (8)$$

$$\text{avec} \quad \varphi_{j,t-1} = \frac{C_{j,t}^{FP} * FP_{j,t-1}}{\sum_j C_{j,t}^{FP} * FP_{j,t-1}} \quad \text{et} \quad j = \{ K, L, E, M \} \quad (9)$$

Où FP_j^m représente la demande notionnelle des facteurs j (KLEM), $\eta_{j,j'}$ l'élasticité de substitution entre les couples de facteurs de production j et j' , φ_j la part de la valeur des facteurs j , $PROG_FP_{j,t}$ le progrès technique du facteur de production j , C_j^{FP} le coût/prix du facteur j et Y la production du secteur considéré.

Conformément aux données de la comptabilité nationale, ThreeME suppose que chaque bien peut être produit par plusieurs secteurs, par exemple l'électricité peut être produite par plusieurs secteurs comme celui du nucléaire ou de l'éolien. La production de chaque secteur est définie par les équations suivantes :

$$Y_{c,a} = \varphi_{c,a} Y Q_c \quad (10)$$

$$Y_a = \sum_c Y_{a,c} \quad (11)$$

Où $Y Q_c$ est la production domestique agrégée du bien c . Elle est déterminée par la demande (consommation intermédiaire et finale, investissement, dépense publique, exportation et variation de stock). $\varphi_{c,a}$ est donc la part du bien c produite par le secteur a (avec $\sum_a \varphi_{c,a} = 1$) et Y_a est la production agrégée du secteur a .

1.3. Équation d'investissement et de capital

L'investissement dans ThreeME dépend de la production anticipée, de sa dynamique passée, de phénomènes de substitution et d'un mécanisme de correction qui garantit que les entreprises atteignent leur niveau de stock de capital notionnel à long terme. Le stock de capital est déduit de l'investissement selon l'équation standard d'accumulation du capital :

$$\begin{aligned} \Delta \ln(I A_t) = & \theta_1^{IA} * \Delta \ln(I A_{t-1}) + \theta_2^{IA} * \Delta \ln(Y_t^e) \\ & + \theta_3^{IA} (\ln(K_{t-1}^n) - \ln(K_{t-1})) + \Delta SUBST_K_t \end{aligned} \quad (12)$$

$$K_t = (1 - \delta^K) K_{t-1} + I A_t$$

Où IA est l'investissement, Y^e la production anticipée, K et K^n le stock de capital effectif et notionnel, $SUBST_K$ une variable regroupant les phénomènes de substitution, et δ^K le taux de dépréciation du capital. Par ailleurs, nous imposons la contrainte $\theta_1^{IA} + \theta_2^{IA} = 1$ afin de garantir l'existence d'un sentier de croissance équilibré.

Cette spécification constitue un compromis entre la dynamique de court terme observée empiriquement (Oliner *et al.*, 1995 ; Ducoudré *et al.*, 2015) et la cohérence du modèle à long terme. A l'instar des modèles E-MOD et MESANGE, il est commun d'estimer une équation d'investissement plutôt qu'une équation de stock de capital. Cela permet de mieux représenter la dynamique de l'investissement à court terme. En particulier cela évite les phénomènes de destruction du capital (investissement négatif) qui sont en pratique rares, les entreprises préférant généralement attendre la dépréciation technique de leur capital installé. À la différence d'E-MOD ou de MESANGE, nous supposons de plus que l'investissement dépend de l'écart entre le stock de capital effectif et notionnel. Ce terme garantit que le stock de capital effectif converge à long terme vers son niveau notionnel. Le modèle est alors cohérent à long terme avec la fonction de production qui lie les quantités produites au stock de capital (et non avec son flux).

1.4. Équation de salaire

La spécification de l'équation de salaire est controversée depuis la remise en cause de la courbe de Phillips par Layard *et al.* (1991) qui proposent de la remplacer par la courbe Wage-Setting (WS). Alors que la courbe de Phillips établit une relation entre le taux de croissance des salaires et le niveau du taux de chômage, la courbe WS établit une relation entre le niveau des salaires et le niveau du taux de chômage. Plusieurs études ont montré que les arguments théoriques et les estimations empiriques permettent difficilement de trancher entre les deux spécifications (e. g. Le Bihan et Sterdyniak, 1998 ; Blanchard et Katz, 1999 ; Heyer *et al.*, 2007). Pour autant, cette différence de spécification a des implications importantes sur la définition du taux de chômage d'équilibre (NAIRU) et donc sur la dynamique inflationniste et les propriétés de long terme d'un modèle macroéconomique (e. g. L'Horty et Thibault, 1998 ; Chagny *et al.*, 2002). Dans ThreeME, nous retenons une spécification générale qui englobe les courbes de Phillips et WS. Elle suppose que le salaire nominal notionnel (W_t^n) dépend positivement du prix à la consommation anticipé (P_t^e) et du progrès technique du travail ($PROG_L_t$) et négativement du taux du chômage (U_t) :

$$\begin{aligned} \Delta \ln(W_t^n) = & \rho_1^W + \rho_2^W * \Delta \ln(P_t^e) + \rho_3^W * \Delta \ln(PROG_L_t) \\ & - \rho_4^W U_t - \rho_5^W \Delta U_t \end{aligned} \quad (13)$$

Cette relation sera identique soit à la Courbe de Phillips, soit à la WS selon la valeur des coefficients retenue (Heyer *et al.*, 2007 ; Reynès, 2010). La courbe de Phillips correspond au cas où $\rho_4^w > 0$. Une valeur de $\rho_5^w > 0$ traduit des phénomènes d'hystérèse ou de persistance : les hausses de salaires ne dépendent pas seulement du niveau de l'emploi mais aussi de son évolution. La courbe WS suppose $\rho_4^w = 0$, ce qui peut être interprété comme un phénomène d'hystérèse total. Pour que le modèle ait un sentier de croissance équilibré à long terme, la courbe WS doit par ailleurs imposer les contraintes retenues par Layard *et al.* (2005) : une indexation unitaire des salaires sur les prix et la productivité ($\rho_2^w = \rho_3^w = 1$) et $\rho_1^w = 0$.

1.5. Équation de consommation

Dans la version standard du modèle, les décisions de consommation sont modélisées à travers une fonction d'utilité de type *Linear Expenditure System* (LES) généralisée au cas d'une élasticité de substitution entre les biens non-unitaires par Brown et Heien (1972). Les dépenses des ménages pour chaque bien évoluent (plus ou moins) proportionnellement avec leur revenu :

$$(EXP_c^n - NEXP_c).PEXP_c = \beta_c^{EXP} \left[(1 - MPS).DISPINC_VAL - \sum_c PEXP_c * NEXP_c \right]$$

$$\text{Avec } \sum_c \beta_c^{EXP} = 1 \quad (14)$$

Où $EXP_{c,h}^n$ correspond au volume de la consommation (dépense) notionnelle du bien c et $PEXP_c$ à son prix. $NEXP_c$ est le volume de dépense incompressible en bien c , $DISPINC_VAL$ est le revenu disponible des ménages et MPS leur propension marginale à épargner.

Dans le cas où les dépenses incompressibles sont nulles ($NEXP_c = 0$), les ménages ont pour objectif d'affecter une part β_c^{EXP} de leurs dépenses totales (en valeur), $(1 - MPS).DISPINC_VAL$, au bien c . Cette part est constante si l'élasticité de substitution entre les biens est unitaire (hypothèse de Cobb-Douglas). Dans ce cas (fonction d'utilité Cobb-Douglas sans dépense incompressible), les dépenses évoluent exactement proportionnellement au revenu. Dans le cas d'une fonction CES où l'élasticité de substitution est η^{LES_CES} , la propension marginale à dépenser varie en fonction des prix relatifs selon la spécification suivante :

$$\Delta \beta_{c,t}^{EXP} = (1 - \eta^{LES_CES}) * \Delta \frac{PEXP_{c,t}}{PEXP_t^{CES}} \quad (15)$$

$$PEXP_t^{CES} = \left(\sum_c \beta_{c,0}^{EXP} * PEXP_{c,t}^{(1-\eta^{LES_CES})} \right)^{\frac{1}{1-\eta^{LES_CES}}} \quad (16)$$

1.6. Équations des prix et du taux de marge

Le prix de production pour chaque secteur est défini en appliquant un taux de marge sur les coûts unitaires de production (travail, capital, énergie et autres consommations intermédiaires) :

$$PY_t^n = CU_t * (1 + TMD_t) \quad (17)$$

$$\Delta \ln(1 + TM_t^n) = \sigma^{TM} * (\Delta \ln(Y_t) - \Delta \ln(Y_{t-1})) \quad (18)$$

$$TMD_t = \lambda^{TM} * TM_t^n + (1 - \lambda^{TM}) * TM_{t-1} \quad (19)$$

Où PY_t^n est le prix notionnel, CU_t le coût unitaire de production et Y_t le niveau de la production. TMD_t et TM_t^n sont respectivement les taux de marge désiré et notionnel.

L'équation du prix notionnel relève d'un comportement économique : en supposant que la demande adressée à une entreprise est une fonction négative de son prix, on démontre facilement que le prix optimal correspond à un taux de marge sur le coût marginal de production. L'équation de taux de marge suppose que les rendements d'échelle sont décroissants à court terme. Dès lors, une hausse de la production non-anticipée entraîne une hausse du coût marginal de production et donc du prix notionnel.

Les autres prix sont définis de manière comptable à partir du prix à la production. Le prix domestique du bien c est une moyenne pondérée des prix de production des activités (indicées par a) produisant ce bien. Par exemple, le prix de l'électricité est une moyenne pondérée des prix des secteurs producteurs d'électricité. Le prix payé par l'utilisateur final (consommateur, gouvernement, secteur, reste de monde) intègre en plus les marges commerciales et de transport ainsi que les taxes nettes des subventions. Combiné aux prix des imports, nous obtenons le prix moyen pour chaque bien et service payé par chaque utilisateur final.

1.7. Équations du commerce extérieur

Les exportations sont déterminées par la demande externe adressée aux produits domestiques et le ratio entre le prix des exportations et les prix mondiaux :

$$\begin{aligned} \Delta \ln(X_{c,t}) &= \Delta \ln(WD_{c,t}) + \Delta SUBST_X_{c,t} \\ \Delta SUBST_X_{c,t}^n &= -\eta^X * \Delta \ln(P_{c,t}^X / P_{c,t}^W / TC_t) \end{aligned} \quad (20)$$

Où $WD_{c,t}$ est la demande mondiale, $P_{c,t}^W$ est son prix. Le prix des exportations, $P_{c,t}^X$, qui dépend du prix à la production, reflète la compétitivité-prix des produits domestiques. Aucun comportement de marge particulier aux produits exportés n'est postulé. TC_t est le taux de change, η^X est l'élasticité-prix (supposée constante).

Nous supposons une imparfaite substitution entre les produits domestiques et les produits importés (Armington, 1969) the country (or region. La demande des produits domestiques et importés s'écrit :

$$\begin{aligned} \Delta \ln(A_{c,t}^D) &= \Delta \ln(A_{c,t}) + \Delta SUBST_AD_{c,t} \\ \Delta SUBST_AD_{c,t}^n &= \eta_c^A * \Delta \ln(P_{c,t}^{AD} / P_{c,t}^{AM}) * \frac{P_{c,t-1}^{AM} * A_{c,t-1}^M}{P_{c,t-1}^A * A_{c,t-1}^D} \\ A_{c,t}^M &= A_{c,t} - A_{c,t}^D \end{aligned} \quad (21)$$

Où $A_{c,t}$ représente la demande pour chaque type d'utilisation (consommation intermédiaire, investissement, consommation, dépense publique, exportation, etc.), $P_{c,t}^A$ est le prix. $A_{c,t}^M$ et $A_{c,t}^D$ sont les importations et le produit domestique demandés par type d'utilisation A , $P_{c,t}^{AM}$ et $P_{c,t}^{AD}$ sont leur prix respectif. Nous supposons que les producteurs étrangers ajustent leur marge en fonction des évolutions des prix domestiques. Les élasticités de substitution η_c^A par type d'utilisation A d'un bien donné c peuvent potentiellement être différentes, ce qui autorise un degré de flexibilité important.

1.8. Principales équations du bloc hybride

La représentation standard du comportement d'optimisation du consommateur, intégrée dans la plupart des MEGC « top-down », suppose que la consommation d'énergie fournit une utilité directe. Elle est d'ailleurs intégrée dans une fonction d'utilité au même niveau que les autres biens. Cette hypothèse conduit à ce que la

consommation d'énergie des ménages évolue de manière plus ou moins proportionnelle à leur revenu (voir section 1.5).

Pourtant dans la réalité, la consommation d'énergie n'a aucune utilité en soi. Comme formalisée théoriquement par Lancaster (Lancaster, 1966a, 1966b) et appliquée dans certains modèles hybrides (Laitner et Hanson, 2006), les ménages ne consomment pas l'énergie pour son utilité directe, mais plutôt pour le service qu'elle fournit lorsque sa consommation est combinée à l'utilisation de biens d'équipement, comme une voiture ou un logement. En effet, il est inutile d'acheter de l'essence si l'on ne possède pas un véhicule.

Une représentation théorique plus réaliste consiste donc à supposer que l'énergie est un « input » utilisé en combinaison avec différents types de capital dans la fonction de production des ménages. Cela représente le fait que certains services sont produits directement (plutôt qu'achetés) par les ménages, comme les transports, par exemple. Les ménages peuvent acheter directement ce service au secteur du transport public. Alternativement, ils peuvent investir en capital *via* l'achat d'un véhicule et acheter la quantité d'essence nécessaire pour combler leurs besoins en mobilité. Nous avons explicitement défini une fonction de production pour les ménages avec deux principaux composants : les logements et les transports (voir graphique 3).

Nous supposons que les dépenses liées au logement et au transport sont prioritaires. Elles sont donc soustraites du revenu disponible. Pour les autres dépenses, nous supposons que les ménages maximisent une fonction d'utilité LES sous contrainte de revenu comme décrit dans la section 1.5. Le revenu considéré est le revenu disponible amputé des dépenses prioritaires. Dans cette section, nous présenterons les principales équations du bloc logement de la version hybride du modèle. Une présentation complète de ce bloc se trouve dans Callonnec *et al.* (2013).

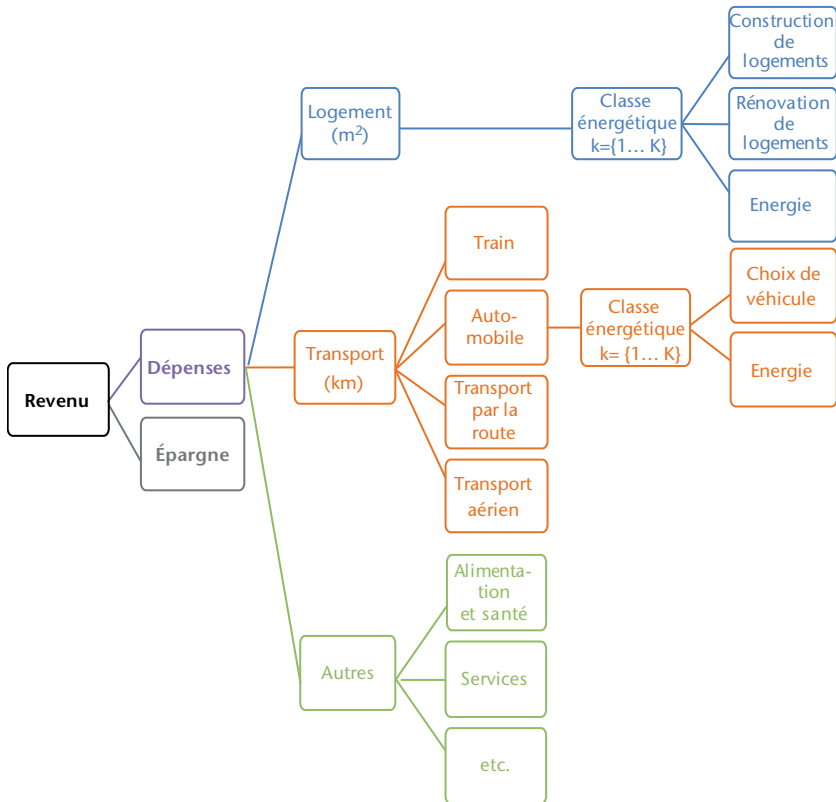
Nous différencions les logements selon leur efficacité énergétique par classe, $k = \{1, \dots, K\}$. Si $k > k'$, la classe k a une meilleure performance énergétique que la classe k' : sa consommation énergétique par m^2 est inférieure. Nous supposons que le stock de logements par classe k exprimé en m^2 est défini par la dynamique suivante :

$$\begin{aligned} \Delta BUIL_{k,t} = & \varphi_k^{NewBUIL} * (\Delta BUIL_t + BUIL_{0,t}) \\ & + \sum_{k'=1}^{k-1} REHAB_{k',k} - \sum_{k'=k+1}^K REHAB_{k,k'} \\ & - \sum_{k'=0}^{k-1} \delta_{k,k'}^{BUIL} * BUIL_{k,t-1} + \sum_{k'=k+1}^K \delta_{k',k}^{BUIL} * BUIL_{k',t-1} \end{aligned} \tag{22}$$

$$BUIL_{0,t} = \sum_k \delta_{k,0}^{BUIL} * BUIL_{k,t-1} \tag{23}$$

$$\Delta \ln(BUIL_t) = \Delta \ln(POP_t) + \Delta \ln(M2PERCAPITA_t) \tag{24}$$

Graphique 3. Structure de la dépense des ménages



Source : ThreeMe, construction propre.

Où $BUIL_{k,t}$ est le stock de logements de la classe k , $BUIL_t$ dans l'équation (24) est le total du stock de logements qui dépend de l'évolution de la population (POP_t) et du nombre de m² par habitant ($M2PERCAPITA_t$), $BUIL_{0,t}$ est le stock de logements détruit dans la période précédente et reconstruit dans la période courante. $\varphi_k^{NewBUIL}$ est la part de nouveaux logements construits avec le label de la classe k ($\sum_k \varphi_k^{NewBUIL} = 1$). $REHAB_{k,k'}$ est le nombre de m² réhabilités de la classe k à la classe k' (avec $k < k'$ and $REHAB_{k,k'} = 0$), $\delta_{k,k'}^{BUIL}$ est le taux de dépréciation (déclassement) de la classe k' à la classe k (avec $k' > k$).

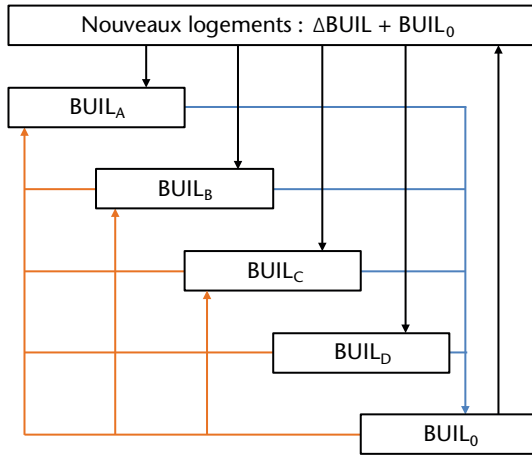
L'équation (22) suppose qu'à chaque période t , le stock de logements de la classe k :

- augmente de la quantité de nouveaux logements (re-)construits dans la classe k : $\varphi_k^{NewBUIL} * \Delta BUIL_t + BUIL_{0,t}$;
- augmente de la quantité de logements réhabilités d'une classe inférieure vers la classe k : $\sum_{k'=1}^{k-1} REHAB_{k',k}$;
- augmente de la quantité de logements déclassés des classes supérieures à k : $\sum_{k'=k+1}^K \delta_{k',k}^{BUIL} * BUIL_{k',t-1}$;
- diminue de la quantité de logements k réhabilités vers une classe supérieure à k : $\sum_{k'=k+1}^K REHAB_{k,k'}$;
- diminue de la quantité de logements k déclassés vers une classe inférieure à k : $\sum_{k'=0}^{k-1} \delta_{k,k'}^{BUIL} * BUIL_{k,t-1}$ où la « classe 0 » se réfère aux logements détruits.

Cette dynamique du stock de logements est schématisée dans le graphique 4. Les lignes bleues représentent le mécanisme de déclassement. Au fil du temps, les logements des classes énergétiques supérieures deviennent moins efficaces et sont déclassés graduellement jusqu'à ce qu'ils soient éventuellement détruits ($BUIL_0$). Les lignes oranges représentent le mécanisme de réhabilitation : en investissant dans la rénovation, les ménages ont la possibilité d'augmenter l'efficacité énergétique de leur logement. Finalement, les lignes noires définissent les processus de (re-)construction. De nouveaux logements sont construits parce que le total du parc de logements augmente de $\Delta BUIL$ et que les logements détruits ($BUIL_0$) sont reconstruits.

À chaque période, une partie des logements de la classe k est réhabilitée :

Graphique 4. Dynamique du stock de logements



Source : ThreeMe, construction propre.

$\tau_k^{REHAB} = \sum_{k'=k+1}^K REHAB_{k,k'} / BUIL_k$. Cette part n'est pas constante dans le temps, elle augmente avec la hausse du prix de l'énergie qui encourage la rénovation de logements. τ_k^{REHAB} dépend du coût d'usage du logement et des exigences imposées d'efficacité énergétique (τ_k^{REHAB*} , qui est exogène). Cela nous donne la spécification suivante :

$$\Delta \tau_k^{REHAB} = \Delta \tau_k^{REHAB*} + \eta_k * \ln(PAYBACK_k)$$

$$PAYBACK_k = \frac{UC_k^{K,REHAB} - UC_k^K}{UC_k^E - UC_k^{E,REHAB}} \tag{25}$$

Où $PAYBACK_k$ est le temps de retour de l'investissement de rénovation énergétique pour les logements de classe k . Il correspond au ratio entre le surcoût d'investissement lié à la rénovation et le montant de la baisse de la facture énergétique. Le surcoût d'investissement correspond à l'écart entre les coûts d'usage du logement si le logement est réhabilité ($UC_k^{K,REHAB}$) et s'il ne l'est pas (UC_k^K). La baisse de la facture énergétique correspond à l'écart entre des coûts d'usage énergétique des logements non-rénovés (UC_k^E) et rénovés ($UC_k^{E,REHAB}$). Ces coûts d'usage énergétique sont définis sur toute la durée de vie de l'investissement et intègre donc le taux de croissance anticipé du prix de l'énergie.

Comme expliqué précédemment, un logement d'une classe donnée k peut être réhabilité de diverses manières correspondant à différentes classes supérieures. Il serait donc logique de supposer que le choix entre les classes supérieures soit endogène et qu'il dépende des coûts relatifs de chaque option de rénovation. Cependant, faute de données, il est difficile de modéliser et de calibrer ce type d'arbitrage. De plus, ce choix est fortement déterminé par les standards techniques de rénovation, ce qui limite l'influence des prix relatifs. C'est pourquoi, nous supposons que cet arbitrage est exogène, c'est-à-dire que la part des logements de classe k réhabilités en classe k' ($\varphi_{h,k,k'}^{REHAB}$) est exogène :

$$REHAB_{k,k'} = \varphi_{k,k'}^{REHAB} * \tau_k^{REHAB} * BUIL_{k,t-1} \quad (26)$$

$$\sum_{k'} \varphi_{k,k'}^{REHAB} = 1$$

La consommation énergétique est déterminée par la dynamique du parc immobilier puisqu'elle dépend du nombre de m^2 total mais aussi de la classe énergétique à laquelle appartiennent les logements : la consommation par m^2 diffère entre les classes.

La modélisation du transport automobile et des consommations énergétiques associées est similaire à celle du logement. La dynamique du stock de véhicules est toutefois plus simple puisque la rénovation énergétique des véhicules n'est pas possible et que nous supposons l'absence de déclassement énergétique (pour plus de détails voir Callonnec *et al.*, 2013).

2. Propriétés dynamiques et de long terme

ThreeME est un modèle de type néo-keynésien car il prend en considération des phénomènes de viscosité dans les dynamiques d'ajustement des prix ou des quantités. Néanmoins à long terme, le modèle est de type néoclassique dans le sens où il converge vers un sentier de croissance équilibré « à la Solow » (1956) : tous les volumes (PIB, production, consommation, capital, etc.) croissent à un taux constant égal à la somme des taux de croissance de la population et de la productivité du travail et tous les prix croissent au rythme de la cible d'inflation.

Pour que le modèle converge vers un tel long terme, plusieurs conditions relatives à l'évolution des variables exogènes sont

nécessaires : la population, le progrès technique, la demande extérieure et les prix étrangers doivent croître à un taux constant ; les parts (du travail et du capital dans la production, des importations, etc.) et les taux (de participation, d'imposition, d'intérêt, de dépréciation du capital, etc.) ne doivent pas être affectés par des tendances exogènes. Par ailleurs, des conditions d'homogénéité relatives à la spécification des équations doivent être satisfaites. Il s'agit de garantir que la spécification de chaque équation est compatible avec la représentation d'un long terme équilibré. Ainsi la fonction de production doit être homogène de degré 1 (rendement d'échelle constant) pour que la production croisse à long terme comme la somme des taux de croissance de la population et de la productivité du travail. Deux équations définissant la même variable à long terme doivent être cohérentes. Par exemple, le salaire réel est défini à la fois par l'équation de prix et l'équation de salaire. Pour que le taux d'inflation soit stable, il faut qu'à long terme le salaire réel croisse comme la productivité du travail, ce qui implique que le taux de chômage d'équilibre soit constant à long terme. Comme mentionné précédemment, dans le cas d'une courbe WS, il faut imposer une indexation unitaire des salaires sur les prix et la productivité du travail.

Alors que les contraintes d'homogénéité rendent possible l'existence d'un sentier de long terme équilibré, elles ne garantissent pas que la dynamique du modèle converge vers ce long terme. Pour cela, des contraintes dynamiques sont nécessaires. Ainsi, suite à un choc, un mécanisme de correction doit garantir la convergence vers un nouvel équilibre. Dans *ThreeME*, la régulation du système passe en partie par le commerce extérieur. Par exemple, un choc de demande positif entraînera une baisse du chômage et une hausse de l'inflation. La baisse de compétitivité par rapport au reste du monde enrayera progressivement l'effet positif, faisant converger le modèle vers un nouvel équilibre. Pour que ce mécanisme apparaisse, les élasticités de substitution entre produits domestiques et étrangers doivent respecter la théorie des élasticités critiques ou conditions de Marshall-Lerner⁴.

Dans cette section, les propriétés dynamiques et de long terme du modèle sont analysées. Pour cela, nous réalisons volontairement des variantes dites « naïves » dans le sens où nous omettons certains effets indirects qui pourraient être pris en compte mais qui

compliqueraient l'analyse des résultats. Cela permet de mieux mettre en évidence les mécanismes et les hypothèses-clés sous-jacents aux résultats, tels que la définition de l'équation de salaire (courbe WS versus courbe de Phillips). Les sous-sections 2.1 à 2.5 étudient les résultats dans le cas de la version standard du modèle selon deux spécifications de l'équation de salaire : une courbe WS et une courbe de Phillips. Pour chaque variante, les résultats avec les deux spécifications sont très similaires à l'horizon de moyen terme (10 ans). Pour cet horizon, nous ne commenterons donc que les chiffres obtenus avec la courbe WS, le raisonnement pouvant être répliqué pour la courbe de Phillips. Pour le long terme (ici approché à 35 ans), les résultats des deux courbes seront commentés. La sous-section 2.6 compare les résultats du modèle ThreeME standard avec ceux du modèle MESANGE dans le cas d'une hausse du prix du pétrole et d'une baisse des cotisations sociales employeurs. Pour ce même choc, la sous-section 2.7 compare les résultats obtenus avec les versions standard et hybride de ThreeME.

2.1. Hausse permanente du prix du pétrole et du gaz de 10 %

La hausse du prix des énergies fossiles est à la fois un choc d'offre et un choc de demande. Un choc d'offre puisqu'une hausse du prix du pétrole et du gaz accroît les coûts de production des entreprises et un choc de demande car elle réduit le pouvoir d'achat des ménages. Ce choc inflationniste par la hausse du prix des importations entraîne une baisse de l'activité (voir tableau 3). À l'horizon de 10 ans, la hausse du prix des imports (+1,63 % par rapport au scénario de référence) s'est largement transmise au prix nationaux : les prix de consommation, de production et d'exportation augmentent respectivement de 0,76 %, 0,69 % et 0,78 %. L'augmentation de l'inflation détériore la compétitivité-prix, ce qui a un effet

4. Les conditions de Marshall-Lerner stipulent que la somme des élasticités des exportations et de celles des importations doit être supérieure à 1 de façon à ce qu'une appréciation du taux de change réel entraîne une dégradation de la balance commerciale en valeur. Un autre mécanisme peut passer par la politique monétaire et un comportement patrimonial des ménages. La hausse de l'inflation entraîne une hausse du taux d'intérêt qui en retour a un effet négatif sur la demande *via* la hausse du taux d'épargne et la baisse de l'investissement des entreprises. Dans cette étude, ce mécanisme n'est pas activé car nous supposons le taux d'intérêt et le taux d'épargne désiré constants. Pour plus de détails sur les contraintes de long terme voir l'Annexe A de Callonnet *et al.* (2013).

négatif permanent sur les exportations, $-0,07\%$ la troisième année et $-0,15\%$ la cinquième année. Le PIB chute de $0,30\%$ à la suite de la baisse de la consommation des ménages ($-0,53\%$), de l'investissement ($-0,20\%$) et des exportations ($-0,30\%$).

Du fait de la hausse du taux de chômage ($+0,28$ point), les salaires nominaux s'ajustent imparfaitement au prix, le salaire réel diminue ($-0,49\%$) et le pouvoir d'achat des ménages se dégrade, amplifiant l'effet récessif sur la consommation de ménages. La baisse de l'activité entraîne (mais est aussi renforcée par) la baisse de l'investissement et l'emploi (63 000 salariés en moins). L'investissement baisse moins que le PIB et la production (résultat non montré) car les entreprises substituent du capital à leur consommation d'énergie.

L'amplitude et la persistance du choc à long terme va dépendre des hypothèses prises en compte dans la spécification de l'équation de salaire. Avec une courbe « Wage-Setting » (WS), le taux de chômage d'équilibre augmente de manière permanente à la suite d'une hausse du prix des énergies fossiles alors que cette hausse n'est que transitoire avec une courbe de Phillips (voir e. g. L'Horty et Thibault, 1998 ; Blanchard et Katz, 1999 ; Chagny *et al.*, 2002). Aussi voyons-nous dans le tableau 3, que l'augmentation du taux de chômage à 35 ans est de $0,28$ point avec une courbe WS et de 0 point avec une courbe de Phillips.

Afin de vérifier la stabilité de la dynamique du modèle et que l'horizon de 35 ans fournit une bonne approximation du long terme, le graphique 5 présente les résultats de simulation du même choc à l'horizon de 100 ans. Avec une courbe WS, la hausse du chômage est permanente alors que le taux de chômage retourne à son niveau initial avec une courbe de Phillips au bout de 30 ans environ. La hausse du chômage parvient à stabiliser la hausse des prix avec une courbe WS alors qu'elle renverse la dynamique inflationniste dans le cas d'une courbe de Phillips, de sorte que le prix à la consommation baisse à long terme. La hausse du chômage a un impact plus fort sur l'inflation avec une courbe de Phillips car le taux de croissance des salaires dépend négativement du niveau du taux de chômage et pas seulement de sa variation comme dans le cas d'une courbe WS.

Tableau 3. Hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz, courbe WS et courbe de Phillips

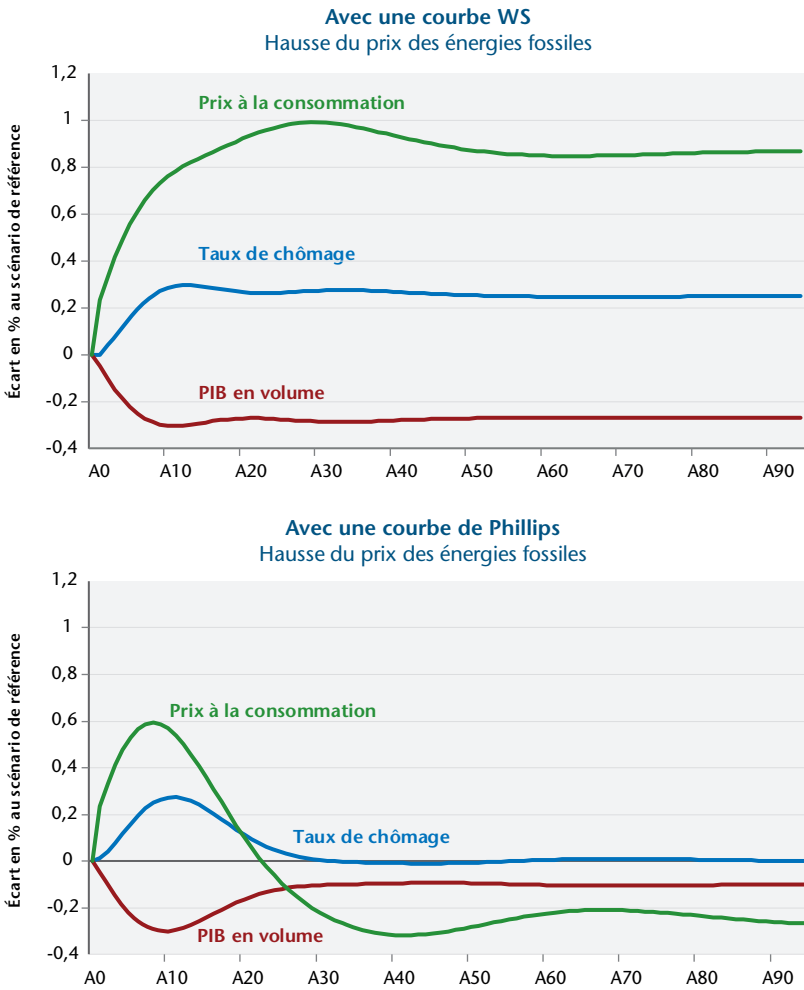
Hausse permanente de 10 % des prix du pétrole et du gaz		ThreeME STANDARD (WS)					ThreeME STANDARD (COURBE PHILLIPS)				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	-0,05	-0,15	-0,22	-0,30	-0,28	-0,05	-0,15	-0,23	-0,30	-0,10
VA du secteur marchand	(a)	-0,03	-0,13	-0,21	-0,30	-0,28	-0,03	-0,14	-0,22	-0,30	-0,06
Consommation des ménages	(a)	-0,11	-0,33	-0,45	-0,53	-0,39	-0,11	-0,33	-0,47	-0,57	-0,51
Investissement	(a)	0,00	-0,05	-0,10	-0,20	-0,14	0,00	-0,05	-0,11	-0,21	0,08
Investissement des SNF et EI*	(a)	0,00	-0,06	-0,13	-0,25	-0,17	0,00	-0,06	-0,14	-0,26	0,13
Exportations	(a)	-0,01	-0,07	-0,15	-0,30	-0,49	-0,01	-0,07	-0,14	-0,24	0,22
Importations	(a)	-0,10	-0,29	-0,40	-0,48	-0,38	-0,10	-0,29	-0,41	-0,52	-0,51
Revenu disponible réel des ménages	(a)	-0,18	-0,38	-0,47	-0,51	-0,39	-0,18	-0,38	-0,48	-0,55	-0,51
Taux d'épargne	(b)	-0,07	-0,04	-0,01	0,02	0,00	-0,07	-0,05	-0,01	0,02	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,23	0,42	0,56	0,76	0,97	0,23	0,41	0,53	0,57	-0,29
Prix de production marchande	(a)	0,13	0,32	0,47	0,69	0,91	0,13	0,32	0,44	0,48	-0,45
Prix des exportations	(a)	0,18	0,40	0,57	0,78	0,99	0,18	0,40	0,54	0,60	-0,24
Prix des importations	(a)	1,39	1,46	1,53	1,63	1,73	1,39	1,46	1,52	1,55	1,18
Salaire réel net	(a)	-0,24	-0,33	-0,38	-0,49	-0,46	-0,24	-0,34	-0,42	-0,66	-0,80
Coût réel du travail	(a)	-0,14	-0,23	-0,30	-0,42	-0,41	-0,14	-0,25	-0,34	-0,58	-0,64
Emploi salarié en milliers	(d)	-3	-19	-37	-63	-67	-3	-19	-38	-61	0
Taux de chômage	(b)	0,01	0,08	0,16	0,28	0,28	0,01	0,08	0,16	0,27	0,00
Balance commerciale	(c)	-0,32	-0,24	-0,20	-0,19	-0,24	-0,32	-0,24	-0,20	-0,19	-0,20
Solde primaire	(c)	-0,05	-0,17	-0,22	-0,26	-0,23	-0,05	-0,17	-0,22	-0,25	-0,16
Emissions	(a)	-0,59	-1,42	-1,82	-2,10	-1,97	-0,59	-1,42	-1,83	-2,15	-2,10

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

* SNF (Sociétés non financières) et EI (Entreprises individuelles).

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

Graphique 5. Hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz, courbe WS et courbe de Phillips



Source : ThreeME, calcul des auteurs.

Il est important de rappeler que cette variante de hausse de 10 % du prix du pétrole et du gaz est parfois qualifiée de « naïve » ou « d’analytique » car les prix étrangers et la demande mondiale sont supposés inchangés. Or l’augmentation du cours des énergies fossiles a aussi un effet inflationniste sur l’activité dans le reste du monde. D’un côté, nous exagérons la perte de compétitivité de la France et donc la dégradation de la balance commerciale associée.

D'un autre, nous surestimons le dynamisme de la demande mondiale adressée à la France et sous-estimons l'inflation importée et donc l'activité économique. Le bilan de ces effets sur l'économie française sont difficiles à mesurer même avec un modèle multinational car il dépend de beaucoup de paramètres souvent incertains : niveau des élasticités de substitution des équations de commerce extérieur, utilisation des revenus pétroliers, effets sur le taux de change, etc. Un exercice de variante dite « naïve » reste donc pertinent du fait de l'incertitude entourant ces effets de second tour mais aussi car il permet de mettre en évidence certains mécanismes fondamentaux du modèle.

2.2. Baisse permanente de 1 % de PIB des cotisations employeurs

Nous simulons maintenant une baisse des cotisations sociales employeurs de 1 point de PIB (voir tableau 4), soit une baisse de 7,4 % du taux de cotisations apparent de l'ensemble des branches d'activité. La baisse du coût du travail induite par ce choc va jouer à plusieurs niveaux. En premier lieu sur le niveau des prix en diminuant le coût de production, ce qui va conduire à une hausse du revenu disponible réel des ménages et donc de la consommation. La baisse concomitante du taux de chômage de 0,07 point la première année et de 0,68 point à 5 ans est due à l'effet de relance sur la demande mais aussi au changement des prix relatifs entre les facteurs de production qui se traduit par des substitutions favorables à l'emploi. Ces effets sont similaires à court et moyen terme avec une courbe WS et une courbe de Phillips.

La baisse du coût du travail et donc des coûts de production améliore aussi la compétitivité des entreprises. Cela se traduit par une augmentation des exportations (+0,38 % à 5 ans). La baisse des importations n'est pas visible car l'effet (négatif) de substitution entre produits nationaux et étrangers est contrebalancé par l'effet (positif) de revenu consécutif à la hausse de la demande nationale. Si l'amélioration de la compétitivité entraîne une amélioration de la balance commerciale en volume (non reportée dans le tableau 4), la balance commerciale en valeur diminue du fait de la détérioration des termes de l'échange : la France vend plus, mais moins cher.

Tableau 4. Baisse permanente de 1 % du PIB des cotisations sociales employeurs, courbe WS et courbe de Phillips

Baisse permanente de 1 % de PIB des cotisations employeurs		ThreeME STANDARD (WS)					ThreeME STANDARD (COURBE DE PHILLIPS)				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	0,12	0,48	0,74	0,92	0,73	0,12	0,49	0,76	0,92	0,15
VA du secteur marchand	(a)	0,14	0,56	0,86	1,07	0,85	0,14	0,56	0,88	1,06	0,16
Consommation des ménages	(a)	0,19	0,77	1,17	1,41	1,13	0,19	0,78	1,21	1,56	1,54
Investissement	(a)	0,02	0,27	0,57	0,95	0,72	0,02	0,28	0,59	1,00	0,02
Investissement des SNF et EI	(a)	0,05	0,38	0,75	1,23	0,95	0,05	0,39	0,77	1,27	0,00
Exportations	(a)	0,06	0,22	0,38	0,49	0,38	0,06	0,22	0,35	0,27	-1,86
Importations	(a)	0,05	0,32	0,56	0,78	0,61	0,05	0,33	0,59	0,93	1,05
Revenu disponible réel des ménages	(a)	0,31	0,91	1,22	1,35	1,12	0,31	0,93	1,28	1,51	1,54
Taux d'épargne	(b)	0,11	0,13	0,05	-0,06	0,00	0,11	0,14	0,06	-0,05	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	-0,35	-0,75	-0,92	-0,78	-0,66	-0,34	-0,73	-0,83	-0,13	3,30
Prix de production marchande	(a)	-0,41	-0,86	-1,04	-0,88	-0,75	-0,40	-0,84	-0,94	-0,16	3,55
Prix des exportations	(a)	-0,32	-0,71	-0,90	-0,80	-0,67	-0,31	-0,70	-0,82	-0,19	3,23
Prix des importations	(a)	-0,14	-0,32	-0,40	-0,37	-0,30	-0,14	-0,31	-0,37	-0,10	1,44
Salaire réel net	(a)	0,40	0,86	1,17	1,67	1,43	0,40	0,90	1,32	2,27	2,45
Coût réel du travail	(a)	-1,26	-0,76	-0,43	0,03	-0,22	-1,26	-0,72	-0,30	0,55	0,44
Emploi salarié en milliers	(d)	18	88	159	228	191	18	89	160	219	-18
Taux de chômage	(b)	-0,07	-0,36	-0,68	-1,04	-0,79	-0,07	-0,36	-0,68	-1,01	0,09
Balance commerciale	(c)	-0,05	-0,14	-0,19	-0,20	-0,17	-0,05	-0,14	-0,19	-0,20	-0,30
Solde primaire	(c)	-0,45	-0,28	-0,16	-0,05	-0,15	-0,45	-0,28	-0,16	-0,07	-0,38
Emissions	(a)	0,07	0,38	0,65	0,90	0,71	0,07	0,39	0,69	1,06	1,12

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

À long terme, l'effet favorable sur la compétitivité et l'emploi est permanent avec une courbe WS alors que l'effet est transitoire avec une courbe de Phillips. Cela vient du fait que la baisse du taux de chômage d'équilibre est permanente dans la cas d'une courbe WS alors qu'elle est transitoire avec une courbe de Phillips (voir Chagny *et al.*, 2002). Avec une courbe de Phillips, la baisse du chômage en dessous de son niveau d'équilibre de long terme entraîne une hausse de l'inflation qui à terme annule les bénéfices sur la compétitivité et l'activité.

2.3. Hausse permanente de la taxe carbone correspondant la première année à 1 % du PIB « ex ante »

Nous supposons que la France introduit une taxe carbone de 1 % de PIB de façon unilatérale et sans aucun ajustement aux frontières. Nous considérons deux cas : sans ou avec redistribution des recettes de la taxe carbone. Les recettes de la taxe, qui ne sont pas redistribuées, sont affectées intégralement à la réduction du déficit. Le taux de la taxe est calculé sur la base du contenu en carbone de chaque type d'énergie, ce qui équivaut à un prix de 44 euros par tonne de CO₂. Ce type de politique a pour principal objectif de réduire les émissions de dioxyde de carbone et donc la demande en énergie fossile.

L'instauration de la taxe carbone sans distribution de recettes entraîne une élévation du prix des énergies fossiles dont les effets macroéconomiques sont proches d'une hausse du prix du pétrole. Toutefois, à la différence de cette dernière, l'instauration de la taxe réduit le déficit public. Cette réduction diminue au cours du temps (0,75 point de PIB la première année contre 0,34 la cinquième année) du fait de l'effet négatif sur l'activité économique et de la réduction de l'assiette de la taxe (réduction des émissions). La hausse du prix à la consommation, de plus de 1 % à partir de la troisième année, a un impact négatif sur la consommation des ménages. Etant donné que nous supposons que le reste du monde ne suit pas la même politique, la France essuie une perte de compétitivité due au renchérissement des coûts de production et donc des prix nationaux. Cela se traduit par une chute des exportations.

En raison de l'effet multiplicateur négatif, l'impact récessif est renforcé par la baisse de l'investissement qui diminue de 0,38 % la

cinquième année. Avec la baisse de l'activité, l'emploi diminue de 106 000.

À long terme, la hausse du chômage est permanente avec la courbe WS alors qu'elle n'est que transitoire avec une courbe de Phillips. Ce résultat provient du fait que la hausse de la fiscalité entraîne une hausse permanente du taux de chômage d'équilibre seulement dans le cas d'une courbe WS.

La taxe carbone accompagnée d'une redistribution intégrale des recettes, *via* une diminution de l'impôt sur le revenu des ménages et une baisse de cotisations employeurs des entreprises⁵, peut au contraire avoir un effet positif sur l'activité. Les résultats macroéconomiques d'une telle variante sont résumés dans le tableau 6.

Lors de la première année de la mise en place de la taxe, le prix à la consommation augmente de 0,59 % et la consommation finale affiche une légère amélioration de 0,1 % imputable à l'augmentation du pouvoir d'achat des ménages, dont le revenu disponible réel augmente du fait de la redistribution des recettes de la taxe, mais aussi parce que la mesure a des effets positifs sur l'emploi : l'allègement du coût du travail et le renchérissement des coûts des autres facteurs de production stimulent la demande en main-d'œuvre. Ainsi la baisse marquée du coût réel du travail de 0,96 % la première année se traduit par une substitution en faveur du facteur travail. De son côté, l'investissement productif réagit de la même manière que la consommation finale. L'effet sur le PIB est donc positif, il augmente de 0,13 % par rapport au sentier de référence.

Entre 3 et 5 ans, les effets positifs de la redistribution s'accroissent et un cercle vertueux de croissance et de baisse du chômage s'amorce. Le PIB progresse plus vite du fait des effets multiplicateur et accélérateur. Il atteint un niveau de 0,30 % supérieur à celui du compte central la cinquième année. Ce transfert de fiscalité, neutre *ex ante*, réduit le déficit *ex post* du fait de la hausse de l'activité. La baisse durable des importations en dépit de la hausse de l'activité reflète le fait que la France est un importateur net d'énergies fossiles. Elle permet une hausse de la balance commerciale.

5. La taxe carbone payée par les ménages est distribuée dans son intégralité à travers une diminution du taux de l'impôt sur le revenu. La taxe carbone payée par les secteurs d'activité est aussi distribuée dans sa totalité à travers une réduction du taux moyen de cotisations employeurs.

Tableau 5. Hausse permanente de la taxe carbone correspondant la première année à 1 % du PIB en volume « ex ante » sans distribution, courbe WS vs. courbe de Phillips

Hausse permanente de 1 % de PIB du montant de la taxe carbone sans distribution		ThreeME STANDARD (WS)					ThreeME STANDARD (COURBE DE PHILLIPS)				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	-0,12	-0,37	-0,57	-0,80	-0,71	-0,12	-0,38	-0,58	-0,79	-0,19
VA du secteur marchand	(a)	-0,15	-0,40	-0,62	-0,88	-0,78	-0,15	-0,41	-0,64	-0,87	-0,17
Consommation des ménages	(a)	-0,36	-0,84	-1,13	-1,38	-1,08	-0,36	-0,85	-1,17	-1,49	-1,37
Investissement	(a)	-0,03	-0,20	-0,38	-0,68	-0,49	-0,03	-0,20	-0,39	-0,72	0,12
Investissement des SNF et EI	(a)	-0,05	-0,26	-0,50	-0,88	-0,64	-0,05	-0,27	-0,52	-0,91	0,18
Exportations	(a)	-0,06	-0,26	-0,46	-0,79	-1,04	-0,06	-0,25	-0,44	-0,61	0,86
Importations	(a)	-0,43	-0,85	-1,08	-1,31	-1,10	-0,43	-0,86	-1,11	-1,42	-1,41
Revenu disponible réel des ménages	(a)	-0,59	-0,93	-1,16	-1,34	-1,08	-0,60	-0,95	-1,21	-1,45	-1,37
Taux d'épargne	(b)	-0,22	-0,09	-0,03	0,04	0,00	-0,22	-0,09	-0,04	0,04	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,75	1,08	1,36	1,70	1,97	0,75	1,06	1,28	1,16	-1,36
Prix de production marchande	(a)	0,22	0,61	0,92	1,26	1,55	0,22	0,59	0,83	0,67	-2,03
Prix des exportations	(a)	0,36	0,86	1,19	1,55	1,81	0,36	0,84	1,12	1,05	-1,45
Prix des importations	(a)	0,17	0,40	0,56	0,73	0,83	0,17	0,40	0,53	0,50	-0,64
Salaire réel net	(a)	-0,78	-0,83	-0,95	-1,30	-1,20	-0,78	-0,87	-1,08	-1,75	-2,04
Coût réel du travail	(a)	-0,26	-0,37	-0,52	-0,89	-0,81	-0,26	-0,41	-0,64	-1,29	-1,38
Emploi salarié en milliers	(d)	-13	-58	-106	-177	-170	-13	-58	-107	-168	12
Taux de chômage	(b)	0,05	0,24	0,45	0,79	0,70	0,05	0,24	0,45	0,76	-0,06
Balance commerciale	(c)	0,16	0,29	0,35	0,37	0,29	0,16	0,29	0,35	0,38	0,40
Solde primaire	(c)	0,75	0,48	0,34	0,22	0,30	0,75	0,47	0,34	0,24	0,50
Emissions	(a)	-4,19	-8,04	-9,58	-10,70	-10,57	-4,19	-8,04	-9,61	-10,79	-10,69

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

La réduction progressive des émissions de CO₂ (-3,91 % à 1 an, -8,39 % à 5 ans et -9,30 % à long terme) se traduit par un rétrécissement de l'assiette fiscale de la taxe, ce qui réduit le montant des recettes recyclées et donc l'effet d'entraînement sur l'activité économique. Dans le cas présent, l'effet d'érosion de l'assiette fiscale sur les recettes de la taxe carbone n'est pas compensé par une trajectoire croissante du taux de la taxe carbone. À long terme, cet effet jumelé avec une perte de la compétitivité (-1,34 % pour les exportations), déclenche une légère diminution de l'activité (-0,01 %).

Tableau 6. Hausse permanente de la taxe carbone correspondant la première année à 1 % de PIB en volume « ex ante » avec distribution des recettes

		ThreeME STANDARD (WS)				
Hausse permanente de 1 % de PIB du montant de la taxe carbone avec distribution		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	0,13	0,27	0,30	0,13	-0,01
VA du secteur marchand	(a)	0,12	0,28	0,32	0,11	-0,05
Consommation des ménages	(a)	0,10	0,29	0,40	0,36	0,48
Investissement	(a)	0,08	0,27	0,39	0,38	0,21
Investissement des SNF et EI	(a)	0,10	0,31	0,45	0,41	0,18
Exportations	(a)	-0,01	-0,08	-0,21	-0,71	-1,34
Importations	(a)	-0,22	-0,25	-0,20	-0,18	-0,11
Revenu disponible réel des ménages	(a)	0,15	0,34	0,41	0,33	0,47
Taux d'épargne	(b)	0,05	0,04	0,01	-0,02	-0,01
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,59	0,79	1,16	2,16	2,75
Prix de production marchande	(a)	0,01	0,23	0,63	1,71	2,34
Prix des exportations	(a)	0,08	0,32	0,68	1,65	2,27
Prix des importations	(a)	0,03	0,13	0,28	0,72	1,00
Salaire réel net	(a)	-0,54	-0,18	0,05	0,18	-0,04
Coût réel du travail	(a)	-0,96	-0,58	-0,36	-0,29	-0,56
Emploi salarié en milliers	(d)	15	50	67	31	-20
Taux de chômage	(b)	-0,06	-0,21	-0,29	-0,16	0,09
Balance commerciale	(c)	0,08	0,11	0,12	0,12	0,02
Solde primaire	(c)	0,05	0,06	0,08	0,02	-0,02
Emissions	(a)	-3,91	-7,22	-8,39	-9,23	-9,30

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

2.4. Hausse permanente de 1 % de PIB de la TVA

Comme pour la taxe carbone non redistribuée, une hausse de 1 % de PIB de la TVA a un effet récessif (voir tableau 7). Un tel choc représente une augmentation des recettes de TVA de 18 milliards d'euros, soit une augmentation de 11,5 % des recettes de TVA. La baisse de la consommation intervient dès la première année mais elle est plus faible que le choc initial car elle est partiellement compensée par une baisse de l'épargne des ménages (due à l'inertie de leur consommation). Ainsi la baisse du PIB est limitée à 0,36 % la première année. Au bout de 10 ans la baisse du PIB est du même ordre de grandeur que le choc initial (-0,96 %). Le niveau de production se contracte, conduisant à une hausse du chômage dont le maximum est atteint au bout de 10 ans dans les deux versions du modèle (-215 000 emplois avec une courbe de WS contre -200 000 avec une courbe de Phillips). L'amélioration de la balance commerciale provient essentiellement de la baisse des importations due à la contraction de l'activité économique. Comme dans les simulations précédentes, cette réforme fiscale n'a un effet négatif permanent sur l'emploi que dans le cas d'une courbe WS.

2.5. Hausse permanente de 1 % de PIB de l'investissement des APU

Ce choc représente une hausse de 21 milliards d'euros du volume d'investissement des administrations publiques (APU), ce qui équivaut à une augmentation de 25,8 % par rapport au scénario de référence. Cette hausse de l'investissement des APU est un choc de demande positif qui entraîne une augmentation de l'activité dont l'effet culmine à l'horizon de 5 ans (voir tableau 8) avec une hausse du PIB de 1,32 %. À noter la différence d'impact avec le choc d'ampleur similaire de baisse de la TVA. Ici le multiplicateur est de 1 dès la première année (hausse du PIB de 1,02 %) alors qu'il n'est que de 0,36 dans le cas de la TVA du fait de l'inertie de la consommation des ménages (voir tableau 7).

L'augmentation de la demande permet aux entreprises d'augmenter leur capacité de production. À l'horizon de 5 ans, l'investissement des entreprises augmente de 1,43 % et le chômage diminue de 1,45 point, ce qui soutient la consommation des ménages et leur pouvoir d'achat. La hausse de la demande et la baisse du chômage entraînent une hausse des prix et des salaires qui vient enrayer la dynamique économique favorable après

Tableau 7. Hausse permanente de 1 % du PIB du montant de la TVA, courbe WS et courbe de Phillips

Hausse permanente de 1 % de PIB de la TVA		ThreeME STANDARD (WS)					ThreeME STANDARD (COURBE DE PHILLIPS)				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	-0,36	-0,59	-0,74	-0,96	-0,85	-0,36	-0,60	-0,76	-0,94	-0,22
VA du secteur marchand	(a)	-0,38	-0,64	-0,81	-1,07	-0,94	-0,38	-0,65	-0,84	-1,04	-0,21
Consommation des ménages	(a)	-0,72	-1,17	-1,39	-1,69	-1,44	-0,73	-1,19	-1,46	-1,83	-1,81
Investissement	(a)	-0,20	-0,48	-0,66	-1,03	-0,97	-0,20	-0,49	-0,69	-1,06	-0,22
Investissement des SNF et EI	(a)	-0,24	-0,59	-0,82	-1,26	-1,16	-0,24	-0,60	-0,85	-1,28	-0,15
Exportations	(a)	0,01	-0,01	-0,08	-0,24	-0,30	0,01	0,00	-0,04	0,04	2,03
Importations	(a)	-0,41	-0,71	-0,84	-1,04	-0,91	-0,41	-0,73	-0,89	-1,19	-1,30
Revenu disponible réel des ménages	(a)	-1,16	-1,21	-1,40	-1,65	-1,44	-1,17	-1,24	-1,48	-1,79	-1,80
Taux d'épargne	(b)	-0,43	-0,04	-0,01	0,04	0,00	-0,43	-0,04	-0,02	0,04	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	1,45	1,57	1,78	1,98	2,01	1,45	1,54	1,63	1,19	-1,98
Prix de production marchande	(a)	-0,03	0,11	0,33	0,53	0,57	-0,04	0,07	0,17	-0,32	-3,70
Prix des exportations	(a)	-0,03	0,08	0,27	0,49	0,52	-0,03	0,05	0,14	-0,25	-3,35
Prix des importations	(a)	-0,01	0,03	0,12	0,22	0,23	-0,01	0,02	0,06	-0,11	-1,52
Salaire réel net	(a)	-1,52	-1,16	-1,16	-1,49	-1,45	-1,53	-1,23	-1,37	-2,11	-2,47
Coût réel du travail	(a)	-0,07	0,28	0,26	-0,09	-0,05	-0,07	0,21	0,06	-0,64	-0,73
Emploi salarié en milliers	(d)	-34	-101	-148	-215	-203	-34	-102	-149	-200	20
Taux de chômage	(b)	0,13	0,42	0,64	0,97	0,83	0,14	0,42	0,64	0,91	-0,10
Balance commerciale	(c)	0,12	0,21	0,26	0,30	0,26	0,12	0,21	0,26	0,31	0,39
Solde primaire	(c)	0,61	0,40	0,29	0,17	0,25	0,61	0,40	0,29	0,20	0,50
Emissions	(a)	-0,53	-0,91	-1,06	-1,29	-1,14	-0,53	-0,93	-1,12	-1,45	-1,50

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

Tableau 8. : Hausse de l'investissement des APU de 1 % du PIB en volume, courbe WS vs. courbe de Phillips

Hausse de 1 % de PIB des Investissement des APU	ThreeME STANDARD (WS)					ThreeME STANDARD (COURBE DE PHILLIPS)					
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	1,02	1,24	1,32	0,79	0,06	1,03	1,26	1,35	0,74	-0,16
VA du secteur marchand	(a)	0,66	1,01	1,11	0,52	-0,02	0,67	1,03	1,14	0,47	-0,27
Consommation des ménages	(a)	0,09	0,66	1,06	0,96	0,33	0,10	0,71	1,16	1,15	0,60
Investissement	(a)	8,25	8,68	8,74	7,61	1,48	8,25	8,70	8,78	7,66	1,09
Investissement des SNF et EI	(a)	0,53	1,13	1,43	1,11	-0,20	0,54	1,16	1,47	1,13	-0,70
Exportations	(a)	-0,03	-0,21	-0,52	-1,63	-0,91	-0,03	-0,22	-0,59	-2,03	-1,92
Importations	(a)	0,89	1,42	1,74	1,77	0,41	0,89	1,45	1,81	1,99	0,59
Revenu disponible réel des ménages	(a)	0,14	0,82	1,11	0,87	0,31	0,16	0,88	1,22	1,06	0,57
Taux d'épargne	(b)	0,05	0,15	0,05	-0,08	-0,02	0,06	0,16	0,06	-0,08	-0,02
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,26	0,88	1,72	3,89	1,08	0,27	0,96	1,96	5,06	2,47
Prix de production marchande	(a)	0,30	1,00	1,93	4,30	1,21	0,31	1,08	2,20	5,59	2,72
Prix des exportations	(a)	0,19	0,76	1,58	3,73	1,08	0,20	0,84	1,81	4,83	2,48
Prix des importations	(a)	0,08	0,34	0,70	1,65	0,49	0,09	0,37	0,79	2,13	1,12
Salaire réel net	(a)	0,05	0,69	1,30	1,65	0,14	0,08	0,83	1,62	2,51	0,23
Coût réel du travail	(a)	0,03	0,61	1,14	1,29	0,01	0,06	0,74	1,43	2,04	-0,02
Emploi salarié en milliers	(d)	127	275	324	206	5	128	277	326	183	-74
Taux de chômage	(b)	-0,50	-1,16	-1,45	-1,04	-0,01	-0,50	-1,17	-1,46	-0,95	0,33
Balance commerciale	(c)	-0,21	-0,31	-0,35	-0,33	-0,19	-0,21	-0,31	-0,35	-0,33	-0,31
Solde primaire	(c)	-0,87	-0,46	-0,31	-0,36	-0,07	-0,87	-0,46	-0,31	-0,40	-0,13
Emissions	(a)	0,50	1,06	1,41	1,43	0,31	0,50	1,10	1,50	1,67	0,47

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

l'horizon de 5 ans. Cela vient essentiellement de la perte de compétitivité qui entraîne une dégradation de la balance commerciale. À long terme, l'effet multiplicateur est nul tant dans le cas de la courbe WS que dans celui de la courbe de Phillips.

2.6. Comparaison entre ThreeME et MESANGE dans le cas d'une hausse du prix du pétrole de 20 % et d'une baisse permanente de 1 % du PIB des cotisations employeurs

Nous comparons ici les résultats de simulation obtenus par le modèle ThreeME avec ceux du modèle MESANGE de la Direction générale du Trésor et publiés dans Klein et Simon (2010). MESANGE est un modèle économétrique uni-sectoriel de l'économie française. Étant aussi d'inspiration néo-keynésienne, il est utile de tester dans quelle mesure les propriétés dynamiques et de long terme de ThreeME et de MESANGE sont comparables. On s'attend tout de même à des divergences parce que les deux modèles reposent sur des hypothèses et des choix de modélisation différents. MESANGE est un modèle trimestriel alors que ThreeME est annuel. MESANGE étant uni-sectoriel, les possibilités de substitution entre capital et énergie ou entre travail et énergie sont implicitement nulles. Il y a aussi d'autres différences substantielles de spécification de certaines équations-clés. Ainsi dans ThreeME, la demande d'investissement garantit que les entreprises atteignent leur niveau de stock de capital désiré à long terme et les phénomènes de substitution portent sur le stock de capital et non les flux d'investissement. MESANGE modélise directement une équation d'investissement en fonction de la valeur ajoutée du secteur sans cible de stock de capital à long terme, ce qui n'est pas cohérent avec la théorie de la fonction de production. La spécification de l'indice des prix à la consommation, des importations ou des exportations est comptable dans ThreeME, alors que c'est une relation économétrique dans MESANGE.

La courbe WS de MESANGE suppose que les salaires sont indexés à long terme sur les termes de l'échange intérieur (écart entre les prix à la consommation et de valeur ajoutée) et le coin fiscal : $(1 + TCSE)/(1 - TCSS)/(1 - TIR)$, où TCSE, TCSS et TIR sont respectivement les taux de cotisations employeurs, de cotisations salariés et d'impôt sur le revenu. Nous ne les retenons pas dans la version ThreeME STANDARD car cela soulève plusieurs problèmes.

L'inclusion du coin fiscal est critiquable car l'idée que les salariés demandent des hausses de salaires lorsque les cotisations employeurs (que les salariés ne paient pas) augmentent ne semble pas réaliste. Dans MESANGE, la négociation salariale porte sur le salaire brut dans la branche manufacturière alors qu'elle porte sur la rémunération salariale (y compris cotisations employeurs) pour la branche non manufacturière. Dans les deux cas, une indexation unitaire sur le coin fiscal est problématique. Dans le premier cas, il n'y a aucune raison que les syndicats obtiennent des hausses de salaires lorsque les cotisations employeurs augmentent. Au contraire, on s'attend à des baisses puisque les employeurs cherchent à répercuter la hausse de taux de cotisations sur les salaires pour limiter la hausse des coûts. C'est d'ailleurs ce que semble confirmer l'économétrie dans le cas de plusieurs pays européens dont la France (voir Chagny *et al.*, 2002). Dans le deuxième cas, l'impact d'une hausse des cotisations employeurs sur la rémunération salariale devrait être immédiat puisque c'est une relation comptable. Il est peu réaliste que la diffusion se fasse lentement dans le temps comme supposé dans MESANGE. Enfin il semble peu probable que l'impact des différents taux d'imposition soit homogène sur la rémunération salariale et indexé de manière unitaire comme cela est imposé dans MESANGE. D'ailleurs, l'étude économétrique de Tyrväinen (1995) rejetait une telle contrainte pour neuf pays de l'OCDE sur les dix estimés.

Néanmoins afin de faciliter la comparaison des résultats, nous avons retenu dans cette section les hypothèses de MESANGE et inclus les termes de l'échange intérieur et le coin fiscal dans l'équation de salaires. Malgré les différences entre les deux modèles, les ordres de grandeur concernant l'impact d'une hausse de 20 % des prix du pétrole dans ThreeME sont globalement proches de ceux de MESANGE pour plusieurs composantes du PIB. À 10 ans, les variations constatées par rapport au scénario de référence sont respectivement pour ThreeME et MESANGE de -0,35 % et -0,39 % pour le PIB, -0,74 % et -0,62 % pour la consommation des ménages ou -0,22 % et -0,38 % pour l'investissement. Cela se traduit par un impact sur l'emploi comparable (66 et 68 000 emplois détruits à 10 ans) avec toutefois un décalage dans la dynamique, le point haut étant à 10 ans pour ThreeME contre 5 ans pour MESANGE.

Tableau 9. Hausse permanente de 20 % du prix du pétrole, comparaison ThreeME
(avec une courbe WS qui intègre un coin fiscal-social et les termes de l'échange) versus MESANGE

Hausse permanente de 20 % des prix du pétrole		ThreeME STANDARD (WS)					MESANGE				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	Long terme	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	Long terme
PIB en volume	(a)	-0,09	-0,23	-0,31	-0,35	-0,32	-0,04	-0,25	-0,39	-0,39	-0,33
VA du secteur marchand	(a)	-0,07	-0,21	-0,29	-0,33	-0,30	-0,05	-0,30	-0,49	-0,49	-0,42
Consommation des ménages	(a)	-0,21	-0,53	-0,69	-0,74	-0,60	-0,09	-0,40	-0,59	-0,62	-0,66
Investissement	(a)	-0,01	-0,09	-0,16	-0,22	-0,07	-0,08	-0,33	-0,49	-0,38	-0,39
Investissement des SNF et EI	(a)	-0,01	-0,11	-0,20	-0,27	-0,07	-0,11	-0,42	-0,59	-0,54	-0,56
Exportations	(a)	-0,02	-0,07	-0,12	-0,21	-0,38	-0,01	-0,15	-0,24	-0,18	-0,05
Importations	(a)	-0,17	-0,46	-0,61	-0,70	-0,58	-0,11	-0,24	-0,32	-0,21	-0,32
Revenu disponible réel des ménages	(a)	-0,34	-0,59	-0,69	-0,71	-0,60	-0,14	-0,37	-0,55	-0,64	-0,66
Taux d'épargne	(b)	-0,13	-0,06	-0,01	0,03	0,00	-0,05	0,03	0,04	-0,01	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,33	0,46	0,53	0,59	0,85	0,30	0,78	0,95	0,86	0,46
Prix de production marchande	(a)	0,13	0,26	0,34	0,39	0,67	0,06	0,47	0,64	0,54	0,11
Prix des exportations	(a)	0,20	0,40	0,51	0,59	0,83	0,05	0,37	0,50	0,37	0,12
Prix des importations	(a)	1,89	1,94	1,97	2,00	2,13	1,57	2,29	2,40	2,33	2,10
Salaire réel net	(a)	-0,49	-0,66	-0,75	-0,87	-0,78	-0,16	-0,31	-0,54	-0,80	-0,89
Coût réel du travail	(a)	-0,28	-0,46	-0,56	-0,68	-0,61	0,14	0,29	0,13	-0,15	-0,16
Emploi salarié en milliers	(d)	-6	-29	-49	-66	-66	-3	-53	-85	-68	-56
Taux de chômage	(b)	0,02	0,12	0,21	0,30	0,27	0,01	0,22	0,35	0,28	0,23
Balance commerciale	(c)	-0,44	-0,33	-0,28	-0,26	-0,31	-0,39	-0,52	-0,53	-0,59	-0,56
Solde primaire	(c)	-0,07	-0,23	-0,29	-0,32	-0,29	-0,03	-0,21	-0,31	-0,30	-0,29
Emissions	(a)	-0,94	-2,06	-2,56	-2,87	-2,71					

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

La dynamique inflationniste est plus forte dans MESANGE à moyen terme mais pas à long terme. Sur la base d'autres simulations (non montrées ici) nous avons constaté que les différences entre les deux modèles dépendent fortement de l'inclusion ou non des termes de l'échange. Sans son inclusion, la dynamique est plus forte dans ThreeME. Le fait que l'investissement résiste mieux dans ThreeME provient en partie des mécanismes de substitution entre l'énergie et le capital qui sont absent dans MESANGE.

Nous comparons également les résultats d'une baisse de 1 % de PIB des cotisations employeurs appliquée aux salariés du secteur privé (les APU sont exclues). Dans cette variante, nous essayons de nous rapprocher de la définition de l'équation de salaire dans MESANGE, comme mentionné précédemment, nous intégrons ici le coin fiscal, le terme de l'échange intérieur et le terme d'ouverture. Les résultats, présentés ci-dessous, restent comparables à ceux obtenus avec MESANGE à moyen et long-terme. En général, les amplitudes sont plus faibles dans ThreeME. Cela est dû à des effets expansionnistes sur la production et la consommation moins marqués. À 5 ans le prix à la consommation de ménages varie de -1,48 % en écart au sentier de référence dans ThreeME (resp. -1,68 % dans MESANGE). Le salaire réel net ne croît toutefois pas de la même manière malgré des effets sur les prix similaires dans les deux modèles. Le sens de variation est différent à court terme et son amplitude est presque trois fois moindre dans ThreeME à moyen et long terme. Cela peut s'expliquer par une prise en compte du coin fiscal différente sur le salaire brut. Elle est uniforme dans ThreeME, c'est-à-dire appliquée dans tous les secteurs d'activité alors que dans MESANGE, le coin fiscal intervient au niveau du salaire brut uniquement dans les branches manufacturières. Dans ThreeME, l'effet négatif du coin fiscal sur le salaire (baisse de salaire) l'emporte sur l'effet positif de la baisse du chômage (hausse de salaire) tandis que dans MESANGE le contraire apparaît. C'est ainsi que le salaire réel net baisse dans ThreeME alors qu'il augmente dans MESANGE. Cette différence est d'autant plus marquée que les ajustements dans MESANGE pour la courbe WS sont très lents. Afin de limiter cet effet, nous avons diminué dans cette variante la sensibilité des salaires au coin fiscal. Bien que réduite, la différence de salaire persiste dans les deux modèles. Nous obtenons ainsi à 5 ans un effet de +1,52 % sur le salaire réel

Tableau 10. Baisse permanente de 1 % du PIB des cotisations sociales employeurs, comparaison ThreeME (avec une courbe WS qui intègre un coin fiscal-social et les termes de l'échange) versus MESANGE

Baisse permanente de 1 % de PIB des cotisations employeurs		ThreeME (WS)					MESANGE				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	Long terme	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	Long terme
PIB en volume	(a)	0,04	0,27	0,52	0,90	0,77	0,25	0,87	1,06	1,18	1,43
VA du secteur marchand	(a)	0,01	0,21	0,48	0,91	0,76	0,30	1,03	1,29	1,44	1,75
Consommation des ménages	(a)	0,03	0,30	0,59	0,94	0,65	0,35	1,37	1,45	1,54	1,82
Investissement	(a)	-0,04	0,05	0,26	0,77	0,67	0,61	1,02	1,16	1,10	1,46
Investissement des SNF et EI	(a)	0,00	0,17	0,47	1,15	1,08	0,84	0,95	1,18	1,17	1,71
Exportations	(a)	0,07	0,33	0,63	1,21	1,29	0,07	0,53	0,70	0,75	0,79
Importations	(a)	-0,03	0,05	0,18	0,40	0,26	0,37	0,93	0,77	0,49	0,52
Revenu disponible réel des ménages	(a)	0,04	0,39	0,66	0,91	0,65	0,40	1,16	1,37	1,54	1,82
Taux d'épargne	(b)	0,02	0,08	0,06	-0,02	0,00	0,04	-0,17	-0,07	0,01	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	-0,34	-0,97	-1,48	-2,14	-1,91	-0,24	-1,27	-1,61	-1,93	-1,98
Prix de production marchande	(a)	-0,48	-1,24	-1,81	-2,51	-2,26	-0,31	-1,42	-1,79	-2,14	-2,21
Prix des exportations	(a)	-0,41	-1,09	-1,62	-2,31	-2,10	-0,24	-1,15	-1,32	-1,40	-1,44
Prix des importations	(a)	-0,21	-0,54	-0,79	-1,11	-1,01	-0,11	-0,67	-0,88	-1,08	-1,27
Salaire réel net	(a)	-0,08	-0,10	0,00	0,44	0,46	0,37	1,21	1,52	1,95	2,43
Coût réel du travail	(a)	-1,66	-1,54	-1,38	-0,89	-0,91	-2,12	-1,42	-1,01	-0,45	0,01
Emploi salarié en milliers	(d)	11	63	129	248	244	84	265	268	257	276
Taux de chômage	(b)	-0,04	-0,26	-0,55	-1,11	-0,99	-0,35	-1,09	-1,09	-1,05	-1,13
Balance commerciale	(c)	-0,03	-0,08	-0,12	-0,13	-0,03	-0,12	-0,24	-0,14	-0,01	0,05
Solde primaire	(c)	-0,13	-0,15	-0,07	0,10	0,03	-0,84	-0,32	-0,30	-0,30	-0,18
Emissions	(a)	-0,03	0,08	0,24	0,51	0,38					

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

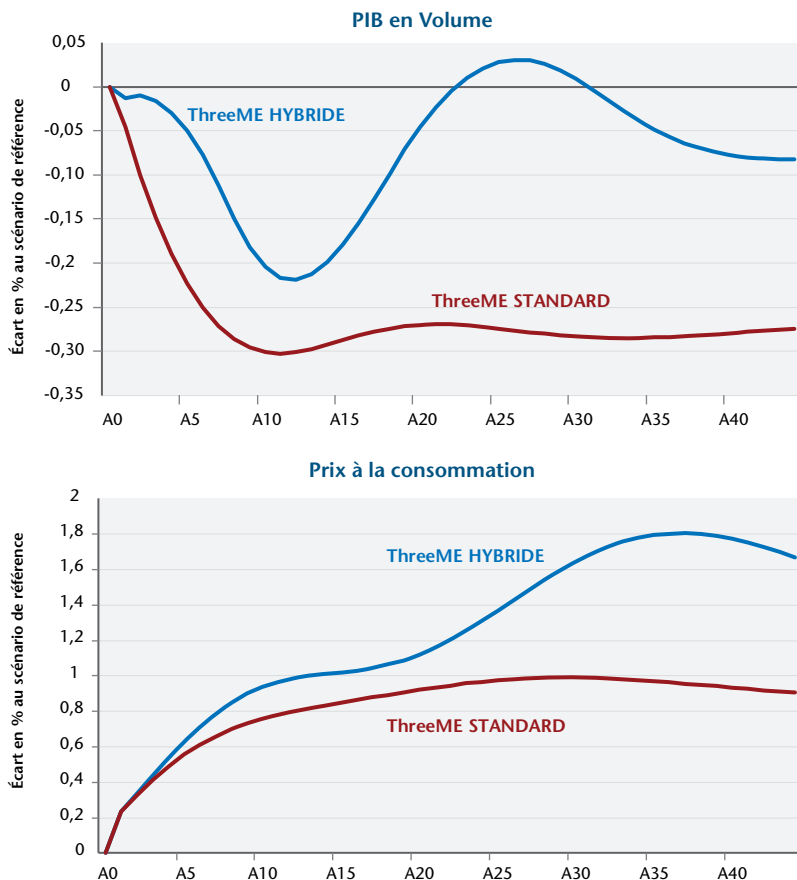
Source : ThreeME, calcul des auteurs.

net dans MESANGE alors qu'il est nul dans ThreeME (voir tableau 10). Mais est de -0,60 % dans la variante où la sensibilité des salaires au coin fiscal n'est pas modifiée dans ThreeME (non montrée ici).

2.7. Comparaison des versions standard et hybride dans le cas d'une hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz

Nous comparons enfin les résultats d'une hausse du prix du pétrole et du gaz simulés avec la version standard et avec la version hybride. Le graphique 6 montre que l'impact est moins récessif à moyen comme à long terme avec la version hybride qui inclut une

Graphique 6. Hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz, version hybride versus version standard



Source : ThreeME, calcul des auteurs.

représentation plus fine des comportements énergétiques des ménages. Dans les deux cas, le choc initial inflationniste est le même. Au-delà de 5 ans, la dynamique inflationniste est plus forte dans le cas hybride du fait que l'activité y est moins détériorée. D'ailleurs, le taux de chômage augmente plus faiblement et reste quasi stable les trois premières années (voir tableau 11). Dans la version standard, le chômage augmente dès la première année.

Dans les deux versions la consommation baisse car le revenu disponible réel baisse. Le choc est moins récessif dans la version hybride car la consommation baisse moins. Elle est même positive à long terme. Cela s'explique par la hausse des travaux de rénovation énergétique et par la hausse du transport collectif qui apparaît seulement dans la version hybride (voir tableau 12). Dans la version standard, tous les biens et services sont substituables avec une élasticité de substitution unitaire. Les secteurs intensifs en pétrole et gaz voient leurs prix augmenter relativement plus que les secteurs moins intensifs. Cela explique pourquoi la consommation de certains biens baisse plus que la moyenne. Alors que la consommation totale baisse de 0,53 % à 10 ans, la baisse est supérieure pour les secteurs de l'industrie chimique minérale (0,60 %) et organique (1 %), des transports routier de voyageurs (0,7 %), de marchandises (0,8 %) et aériens (0,6 %). Les baisses les plus importantes provenant logiquement des secteurs du pétrole (3,2 %) et du gaz (2,8 %).

Dans la version hybride, la consommation énergétique des ménages n'est pas substituée avec tous les autres biens mais seulement avec l'investissement dans le bâtiment (rénovation énergétique) et dans l'automobile (achat de voitures plus sobres). Par ailleurs la hausse du prix du pétrole encourage le développement des transports collectifs au détriment de l'automobile. Alors que la consommation totale baisse de 0,26 % à 10 ans, les secteurs du bâtiment, des transports ferroviaires et de voyageurs augmentent respectivement de 0,2 %, 0,1 % et 0,2 %. Pour l'automobile, la consommation diminue car les investissements en voitures sobres sont insuffisants pour compenser le transfert modal.

Tableau 11. Hausse permanente de 10 % du prix du pétrole et du gaz, comparaison version Hybride versus Standard

Hausse permanente de 10 % des prix du pétrole et du gaz		ThreeME HYBRIDE (WS)					ThreeME STANDARD (WS)				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
PIB en volume	(a)	-0,01	-0,02	-0,05	-0,20	-0,05	-0,05	-0,15	-0,22	-0,30	-0,28
VA du secteur marchand	(a)	0,00	-0,01	-0,05	-0,22	0,05	-0,03	-0,13	-0,21	-0,30	-0,28
Consommation des ménages	(a)	-0,05	-0,05	-0,09	-0,26	0,30	-0,11	-0,33	-0,45	-0,53	-0,39
Investissement	(a)	0,01	0,04	0,04	-0,08	0,17	0,00	-0,05	-0,10	-0,20	-0,14
Investissement des SNF et EI	(a)	0,02	0,05	0,04	-0,11	0,19	0,00	-0,06	-0,13	-0,25	-0,17
Exportations	(a)	-0,02	-0,08	-0,17	-0,41	-0,98	-0,01	-0,07	-0,15	-0,30	-0,49
Importations	(a)	-0,07	-0,12	-0,16	-0,27	0,05	-0,10	-0,29	-0,40	-0,48	-0,38
Revenu disponible réel des ménages	(a)	-0,18	-0,32	-0,35	-0,38	-0,05	-0,18	-0,38	-0,47	-0,51	-0,39
Taux d'épargne	(b)	-0,12	-0,25	-0,25	-0,12	-0,33	-0,07	-0,04	-0,01	0,02	0,00
Prix à la consommation des ménages	(a)	0,23	0,44	0,63	0,94	1,79	0,23	0,42	0,56	0,76	0,97
Prix de production marchande	(a)	0,13	0,36	0,58	0,94	1,91	0,13	0,32	0,47	0,69	0,91
Prix des exportations	(a)	0,18	0,43	0,65	0,99	1,85	0,18	0,40	0,57	0,78	0,99
Prix des importations	(a)	1,38	1,44	1,49	1,57	1,78	1,39	1,46	1,53	1,63	1,73
Salaire réel net	(a)	-0,24	-0,28	-0,25	-0,29	-0,01	-0,24	-0,33	-0,38	-0,49	-0,46
Coût réel du travail	(a)	-0,14	-0,20	-0,20	-0,30	-0,14	-0,14	-0,23	-0,30	-0,42	-0,41
Emploi salarié en milliers	(d)	0	-1	-7	-43	-16	-3	-19	-37	-63	-67
Taux de chômage	(b)	0,00	0,00	0,03	0,19	0,06	0,01	0,08	0,16	0,28	0,28
Balance commerciale	(c)	-0,33	-0,27	-0,24	-0,20	-0,24	-0,32	-0,24	-0,20	-0,19	-0,24
Solde primaire	(c)	-0,03	-0,10	-0,12	-0,19	-0,08	-0,05	-0,17	-0,22	-0,26	-0,23
Emissions	(a)	-0,29	-0,79	-1,18	-1,65	-2,98	-0,59	-1,42	-1,82	-2,10	-1,97

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

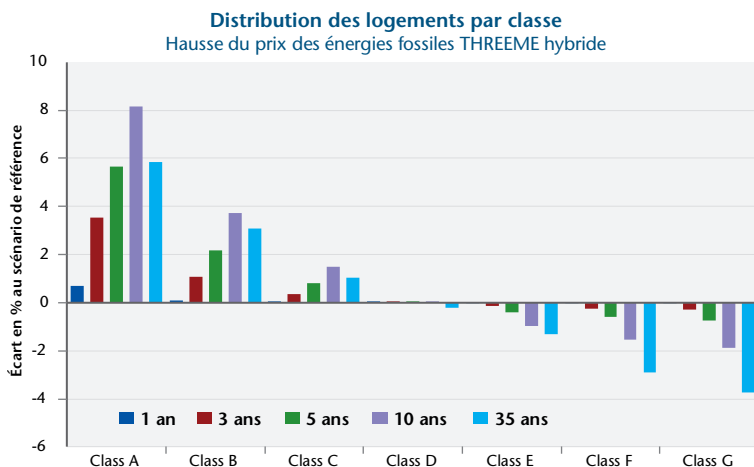
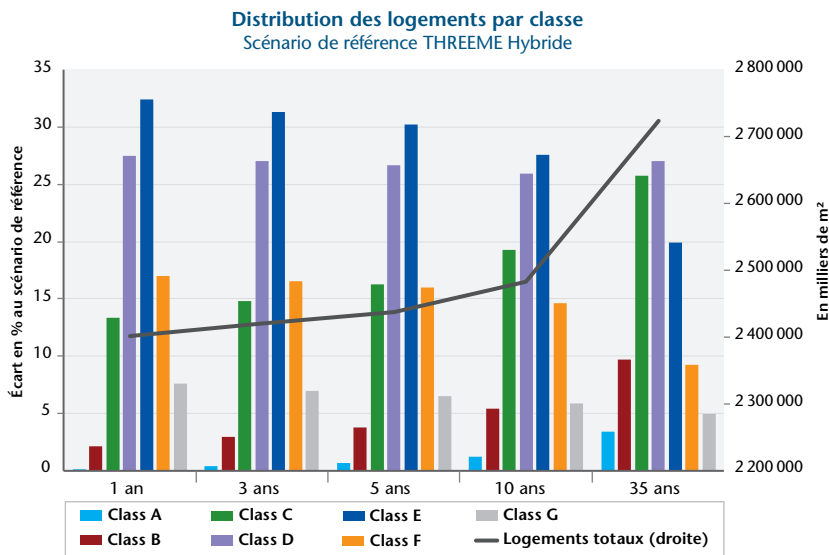
Tableau 12. : Hausse permanente de 10 % du prix du pétrole et du gaz, consommation des ménages, comparaison version Hybride

CONSOMMATION		ThreeME HYBRIDE					ThreeME STANDARD				
		1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans	1 an	3 ans	5 ans	10 ans	35 ans
Industrie et Agriculture	Consommation totale	-0,05	-0,05	-0,09	-0,26	0,30	-0,11	-0,33	-0,45	-0,53	-0,39
	Agriculture, sylviculture et pêche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00
	Industrie agro-alimentaire	-0,01	-0,06	-0,10	-0,29	0,56	-0,06	-0,24	-0,36	-0,45	-0,31
	Automobile	-0,61	-0,19	-0,08	-0,08	0,04	-0,05	-0,20	-0,30	-0,35	-0,19
	Fabrication de verre et d'articles en verre	-0,01	-0,08	-0,13	-0,30	0,59	-0,07	-0,26	-0,38	-0,46	-0,31
	Fabrication de produits céramiques	-0,02	-0,08	-0,13	-0,29	0,61	-0,07	-0,25	-0,38	-0,45	-0,30
	Papier et carton	-0,01	-0,07	-0,11	-0,27	0,66	-0,06	-0,25	-0,37	-0,45	-0,29
	Industrie chimique minérale	-0,04	-0,14	-0,22	-0,38	0,59	-0,09	-0,33	-0,48	-0,57	-0,39
	Industrie chimique organique	-0,13	-0,41	-0,55	-0,69	0,45	-0,19	-0,62	-0,88	-0,99	-0,75
	Transformation des matières plastiques	-0,01	-0,08	-0,12	-0,25	0,79	-0,07	-0,26	-0,40	-0,47	-0,27
	Production de métaux non ferreux	0,00	-0,01	-0,01	-0,10	0,92	-0,05	-0,19	-0,28	-0,31	-0,13
	Autres industries	0,00	-0,03	-0,05	-0,19	0,74	-0,06	-0,21	-0,31	-0,37	-0,21
	BTP	0,06	0,37	0,48	0,23	-0,15	-0,06	-0,23	-0,35	-0,43	-0,30
Transport	Transports ferroviaires	0,09	0,13	0,13	0,13	0,07	-0,06	-0,23	-0,34	-0,42	-0,31
	Transport routier de voyageurs	0,15	0,24	0,24	0,24	0,12	-0,12	-0,41	-0,61	-0,74	-0,61
	Transport routier (ou par conduites) de marchandises	-0,08	-0,28	-0,41	-0,61	0,30	-0,13	-0,46	-0,66	-0,78	-0,60
	Transports par eau	-0,03	-0,11	-0,15	-0,29	0,71	-0,08	-0,29	-0,42	-0,49	-0,32
	Transports aériens	-0,40	-0,50	-0,52	-0,50	-0,42	-0,11	-0,39	-0,56	-0,65	-0,46
Service	Services marchands	-0,01	-0,04	-0,08	-0,27	0,52	-0,06	-0,22	-0,33	-0,40	-0,28
	Services non marchands	0,00	-0,02	-0,06	-0,25	0,52	-0,05	-0,20	-0,30	-0,36	-0,24
Energie	Extraction et agglomération de la houille (Charbon)	-0,02	-0,21	-0,55	-1,41	-2,60	-0,05	-0,18	-0,25	-0,23	0,00
	Raffinage et distribution de pétrole	-0,42	-1,00	-1,50	-2,15	-11,00	-1,32	-2,66	-3,09	-3,16	-2,80
	Production et distribution d'électricité	0,14	0,18	0,14	-0,03	0,26	-0,06	-0,22	-0,33	-0,41	-0,29
	Production et distribution de gaz	-0,40	-0,97	-1,33	-2,03	-2,84	-0,71	-1,97	-2,57	-2,82	-2,47

(a) Écart relatif en % par rapport au scénario de référence (b) en points, (c) en % du PIB, (d) en milliers.

Source : ThreeME, calcul des auteurs.

Graphique 7. Hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz, version hybride : distribution des logements par classe

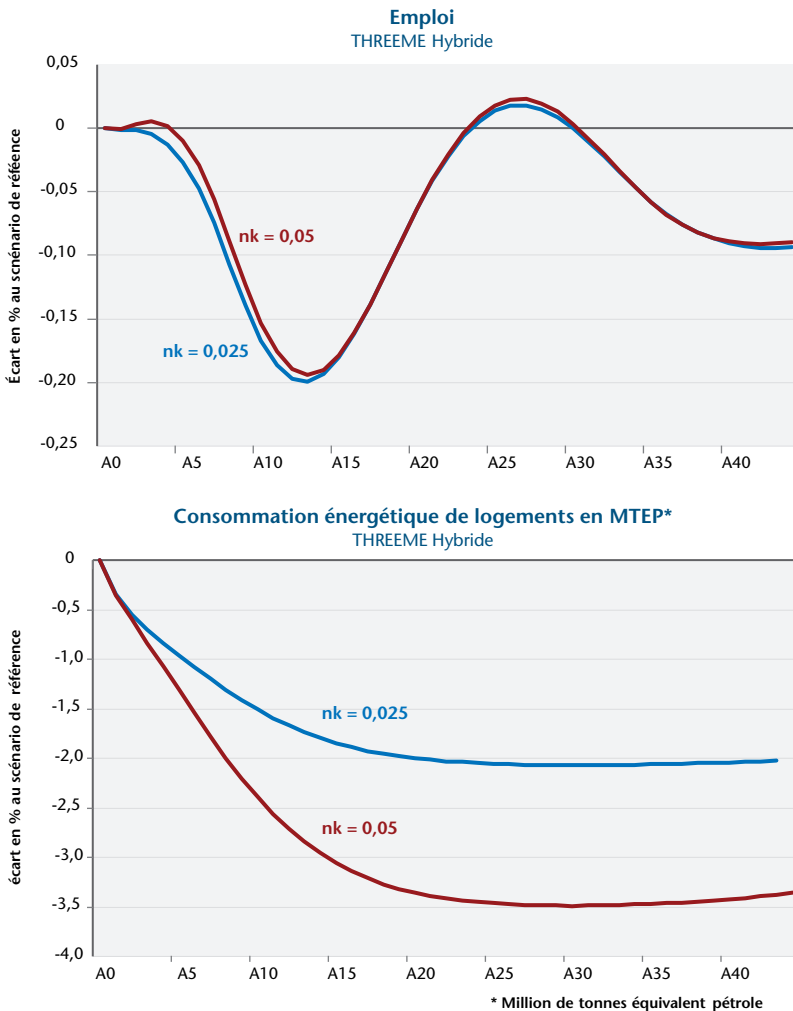


Source : ThreeME, calcul des auteurs.

La comparaison des évolutions des émissions de CO₂ et de la consommation en pétrole et gaz des ménages entre les deux versions du modèle donne des enseignements intéressants. À court et moyen terme, la chute de ces consommations et des émissions est plus importante avec la version standard. Cela s'explique par deux raisons. La baisse de l'activité est plus forte dans la version

standard mais surtout les substitutions des ménages y sont plus importantes à court terme, l'énergie étant substituable à tous les autres biens car non soumise à des contraintes physiques ou temporelles. Dans la version hybride, au contraire, les mécanismes de substitution entre énergie et bâtiment dépendent des contraintes techniques (durée de vie des logements, taux de destruction, nombre de nouveau logement, etc.) liées au renouvellement du parc immobilier et qui induisent un ajustement plus lent.

Graphique 8. Hausse de 10 % des prix du pétrole et du gaz, version hybride : selon l'élasticité de réhabilitation au temps de retour de l'investissement (nk) (cf. eq. 25)



Source : ThreeME, calcul des auteurs.

Par contre, à long terme la baisse de la consommation de pétrole et de gaz et des émissions est plus importante dans la version hybride (voir tableau 11 et 12). C'est particulièrement vrai pour le pétrole (-10,9 % dans la version hybride contre -2,8 % dans la version standard). Cela provient du fait que dans la version hybride, la spécification de l'investissement des ménages impose un phénomène d'irréversibilité. Comme le montre le graphique 7, la modification des propriétés énergétiques du parc immobilier est durable. Dans le cas standard, la consommation énergétique repart à la hausse, même si le prix relatif du pétrole (et du gaz) par rapport aux autres prix a tendance à diminuer à long terme. C'est ce qui se passe au-delà de 10 ans du fait des mécanismes de convergence du modèle. Ainsi le point bas de la consommation de pétrole est atteint la dixième année dans la version standard, tandis que la baisse se poursuit dans la version hybride.

3. Conclusion

Cet article présente une analyse des propriétés dynamiques et de long terme du modèle ThreeME. Plusieurs variantes ont été présentées : une hausse du prix du pétrole, une baisse des cotisations employeurs, une hausse de la TVA, une hausse des investissements publics et l'introduction d'une taxe carbone. Pour chacune d'entre elles, nous présentons l'impact de la spécification de l'équation de salaire (en comparant les résultats simulés avec une courbe WS et de Phillips). Nous comparons aussi pour certaines variantes les résultats de ThreeME avec ceux du modèle MESANGE ainsi que deux versions de ThreeME (version standard et hybride). Plusieurs enseignements peuvent être tirés de cet exercice :

- Quel que soit le choc, les résultats à moyen terme (horizon de 10 ans) sont très similaires entre les courbes WS et de Phillips. Par contre, le long terme des deux modèles diffère substantiellement. On retrouve les résultats mis en avant par plusieurs études sur le taux de chômage d'équilibre (voir e. g. L'Horty et Thibault, 1998 ; Blanchard et Katz, 1999 ; Chagny *et al.*, 2002). Une hausse du prix du pétrole, de la fiscalité sur la consommation ou des cotisations sociales employeurs entraîne une hausse permanente du chômage dans le cas

d'une courbe WS mais reste transitoire avec une courbe de Phillips ;

- Malgré des différences de spécifications et d'approches, les résultats de ThreeME sont relativement proches du modèle économétrique et uni-sectoriel MESANGE. Malgré la différence de pas (trimestriel pour MESANGE, annuel pour ThreeME), la dynamique est similaire suggérant que les ajustements calibrés dans ThreeME approchent raisonnablement la dynamique estimée économétriquement. Une différence notable concerne la dynamique inflationniste qui s'explique sans doute essentiellement par deux éléments : (1) MESANGE est uni-sectoriel alors que ThreeME est multi-sectoriel ; (2) certaines équations de prix sont comptables dans ThreeME alors qu'elles sont estimées économétriquement dans MESANGE (e. g. le prix de consommation⁶). La similitude des résultats conforte l'approche que nous avons retenue car elle est moins coûteuse qu'une approche économétrique et ceci d'autant plus dans un cadre multisectoriel ;
- Nous montrons aussi la différence de résultats obtenus entre une spécification standard des comportements de consommation des ménages et une spécification dite hybride qui modélise plus finement le transport et le bâtiment ainsi que les consommations énergétiques associées. En utilisant l'exemple d'une hausse du pétrole, nous montrons que, malgré son degré de complexité supérieur, l'approche hybride a certains avantages. En reliant les consommations énergétiques à leur usage, elle donne un impact plus précis au niveau sectoriel des phénomènes de substitution liés à l'énergie. En particulier, la quantification de l'effet sur le bâtiment semble plus réaliste. Cela a un effet notable au niveau agrégé en affichant un impact généralement moins récessif d'une hausse des prix de l'énergie.

6. Le prix à la consommation dans ThreeME est une moyenne pondérée du prix des imports et du prix à la production.

Références

- Annicchiarico B. et F. Di Dio, 2015, « Environmental policy and macroeconomic dynamics in a new Keynesian model », *Journal of Environmental Economics and Management*, 69(1) : 1-21, <http://doi.org/10.1016/j.jeem.2014.10.002>
- Armington P. S., 1969, « A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production », *International Monetary Fund Staff Papers*, 16(1) : 159-178, <http://doi.org/10.2307/3866403>
- Benassy J.-P., 1975, « Neo-Keynesian Disequilibrium Theory in a Monetary Economy », *The Review of Economic Studies*, 42(4) : 503, <http://doi.org/10.2307/2296791>
- Benassy J.-P., 1976, « Théorie du déséquilibre et fondements micro-économiques de la macroéconomie », *Revue Économique*, 27 (Méthodes de l'analyse économique. Développements récents), 755-804.
- Blanchard O. et L.F. Katz, 1999, « Wage dynamics: Reconciling theory and evidence », *American Economic Review*, 89(2) : 69-74, <http://doi.org/10.1257/aer.89.2.69>
- Boitier B., A. Fougeyrollas, L. Nicolas, P. Le Mouël et P. Zagamé, 2011, SoA:NEMESIS First Draft Scenario and Stock-Tacking Exercise. Neujobs State of the Art Report N°4/D9.1. Paris.
- Bovenberg A. L., et R. A. De Mooij, 1994, « Environmental Levies and Distortionary Taxation », *American Economic Review*, 84(4) : 1085-1089.
- Brown M. et D. Heien, 1972, « The S-Branch Utility Tree: A Generalization of the Linear Expenditure System », *Econometrica*, 40(4) : 737-747. <http://doi.org/10.2307/1912967>
- Callonnet G., G. Landa, P. Malliet, F. Reynès et Y. Tamsamani, 2013, « A Full Description of the THREEME Model: Multi-sector Macroeconomic Model for the Evaluation of Environmental and Energy policy », Retrieved from www.ofce.sciences-po.fr/indic&prev/modele.htm
- Callonnet G., F. Reynès, et Y. Tamsamani, 2011, « Une évaluation macroéconomique et sectorielle de la fiscalité carbone en France », *Revue de l'OFCE*, 120, 123-154.
- Cambridge Econometrics, 2014, E3ME Technical Manual, Version 6.0, April 2014.
- Capro P., D. Van Regemorter, L. Paroussos, et P. Karkatsoulis, 2013, Manual of GEM-E3.
- Center for Global Trade Analysis – GTAP, 2014, GTAP Models: Current GTAP Model.
- Chagny O., F. Reynès, et H. Sterdyniak, 2002, « Le taux de chômage d'équilibre-Discussion Théorique et évaluation empirique », *Revue de l'OFCE*, 81.
- Château J., R. Dellink, et E. Lanzi, 2014, « An overview of the OECD ENV-Linkages Model: Version 3 », OECD, *Environment Working Papers*, 65, (65). <http://doi.org/10.1787/5jz2qck2b2vd-en>

- Chauvin V., G. Dupont, É. Heyer, M. Plane et X. Timbeau, 2002, « Le modèle France de l'OFCE. La nouvelle version? : *e-mod.fr* » *Revue de l'OFCE*, 81, <http://doi.org/10.3917/reof.081.0245>
- Dixon P. et D. W. Jorgenson, (Eds.), 2013, *Handbook of Computable General Equilibrium Modeling*. North Holland.
- Ducoudré B., M. Plane, S. Villemot, 2015, Équations d'Investissement : une comparaison internationale dans la crise. *Revue de l'OFCE*, 138.
- Économie et Prévision, 1998, « Structures et propriétés de cinq modèles macroéconomiques français », *Économie et Prévision*, 134, 1-70.
- ERASME, (n.d.-a). The NEMESIS Reference Manual PART I.
- ERASME, (n.d.-b). The NEMESIS Reference Manual PART I and II.
- Fishbone L. G., et H. Abilock, 1981, « Markal, a Linear-Programming Model for Energy-Systems Analysis - Technical Description of the Bnl Version ». *International Journal of Energy Research*, 5(4) : 353-375. <http://doi.org/10.1002/er.4440050406>
- Heaps C., 2008, « An introduction to LEAP », *Stockholm Environment Institute*, 1-16. Retrieved from <http://www.leap2000.org/documents/LEAPIntro.pdf>
- Heyer É., F. Reynès, et H. Sterdyniak, 2007, « Structural and reduced approaches of the equilibrium rate of unemployment, a comparison between France and the United States », *Economic Modelling*, 24(1) : 42-65. <http://doi.org/10.1016/j.econmod.2006.06.005>
- Hosoe N., K. Gasawa, et H. Hashimoto, 2010, « Textbook of computable general equilibrium modelling: programming and simulations », New York : St Martin's Press, *Palgrave Macmillan*, 19, 235, <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Klein C. et O. Simon, 2010, *Le modèle MESANGE : nouvelle version ré-estimé en base 2000*, <https://www.tresor.economie.gouv.fr/file/326046>
- L'Horty Y., et F. Thibault, 1998, « Le chômage d'équilibre de quoi parlons-nous ? », *Revue Française d'Économie*, 13, 51-81.
- Laitner J. A. et D. A. Hanson, 2006, Modeling detailed energy-efficiency technologies and technology policies within a CGE framework, *The Energy Journal*, 27, 151-169, <http://doi.org/10.2307/23297050>
- Lancaster K. J., 1966a, « A new approach to consumer theory », *Journal of Political Economy*, 74(2) : 132-157, <http://www.jstor.org/stable/1828835>
- Lancaster K. J., 1966b, « Change and Innovation in the Technology of Consumption », *American Economic Association*, 56(1) : 14-23. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1821263>
- Landa Rivera G., F. Reynès, I. Islas Cortes, F. X. Bellocq, et F. Grazi, 2016, « Towards a low carbon growth in Mexico: Is a double dividend possible? A dynamic general equilibrium assessment », *Energy Policy*, 96, <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.06.012>

- Layard R., S. Nickell, et R. Jackman, 1991, Un employment: macroeconomic performance and the labour market, <http://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199279166.001.0001>
- Le Bihan H., et H. Sterdyniak, 1998, « Courbe de Phillips et modèle WS-PS. Quelques réflexions », *Revue Économique*, 49(3) : 937-948, <http://doi.org/10.2307/3502822>
- Lutz C., B. Meyer, M. I. Wolter, 2010, « The global multisector/multicountry 3-E model GINFORS. A description of the model and a baseline forecast for global energy demand and CO2 emissions », *International Journal of Global Environmental Issues*, 10(1/2) : 25-45 <http://doi.org/10.1504/IJGENVI.2010.030567>
- Malinvaud E., 1977, « The theory of unemployment reconsidered », *Basil Blackwell*, Oxford.
- Malinvaud, E., 1983, *Essai sur la théorie du chômage*, Calmann-Lévy.
- Oliner S., G. Rudebusch et D. Sichel, 1995, « New and Old Models of Business Investment?: A Comparison of Forecasting Performance », *Journal of Money, Credit and Banking*, 27(3) : 806-826. <http://doi.org/10.2307/2077752>
- Reynès F., 2010, The Phillips curve as a more general model than the Wage Setting curve.
- Reynès F., 2011, The Cobb-Douglas function as an approximation of other functions. OFCE, (IVM). Retrieved from <http://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/dtravail/WP2011-21.pdf>
- Shoven J. B., et J. Whalley, 1994, « Applying General Equilibrium », *Economica*, 61(242) : 255. <http://doi.org/10.2307/2554963>
- Smets F., et R. Wouters, 2003, « An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area », *Journal of the European Economic Association*, 1(5) : 1123-1175. <http://doi.org/10.1162/154247603770383415>
- Solow R. M., 1956, « A contribution to the theory of economic growth », *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1) : 65-94, <http://doi.org/10.2307/1884513>
- Tyrväinen T., 1995, « Real wage resistance and unemployment: multivariate analysis of cointegrating relations in 10 OECD countries ». *OECD Jobs, Study Working Papers*, (10).

TRAVAIL RÉMUNÉRÉ ET TRAVAIL DOMESTIQUE UNE ÉVALUATION MONÉTAIRE DE LA CONTRIBUTION DES FEMMES ET DES HOMMES À L'ACTIVITÉ ÉCONOMIQUE DEPUIS 30 ANS¹

Hippolyte d'Albis, *Paris School of Economics, CNRS, France*

Carole Bonnet, *Ined, France*

Julien Navaux, *Université d'Ottawa, Canada*

Jacques Pelletan, *Université Paris 8, France*

Anne Solaz, *Ined, France*

À l'aide des *Comptes de transferts nationaux*, cet article quantifie les évolutions par âge et par sexe de la production domestique et des revenus du travail rémunéré en France sur la période 1985-2010. Il montre que si la participation plus importante des femmes au marché du travail a permis d'accroître leur contribution dans les revenus du travail rémunéré, leur contribution à la « production globale », définie comme la somme des revenus du travail rémunéré et de la production domestique « monétisée » au salaire minimum, a peu augmenté sur la période (passant de 43 % à 46 % entre 1985 et 2010 pour les femmes de 25 à 55 ans). Cette stabilité s'explique par les évolutions relatives des temps de travail rémunéré et domestique des femmes et des hommes. Les heures annuelles sur le marché du travail ont baissé pour les deux sexes, mais cette tendance à la baisse a été en partie compensée pour les femmes par une participation accrue. Parallèlement, ces dernières se sont massivement désengagées de la sphère domestique, les hommes n'ayant modifié que marginalement leur implication domestique. Le temps de travail total des femmes a ainsi plus baissé que celui des hommes tout en lui demeurant supérieur. Néanmoins, une heure de production domestique étant par hypothèse moins « valorisée » qu'une heure de travail rémunéré, ces évolutions n'ont finalement pas modifié la contribution des femmes à la « production globale ».

Mots clés : comptes de transferts nationaux, travail domestique, travail rémunéré, genre, emploi du temps, production.

1. Les auteurs remercient Sandrine Levasseur et deux rapporteur.e.s anonymes pour leurs remarques et critiques. Ils remercient également l'European Research Council (ERC Stg Grant DU 283953), l'European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration (Grant agreement no 613247), France Stratégie et la Chaire « Transitions Démographiques, Transitions Économiques » pour leur soutien.

Tenir compte de la production domestique, c'est-à-dire des tâches domestiques non rémunérées (cuisine, ménage, courses, soins aux enfants, etc.), quand on étudie la contribution des individus à l'activité économique est devenue courant dans l'analyse économique² depuis les années 1970 (Nordhaus et Tobin, 1973 ; Stiglitz *et al.*, 2009 ; Ponthieux et Meurs, 2015). Une première raison est que ces activités non marchandes au sein du ménage participent à produire des biens et services, qui sinon devraient être achetés. Les biens et services ainsi produits font donc pleinement partie de l'activité économique, et ce, même si le travail domestique n'est pas rémunéré. Une deuxième raison tient à la vision partielle des inégalités entre hommes et femmes qui résulte de l'étude du seul travail rémunéré. En effet, ne pas tenir compte des tâches non rémunérées effectuées par les individus dans le ménage, sachant qu'elles sont en grande partie réalisées par les femmes, minimise la contribution de ces dernières à l'activité économique du pays (Hill, 1979). En 2010, les femmes percevaient 39 % des revenus du travail totaux (Albis *et al.*, 2013), estimés à 1 178 milliards d'euros. Elles réalisaient par ailleurs 64 % du travail domestique, qui dans un scénario médian, est valorisé à 635,9 milliards d'euros (Roy, 2012). La combinaison des deux nous conduit à estimer en 2010 une contribution des femmes à la « production globale » (définie comme la somme des revenus du travail rémunéré et de la valorisation de la production domestique) à 48 % (sachant qu'elles représentent 52 % de la population totale), répartie entre 25 % de revenus du travail rémunéré et 23 % de travail domestique.

Or, les dernières décennies ont été marquées par deux phénomènes concernant l'allocation du temps des hommes et des femmes. D'une part, les femmes ont augmenté de manière importante leur participation au marché du travail depuis les années 1970, accroissant ainsi leur temps rémunéré. L'écart de taux d'activité avec les hommes s'est ainsi progressivement réduit : si en 1985 le taux d'activité des hommes de 15 à 64 ans s'élevait à 78 % et celui des femmes à 57 %, soit un écart de 21 points, cet écart n'était plus que de 9 points en 2010³. D'autre part, le temps consacré aux

2. Même si la prise en compte des tâches domestiques et surtout leur monétarisation reste discutée (voir Jany-Catrice et Meda, 2011 pour un exposé des débats).

3. En 2010, le taux d'activité des hommes était de 75 % et celui des femmes était de 66 % (Dares, 2012).

tâches domestiques s'est considérablement réduit pour les femmes, celui des hommes connaissant une légère hausse⁴. Ces phénomènes s'observent dans la plupart des pays (Bianchi *et al.*, 2012 ; Gimenez-Nadal et Sevilla, 2012) dont la France (Champagne *et al.*, 2015 ; Ricoch, 2012). Enfin, les écarts de revenu salarial entre sexes se sont sensiblement réduits sur la période, non seulement sous l'effet de la réduction de l'écart du nombre d'heures travaillées mais aussi du salaire horaire (Morin et Remila, 2013).

Comment ces évolutions ont-elles influé sur la contribution des hommes et des femmes à la « production globale » ? Quelle était la contribution des femmes au début des années 1980 ? Comment cette contribution a-t-elle évolué sur les trente dernières années ? Quels ont été les déterminants de cette évolution ? En s'appuyant sur les données issues des travaux sur les *Comptes de transferts nationaux*, on calcule des profils individuels par sexe et âge des revenus du travail rémunéré et de la production domestique sur la période 1985-2010⁵. Il est ainsi possible de calculer la contribution respective des hommes et des femmes à l'activité rémunérée, à l'activité domestique et *in fine* à l'agrégat de « production globale ». On s'intéresse plus particulièrement aux 25-55 ans, soit les âges où la présence sur le marché du travail est importante, car cela permet d'éviter les « effets de bord » (allongement de la période des études et évolution de l'âge de départ en retraite) sur la période considérée. On montre que malgré la hausse importante de leur participation au marché du travail, la contribution des femmes à la « production globale » a peu augmenté sur la période 1985-2010, augmentant de 43 % à 46 %.

1. Données et méthode

1.1. Le projet des *Comptes de transferts nationaux*

Le projet des *Comptes de transferts nationaux* (CTN) est d'estimer l'ensemble des transferts entre les générations. Précisément, il vise à évaluer les emplois et ressources des individus à chaque âge et, par déduction, à mesurer les flux économiques entre les âges.

4. Et ceci en raison d'un plus grand investissement auprès des enfants, car le temps consacré aux autres tâches domestiques est resté stable.

5. Les profils sont disponibles sur le site internet ctn.site.ined.fr

Ce projet original de comptabilité est engagé dans une cinquantaine de pays avec une méthodologie commune (Lee et Mason, 2011 ; United Nations, 2013 ; Albis et Moosa, 2015). L'équipe française a notamment contribué au projet en construisant des CTN pour toutes les années allant de 1979 à 2011 (Albis *et al.*, 2015 ; 2016 ; 2017). L'objectif des CTN est de mesurer la manière dont les individus produisent, consomment, épargnent et partagent les ressources à chaque âge. La méthode repose sur une identité comptable qui égalise ressources et consommations. Les ressources d'un individu, données par les revenus du travail et du capital auxquels s'ajoutent les transferts publics et privés reçus, doivent être égales aux usages qui en sont faits, que ce soit pour consommer, épargner ou verser des transferts publics (impôts, taxes) et privés. La consommation est également considérée au sens large incluant la consommation privée et publique (éducation, santé, etc.). Les différents éléments de cette équation sont alors calculés pour chaque âge, à la fois au niveau individuel, puis au niveau agrégé. Pour cela, la démarche générale des CTN consiste à répartir par âge l'ensemble des grands agrégats de la comptabilité nationale, en utilisant des profils individuels par âge estimés à partir de données d'enquêtes ou de données administratives. La première étape de la construction des CTN consiste à mesurer les niveaux de production et de consommation suivant les âges afin d'identifier les périodes pendant lesquelles les individus consomment mais ne produisent pas encore – la « jeunesse » – ou plus – la période de « retraite » – et les âges pendant lesquels les individus produisent significativement plus qu'ils ne consomment – la période d'activité. Dans une deuxième étape, il s'agit d'identifier les transferts entre les âges qui permettent de réallouer la richesse produite aux âges actifs pour que les individus puissent consommer aux différents âges de la vie.

1.2. Données utilisées pour les profils de revenus par âge

Les profils de base concernent les revenus sur le marché du travail. Ils sont construits à l'aide des enquêtes *Budget de famille* de l'INSEE⁶. Les revenus du travail sont composés des salaires nets et des revenus nets des indépendants, déclarés pour chaque individu

6. Précisément, ce sont les enquêtes 1984-1985, 1989, 1994-1995, 2000-2001, 2005-2006 et 2010-2011, qui sont utilisées.

du ménage. Ces revenus étant nets, il faut calculer les cotisations sociales et patronales, ainsi que les prélèvements CSG et CRDS, afin de reconstituer des revenus bruts d'activité. On le fait en appliquant des barèmes de cotisations sociales salariales et patronales en vigueur en fonction du niveau de revenu (pour tenir compte des allègements de charges sociales sur les bas salaires et de l'exonération de certaines charges au-delà des plafonds de la sécurité sociale) et du type d'emploi occupé. Nous avons considéré cinq catégories d'individus dont dépendent les taux de cotisations sociales : les salariés non cadres du privé, les salariés cadres du privé, les fonctionnaires, les artisans et commerçants et les professions libérales. Les taux appliqués sont ceux en vigueur à la date de chacune des enquêtes et découlent de l'exploitation de la base de données de l'Institut des Politiques Publiques⁷. Concernant la CSG-CRDS, les taux de CSG sont simplement appliqués aux revenus bruts d'activité et aux autres formes de revenus soumis au paiement de la CSG (revenus de remplacement et revenus du capital).

1.3. La distinction entre femmes et hommes dans les *Comptes de transferts nationaux*

À l'origine, les profils individuels par âge des comptes de transferts nationaux étaient calculés sur l'ensemble de la population sans distinction de sexe. Ce n'est que récemment que la distinction entre femmes et hommes a été introduite (Donehower, 2014 ; Zagheni et Zannella, 2013 ; Hammer *et al.*, 2015 ; Renteria *et al.*, 2016 ; Zanella, 2015 ; Gál *et al.*, 2015 ; Sambt *et al.*, 2016). La question de l'inclusion de la production domestique s'est posée rapidement, car comparer uniquement les revenus rémunérés des femmes et des hommes faisait apparaître des déséquilibres peu pertinents. Les hommes « produisent » (au sens des revenus d'activité) en effet plus que les femmes à la fois en raison de leur participation plus importante au marché du travail et de leurs salaires également plus élevés. La première étape dans la distinction des CTN par sexe a donc été d'inclure la production domestique dans la méthodologie originelle précédemment décrite, en se posant la question de sa valorisation (voir 1.4 ci-dessous). Un deuxième travail supplémentaire a consisté à

7. <http://www.ipp.eu/fr/outils/baremes-ipp/>

« ajuster » sur des agrégats macro les profils individuels des hommes et des femmes établis à partir des enquêtes. Or, la comptabilité nationale ne fournit pas d'agrégats par sexe. On a donc ajusté les profils par âge et sexe de telle sorte qu'ils soient cohérents avec le profil individuel par âge non sexué recalé sur l'agrégat macro correspondant, profil calculé dans les CTN initiaux⁸.

1.4. La valorisation de la production domestique

Pour tenir compte de la production domestique, il faut pouvoir la comparer et l'ajouter aux revenus du travail. Il faut donc mesurer cette activité domestique en unités comparables, c'est-à-dire en unités monétaires. La valorisation monétaire de la production domestique est une question relativement ancienne (Chadeau et Fouquet, 1981), assez bien documentée, mais qui fait toujours débat. La valorisation monétaire de la production non marchande est, en effet, une tâche difficile, ce qui a justifié son exclusion dès la création du concept de revenu national par Kuznets, alors même que ce dernier reconnaissait sa valeur (Jany-Catrice et Méda, 2011). Un argument souvent avancé est que la part de la production domestique est si importante (suivant les scénarios de valorisation, elle peut varier de 22 % à 54 % du PIB, Roy (2012)), et si sensible aux hypothèses retenues pour sa valorisation, que son inclusion fausserait les valeurs nationales. Certains proposent alors de comptabiliser cette production de façon distincte, comme par exemple dans des comptes satellites des ménages (Poissonnier et Roy, 2015). D'un point de vue méthodologique, deux éléments sont à considérer lorsque l'on souhaite donner une valeur monétaire à la production domestique. Le premier concerne le périmètre des activités définies comme du travail domestique. Le deuxième concerne la manière de valoriser ces activités (Blau *et al.*, 2014).

8. Soient Pop_a , Pop_a^H et Pop_a^F , les effectifs totaux, d'hommes et de femmes d'âge a ; y_a^H et y_a^F , les revenus moyens du travail des hommes et des femmes d'âge a calculés à partir de l'enquête *Budget de famille*, puis lissés, mais non réajustés sur les agrégats; \hat{y}_a , les revenus moyens du travail des individus d'âge a (hommes et femmes confondus), « ajustés » sur l'agrégat macro et enfin, les profils que l'on souhaite calculer \hat{y}_a^H et \hat{y}_a^F les revenus moyens du travail des hommes et des femmes d'âge a « ajustés » sur l'agrégat macro. En supposant que $\hat{y}_a^H / \hat{y}_a^F = y_a^H / y_a^F$, on peut écrire que le revenu du travail moyen des hommes d'âge a « recalé » est égal à :

$$\hat{y}_a^H = y_a^H \times \frac{\hat{y}_a}{\left(y_a^H \times \frac{Pop_a^H}{Pop_a} + y_a^F \times \frac{Pop_a^F}{Pop_a} \right)}$$

Dans les définitions les plus communément admises (Chadeau et Fouquet, 1981, Hill, 1979), il faut à la fois que le service, non payé, soit nécessaire à la vie du ménage et qu'il comporte un substitut marchand. Ce dernier critère est au cœur de la définition de la production domestique depuis notamment les travaux de Reid (1934). Le critère productif de l'activité est également ajouté dans la délimitation du périmètre, bien qu'il se confonde le plus souvent – mais pas toujours – avec l'existence d'un substitut marchand. Roy (2012) propose trois périmètres différents, distincts par la prise en compte ou non des activités qu'il est possible de réaliser pour le plaisir (bricolage, jeux avec les enfants...) ainsi que certains trajets associés à ces activités.

Nous choisissons ici de retenir une définition assez large du travail domestique considérant que pour les tâches considérées, il est assez aisé de trouver un substitut marchand. Sont ainsi incluses les activités dites au « cœur de la production domestique » (ménage, linge, cuisine, gestion des comptes), les activités liées aux enfants (soins, devoirs, transport et jeux), les activités de soins aux adultes (aide aux personnes handicapées et dépendantes) ainsi que les activités de « semi-loisir » (jardinage et bricolage, etc.).

Le second choix à réaliser porte sur la valorisation du temps domestique. Bien évidemment, dès que l'on ne dispose pas d'un prix de marché, tout choix de valorisation peut apparaître arbitraire et forcément contestable. Les résultats peuvent changer fortement selon les hypothèses retenues pour la valorisation du travail. Stiglitz *et al.* (2009) retiennent par exemple, pour évaluer le travail domestique, le salaire horaire net d'impôts et des cotisations sociales d'un employé de maison généraliste. On distingue généralement ce type d'approche d'évaluation par les coûts de remplacement (délégation à une tierce personne de l'activité) de celle par les coûts d'opportunité (fondée sur le salaire, ou salaire prédit) de la personne qui effectue ces tâches (Prouteau et Wolff, 2004). Cette dernière méthode peut être critiquée en raison du fait qu'elle impute des valeurs de production différentes à un même bien produit : par exemple la production d'un même repas réalisé à domicile sera évaluée à un prix plus élevé pour une femme ayant un salaire (même potentiel) plus élevé sur le marché du travail que pour une autre, ou pour un homme que pour une femme, les

premiers ayant en moyenne des revenus plus élevés. Cette méthode complique également la valorisation des tâches effectuées par les retraités qui, par définition, ont un coût d'opportunité nul.

Dans le cadre de cet article, la méthode de valorisation par le coût de remplacement a été retenue en utilisant le SMIC super brut (Roy, 2012), car la plupart des tâches domestiques sont suffisamment peu qualifiées pour être réalisées à ce niveau de salaire. On pourra considérer que cela conduit à sous-évaluer la production domestique pour certaines tâches qui demandent plus de qualification ou de compétence. Mais à l'inverse, il est possible d'avancer qu'en l'absence de salaire minimum certaines tâches pourraient être évaluées à un niveau inférieur ; aussi, le sens du biais éventuel est difficile à appréhender.

Les profils par âge de production domestique sont estimés à partir des enquêtes *Emploi du temps* de l'INSEE, qui ont été réalisées en 1985-1986, en 1998-1999 et en 2009-2010. Les années intermédiaires ont été estimées avec une méthode d'interpolation sur la base d'une fonction cubique polynomiale, à l'image des estimations qui ont été réalisées pour les années intermédiaires des profils construits à partir des enquêtes *Budget de famille* pour les CTN (Albis *et al.*, 2015). Ces enquêtes qui interrogent les individus de plus 15 ans (11 ans en 2010)⁹ permettent de mesurer le temps passé aux tâches domestiques et parentales des hommes et des femmes à chaque âge (voir encadré 1 dans Champagne *et al.*, 2015 pour une description plus détaillée des données des trois enquêtes *Emploi du temps* mobilisées).

2. Résultats

Afin de pouvoir comparer les grandeurs au cours du temps, les profils individuels de revenus du marché du travail et de production domestique monétisée présentés ci-après sont divisés par le PIB par habitant. L'évolution entre deux dates des niveaux de ces indicateurs de travail rémunéré ou de production domestique observée refléteront donc une croissance plus ou moins forte par rapport au PIB par habitant de ces variables sur la période consi-

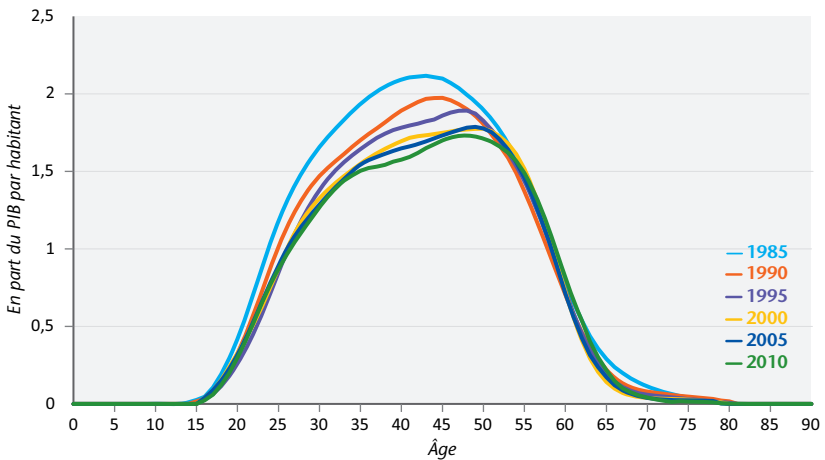
9. Ce changement de champ est à l'origine du léger décalage de la courbe de 2010 des temps aux jeunes âges dans les graphiques sur les temps domestiques.

dérée. On rappelle que les profils individuels moyens par âge sont calculés sur l'ensemble de la population à chaque âge. Ainsi, par exemple, les revenus du travail moyens à 40 ans correspondent aux revenus du travail perçus par l'ensemble des individus âgés de 40 ans (qu'ils travaillent ou non), rapportés à la population du même âge.

2.1. Une baisse tendancielle marquée des revenus moyens du travail pour les hommes par rapport à la richesse par habitant, moins importante pour les femmes

Sur la période 1985-2010, on observe une baisse importante du ratio des revenus individuels moyens du travail rémunéré des hommes par rapport au PIB/habitant (graphique 1). Si en 1985, un homme de 45 ans percevait un revenu du travail moyen égal à 2,1 fois la richesse par habitant, en 2010, le ratio n'était plus que de 1,7. Cette baisse s'observe pour toutes les classes d'âges actives, même si on constate un ralentissement sur les dernières années. Deux raisons peuvent être avancées. La première, qui explique une partie de la baisse sur la période 1985-1990, est liée à la diminution de la part des salaires dans la valeur ajoutée (Askenazy *et al.*, 2012). Cette part reste par la suite relativement stable. La poursuite de la baisse du ratio du revenu individuel du travail des hommes par rapport au PIB/

Graphique 1. Revenus individuels sur le marché du travail – Hommes
France 1985-2010



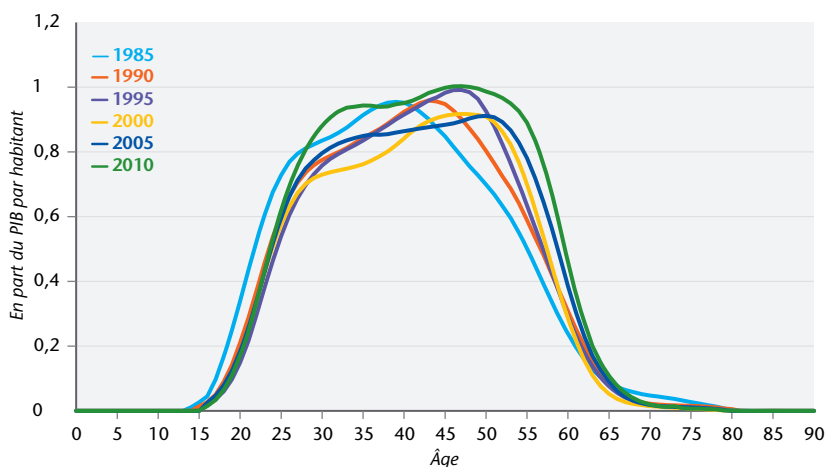
Sources : enquêtes INSEE Budget de famille 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

habitant s'explique par la hausse de la part des femmes dans les revenus du travail. Il faut noter que sur la période 1990-2000, la part des revenus agrégés est relativement stable (cf. graphique A1 de l'annexe) malgré une baisse des revenus individuels du travail (mesurée par rapport au PIB par habitant). Une explication possible repose sur l'arrivée des générations nombreuses du baby-boom à des âges où elles perçoivent des revenus élevés (cf. annexe).

On observe également un décalage au fil du temps vers la droite du mode de la distribution de 43 ans en 1985 à 48 ans en 2010. Ceci s'explique par des débuts de carrière retardés à la fois par l'allongement des études et une plus grande précarité au moment de l'entrée sur le marché du travail mais également par une possible déformation des profils de rémunération avec l'âge (Baudelot et Gollac, 1997) avec des pics de carrière plus tardifs.

Ce déplacement est également observé pour les femmes (cf. graphique A2 de l'annexe), de manière encore plus marquée, le mode se déplaçant de 39 ans en 1985 à 47 ans en 2010. Les ressources marchandes des femmes sont nettement moins élevées et représentent environ la moitié de celles des hommes. Le profil par âge des revenus du travail des femmes présente sur la période

**Graphique 2. Revenus individuels sur le marché du travail – Femmes
France 1985-2010**



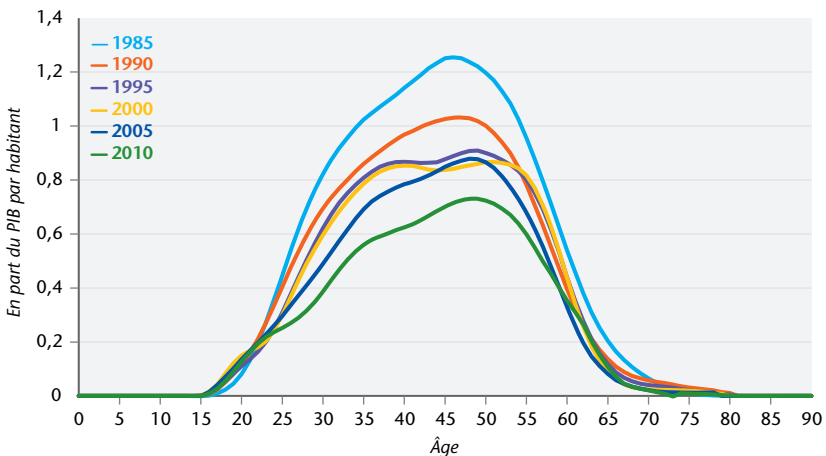
Sources : enquêtes INSEE Budget de famille 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

récente deux bosses avec une période assez plate ou creusée entre les deux, correspondant aux périodes de retrait partiel ou complet du marché du travail associées aux âges où les enfants sont jeunes. L'extension du congé parental dès le deuxième enfant à partir de 1994 (seulement accessible aux parents de trois enfants auparavant) a incité certaines mères à s'interrompre partiellement ou à se retirer du marché du travail (Piketty, 2005 ; Pailhé et Solaz, 2012) et pourrait être à l'origine de ce creusement des courbes les femmes observable depuis 2000.

En revanche, la très forte baisse des revenus par rapport à la richesse par habitant observée chez les hommes est beaucoup moins marquée chez les femmes, avec même une hausse entre 2000 et 2010. Ainsi, une femme de 45 ans percevait en moyenne des revenus du travail représentant 85 % de la richesse par habitant en 1985, alors qu'en 2010, une femme du même âge perçoit en moyenne des revenus du travail équivalents à 100 % de la richesse par habitant, c'est-à-dire que richesse par habitant et revenu du travail moyen à ces âges sont similaires.

Au cours de la période, les écarts de revenus individuels du travail entre les femmes et les hommes se sont ainsi réduits à tous les âges actifs (graphique 3). Les profils se superposent entre 15 et

Graphique 3. Différence des revenus individuels sur le marché du travail entre les hommes et les femmes – France 1985-2010



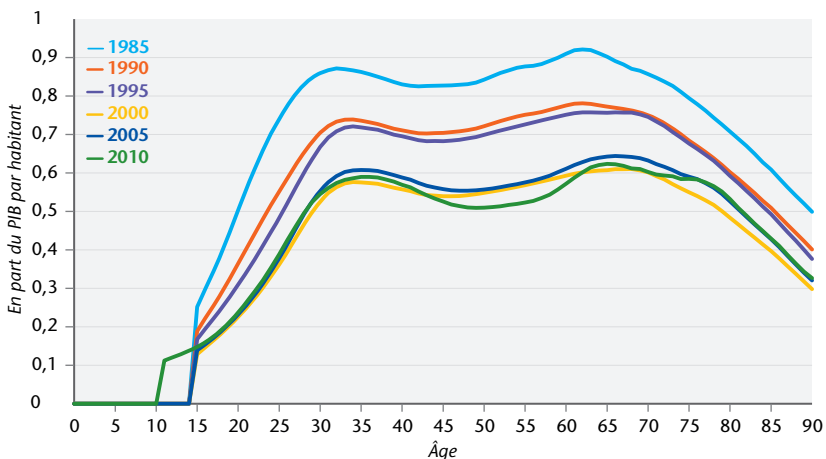
Sources : enquêtes INSEE Budget de famille 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

22 ans, tandis qu'entre 23 et 60 ans, l'écart diminue très nettement. À l'âge de 46 ans (mode de la distribution en 1985), l'écart des revenus individuels entre les femmes et les hommes a été divisé par près de deux entre 1985 et 2010. Nous montrerons ci-dessous que la diminution de l'écart entre les hommes et les femmes s'explique par une forte diminution du temps sur le marché du travail des hommes en moyenne (effet du chômage, politiques de réduction du temps de travail) qui n'est pas observée pour les femmes : ce temps sur le marché du travail est resté relativement stable sur la période, en raison de leur plus grande participation au marché du travail. La tendance générale à la diminution du temps au niveau individuel a été contrebalancée, pour ces dernières, par l'augmentation de leur participation au marché du travail.

2.2. Une baisse de la production domestique sur la période 1985-2010

Les profils de production domestique des femmes (graphique 4) sont très différents de ceux des hommes (graphique 5). Si pour les femmes les profils des revenus du travail rémunéré présentent un palier autour des 30 ans, une bosse apparaît aux mêmes âges dans le profil de production domestique. Elle est à mettre en lien avec la

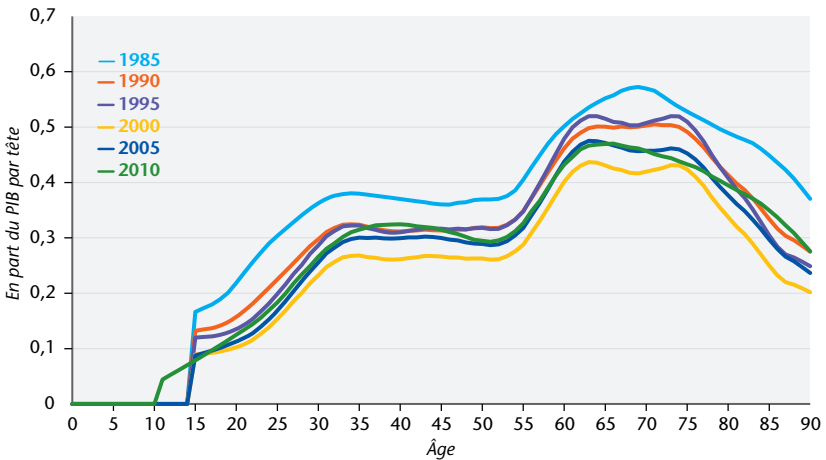
Graphique 4. Production domestique – Femmes
France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010 et calculs des auteurs.

présence d'enfants, l'âge moyen à la première maternité étant de 30 ans en 2010 et étant égal à 25 ans en 1985. Le travail domestique est maximal à ces âges d'entrée en parentalité puis diminue ensuite quand les enfants grandissent et requièrent ainsi moins d'attention, et reste quasi-stable jusqu'aux âges de la retraite. Pour des âges plus avancés, la production domestique diminue. À ces âges, les incapacités sont plus fréquentes et affectent la réalisation des tâches domestiques. À cela s'ajoute l'effet du veuvage ; les femmes veuves diminuant nettement leur travail domestique (Anxo *et al.*, 2010).

Graphique 5. Production domestique – hommes – France
1985-2010



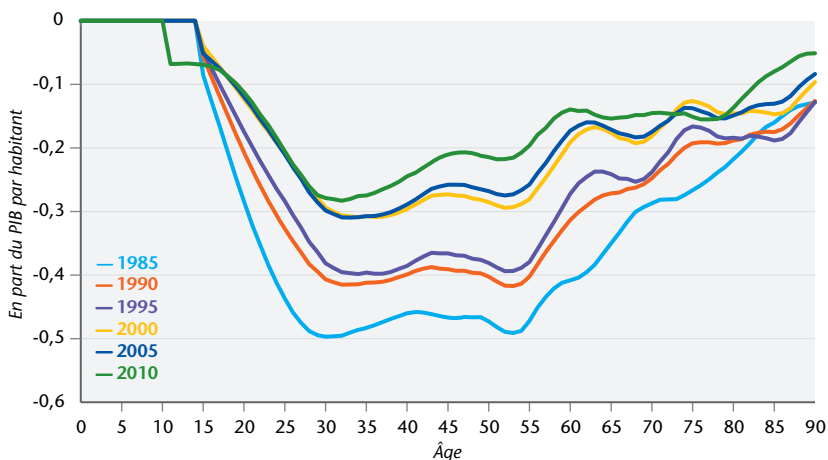
Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010 et calculs des auteurs.

Pour les hommes, le profil de production domestique présente une forme en escalier. Une première marche correspond à l'arrivée des enfants et une seconde aux âges de la retraite. Être aux âges actifs ou à la retraite se caractérise par une grande différence entre les hommes et les femmes. La production domestique des hommes est bien plus élevée à la retraite qu'aux âges actifs, la différence n'étant pas associée à une rupture à la hausse aussi marquée pour les femmes. Une explication pourrait être l'écart d'âge entre conjoints à l'avantage de l'homme qui rend plus probable la situation où l'homme est retraité et la femme encore active que la situation inverse et qui pourrait expliquer ce surinvestissement. Le profil de production domestique des hommes décroît ensuite avec l'âge, de la même manière que pour les femmes.

Tout comme pour les revenus du travail, le ratio entre la production domestique et le PIB par habitant diminue entre 1985 et 2010¹⁰. Mais la diminution n'est pas de la même ampleur pour les hommes et les femmes. Les profils par âge des hommes diminuent nettement moins rapidement que ceux des femmes. À l'âge de 45 ans, cette baisse est de 13 % entre 1985 et 2010 pour les hommes (graphique 5) et de 37 % pour les femmes (graphique 4). Le temps consacré à l'activité domestique a baissé de manière importante pour les femmes sur la période, celui des hommes restant relativement stable. Sur la période 2000-2010, la production domestique des femmes se stabilise, celle des hommes augmentant légèrement, en particulier aux âges de la paternité. Le temps passé avec les enfants est en effet en augmentation. La diminution globale observée caractérise donc plutôt le début de la période de 1985 à 2000.

Les écarts de production domestique entre les femmes et les hommes ont baissé à tous les âges sur la période (graphique 6), de manière plus marquée dans la seconde moitié des années 1980

Graphique 6. Différence dans la production domestique entre les hommes et les femmes – France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010 et calculs des auteurs.

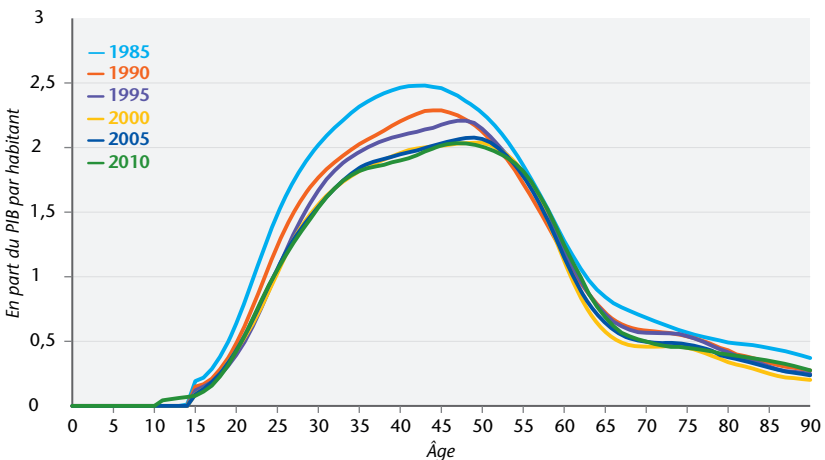
10. Le smic horaire brut, qui est utilisé pour valoriser la production domestique, et le PIB par habitant ont connu des taux de croissance différents sur la période. Ainsi, par exemple, entre 1985 et 1990, la croissance du PIB par habitant a été de 35 % alors que celle du Smic horaire brut a été de 19 %.

et des années 1990 que récemment. Toutefois, cet écart reste important. Au premier pic de la distribution en 2010, à 32 ans, la production domestique des hommes représente seulement la moitié de celle des femmes.

2.3. Une diminution des écarts de « production globale » entre les hommes et les femmes

Notre objectif est de comparer la contribution globale des hommes et des femmes en tenant compte des deux dimensions que sont les revenus du travail rémunéré et le travail domestique. Pour simplifier la terminologie, nous appelons « production globale » la somme des revenus du travail et des « revenus » associés à la production domestique. Les deux revenus n'ont évidemment pas le même statut car le second n'est pas perçu par la personne. Toutefois, le travail domestique a une valeur monétaire incontestable puisqu'il réduit l'externalisation des tâches et la consommation marchande de biens et services. On observe une baisse de « la production globale » à chaque âge sur la période considérée, aussi bien pour les hommes (graphique 7) que pour les femmes (graphique 8), avec une stabilisation entre les années 2000 et 2010. La baisse est toutefois plus marquée pour les femmes aux

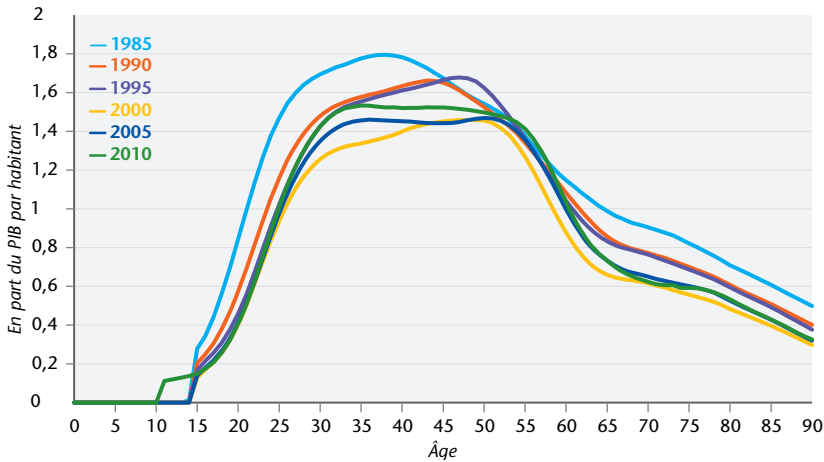
Graphique 7. Somme des revenus du travail et de la production domestique valorisée – Hommes – France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

âges de la retraite car la baisse de leur participation domestique est plus visible à ces âges où il n'y a plus de participation au marché du travail. Par ailleurs, on constate un déplacement du mode de la distribution vers la droite pour les deux sexes, principalement porté par celui de la distribution des revenus sur le marché du travail.

Graphique 8. Somme des revenus du travail et de la production domestique valorisée – Femmes – France 1985-2010



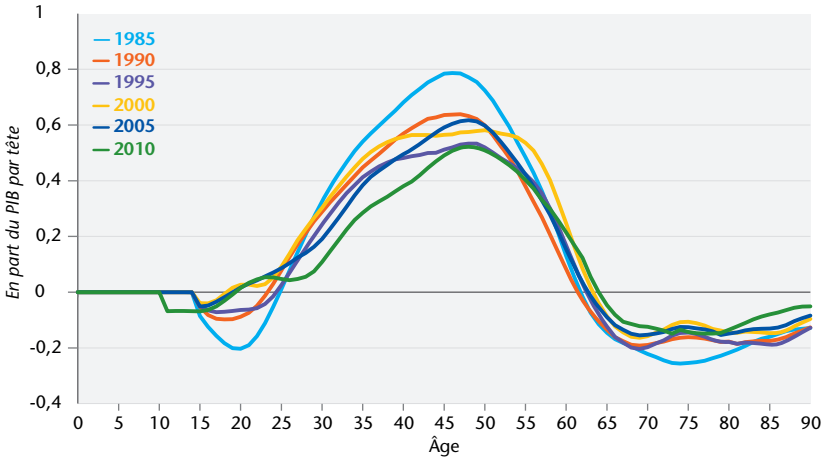
Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

L'analyse de l'écart entre la « production globale » des hommes et des femmes fait apparaître plusieurs résultats originaux. Le graphique 9 montre une réduction des différences au cours de la période 1985-2010. Cette différence se caractérise par des périodes de vie au cours desquelles les femmes et les hommes, à tour de rôle, contribuent davantage. Durant les périodes de jeunesse et de retraite, les femmes contribuent plus que les hommes, du fait de la production domestique¹¹ qui joue un rôle prépondérant à ces âges et est plus importante pour les femmes. En revanche, durant la période d'activité, les hommes contribuent davantage que les femmes du fait de leurs revenus sur le marché du travail plus

11. Les filles de 15-23 ans vivant chez leurs parents passent déjà presque deux fois plus de temps au travail domestique que les garçons dans la même situation (Solaz et Wolff, 2015).

importants. La délimitation de ces périodes est stable au cours des quinze dernières années. On constate une diminution de l'ampleur de ces différences au fil des années (en valeur absolue), évoquant une possible convergence des contributions des hommes et femmes à la « production globale ».

Graphique 9. Différence de la somme des revenus du travail et de la production domestique valorisée entre les hommes et les femmes – France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

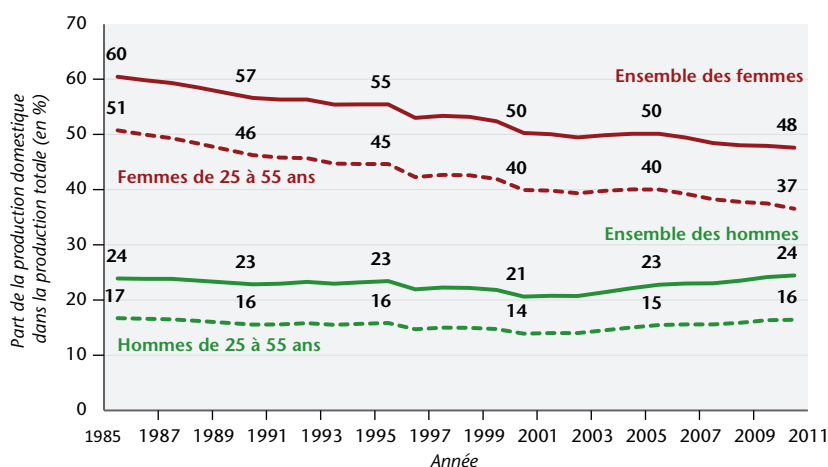
2.4. Travail rémunéré et travail domestique : la contribution globale des femmes reste stable entre 1985 et 2010

En multipliant les profils moyens par âge par les effectifs à chaque âge, on peut calculer au niveau agrégé les revenus du travail, la production domestique et la « production globale », somme des deux précédents, ainsi que la part des femmes dans chacun de ces agrégats. On se restreint à la population des 25 ans à 55 ans, car ces âges bornent la période la plus productive sur le marché du travail (pour les femmes, les revenus à ces âges représentent 80,1 % de l'ensemble des revenus du travail rémunéré en 2010¹²). Disposer des données désagrégées par âge des CTN permet en effet de se focaliser sur les classes d'âges actives.

12. Cette proportion est 80,2 % pour les hommes.

Durant la période 1985-2010, la part de la production domestique des femmes dans leur « production globale » a connu une baisse importante. Pour les femmes âgées de 25 à 55 ans, la production domestique représentait un peu plus de la moitié de leur « production globale » en 1985, elle n'est plus que de 37 % en 2010 (graphique 10). La tendance est similaire au sein de l'ensemble des femmes, pour lesquelles la part de la production domestique baisse de 60 % à 48 % entre 1985 et 2010.

Graphique 10. Part de la production domestique des femmes et des hommes dans leur « production globale » respective – France 1985-2010



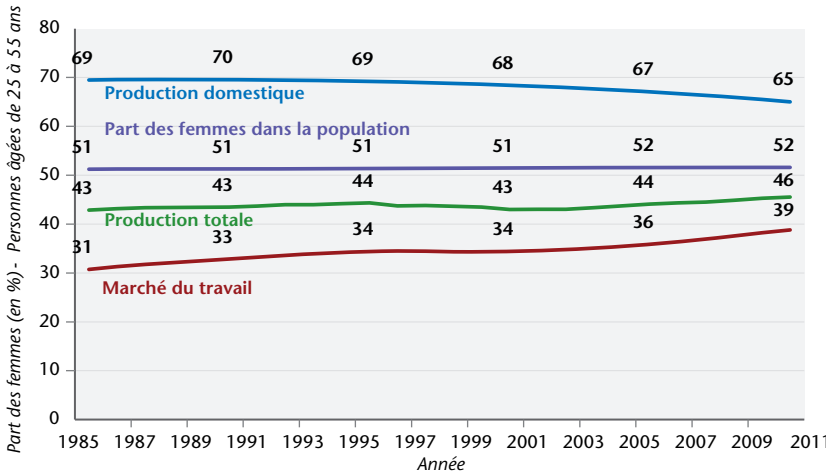
Note : La « production globale » est la somme des revenus du travail rémunéré et de la valorisation de la production domestique.

Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

Si on considère la part des femmes de 25 à 55 ans dans les revenus du travail de l'ensemble des 25-55 ans, on constate une augmentation régulière sur la période 1985-2010, passant de 31 à 39 % (graphique 11). Cette évolution est concomitante à une baisse de leur part dans la production domestique, qui passe en quinze ans de 69 % à 65 %. Cette double évolution conduit à une contribution des femmes à la « production globale » remarquablement stable entre 1985 et 2006, période durant laquelle elle oscille entre 43 % et 44 %. Elle augmente de deux points de pourcentage entre 2006 et 2010 pour atteindre 46 %, sans qu'il soit pour autant possible de

marquer une réelle rupture sur le long terme¹³. La hausse des revenus du travail rémunéré des femmes – dont la part a augmenté de près de 8 % dans la « production globale » – est donc presque intégralement compensée par la baisse de leur contribution à la production domestique, dont la part dans la « production globale » a baissé de 5,1 % sur la période (tableau 1).

Graphique 11. Part de la production domestique, des revenus du travail et de la « production globale » réalisée par les femmes – France 1985-2010
Personnes âgées de 25 à 55 ans



Note : La « production globale » est la somme des revenus du travail rémunéré et de la valorisation de la production domestique.

Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

Il faut cependant noter que malgré ce léger rattrapage en fin de période, la contribution globale des femmes de 25 à 55 ans est systématiquement et significativement inférieure à celle des hommes. Cette différence provient entre autres des choix d'investissement des femmes dans des sphères moins productives (la sphère privée plutôt que le marché du travail), une possible sous-estimation de la valeur monétaire de la production domestique, ou

13. Il convient de noter que ce résultat est propre à cette classe d'âge. Si on considère la population totale, la situation apparaît plus égalitaire entre les hommes et les femmes. En 2010, la contribution globale des femmes atteint alors 48 %. Cette relative égalité résulte d'une production domestique des femmes en retraite plus importante que celle des hommes aux mêmes âges (graphique 6). De plus, l'évolution de la situation des femmes apparaît plus stable si on considère la population totale, la contribution des femmes passant de 47 % en 1985 à 48 % en 2010.

encore de la moindre rémunération des femmes en raison des discriminations sur le marché du travail, de la segmentation du marché du travail, des pertes en capital humain ou des pénalités liées à la maternité (Ponthieux et Meurs, 2015).

Tableau 1. Décomposition de l'évolution de la contribution des femmes dans la production globale, période 1985-2000

Points de pourcentage

Période	Évolution de la contribution des femmes à la « production globale »	Décomposition	
		Part du travail rémunéré	Part de la production domestique
1985-1990	+0,61	+2,25	-1,65
1990-1995	+0,86	+1,18	-0,32
1995-2000	-1,37	+1,26	-2,62
2000-2005	+1,11	+0,65	+0,46
2005-2010	+1,44	+2,43	-0,99
1985-2010	+2,65	+7,77	-5,12

Note : La « production globale » est la somme des revenus du travail rémunéré et de la valorisation de la production domestique.

Lecture : entre 1985 et 1990, la contribution des femmes à la « production globale » a augmenté de 0,61 points de pourcentage, pour passer de 42,9 % à 43,5 %. Cette évolution résulte d'une hausse de 2,25 points de la part du travail rémunéré et d'une baisse de 1,65 point de pourcentage de la part de la production domestique.

Sources : enquêtes INSEE *Budget de famille* 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

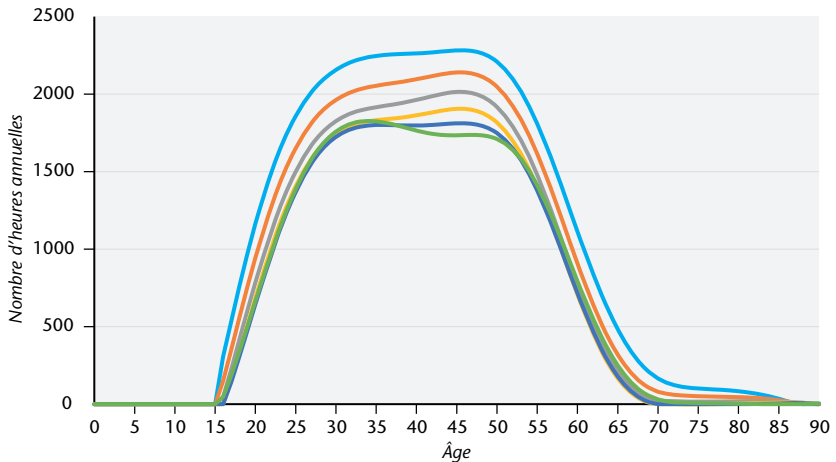
Cette relative stabilité de la contribution globale des femmes entre 1985 et 2010 n'était pas forcément attendue. On aurait pu la comprendre en raisonnant en temps de travail : le temps sur le marché du travail n'est plus disponible pour les activités domestiques. Mais raisonner en termes monétaires rend l'exercice plus complexe. En effet, le temps domestique est valorisé au salaire minimum alors que le temps rémunéré est valorisé au salaire perçu. Or, la rémunération des femmes a eu tendance à augmenter sur la période, notamment du fait de l'accroissement de leur qualification. La quasi stabilité observée signifie donc que la diminution du travail domestique a été suffisamment importante pour quasiment compenser la diminution de l'écart entre les revenus du travail rémunéré des hommes et des femmes. Les données monétisées ont tendance à dissimuler ce niveau de basculement en termes de temps investi, car elles incluent à la fois des informations sur le temps de travail mais aussi sur la valeur attribuée à ce temps, valeur qui a pu évoluer sur la période, en particulier lors des revalorisa-

tions du salaire minimum. Dans la partie suivante, on s'intéresse ainsi plus particulièrement aux évolutions des profils de temps de travail domestique et rémunéré.

2.5. Quelle évolution des temps de travail rémunéré et domestique ?

On observe une baisse du nombre d'heures travaillées par les hommes à tous les âges (graphique 12). On peut lier ces évolutions à la baisse du temps de travail légal sur la période et à la montée du chômage et des préretraites.

Graphique 12. Temps de travail rémunéré individuel – hommes
France 1985-2010

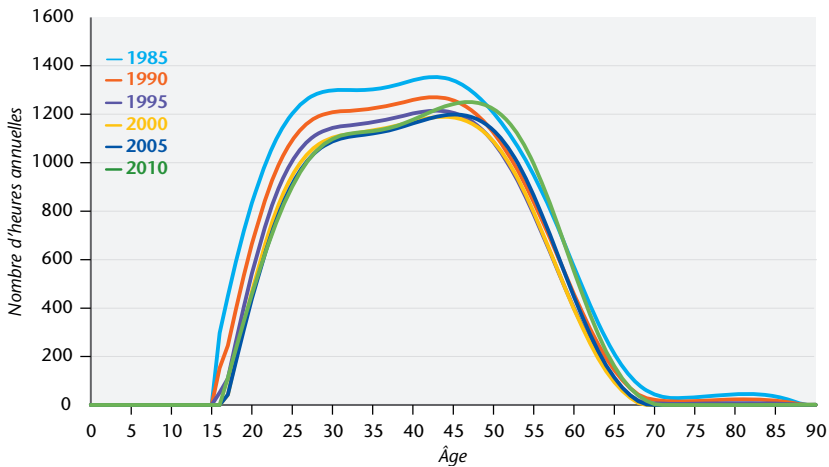


Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

Le constat est différent pour les femmes. Si la participation des femmes a également un peu fléchi entre 15 et 40 ans (graphique 13), elle augmente légèrement après 40 ans, et ce jusqu'à la retraite. Se combinent ici deux évolutions. Les femmes sont concernées comme les hommes par la baisse du temps de travail et par la hausse du chômage. Elles connaissent aussi davantage la montée du temps partiel (Afsa et Buffeteau, 2006). Mais cette baisse du temps de travail rémunéré est relativement moins importante que celle des hommes car elle est compensée par la participation accrue des femmes au marché du travail sur la période. Ces deux évolutions

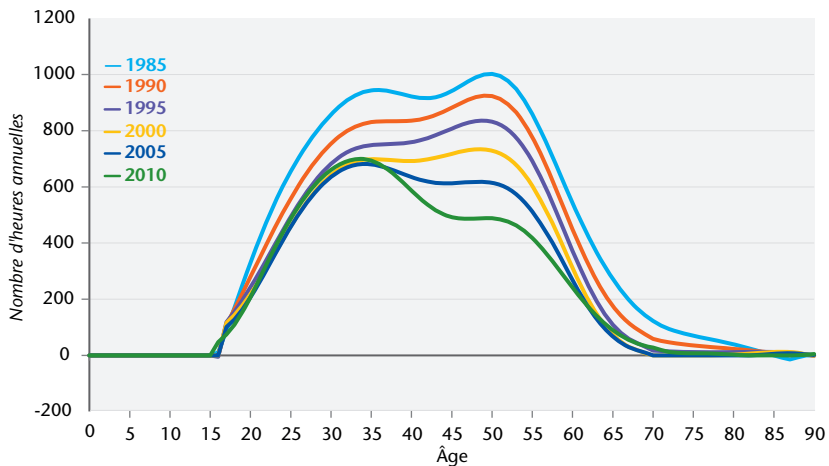
conduisent à une réduction des inégalités entre les hommes et les femmes sur le marché du travail. L'écart de temps travaillé diminue à tous âges, mais de manière particulièrement marquée entre 35 et 55 ans (graphique 14).

**Graphique 13. Temps de travail rémunéré individuel – femmes
France 1985-2010**



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

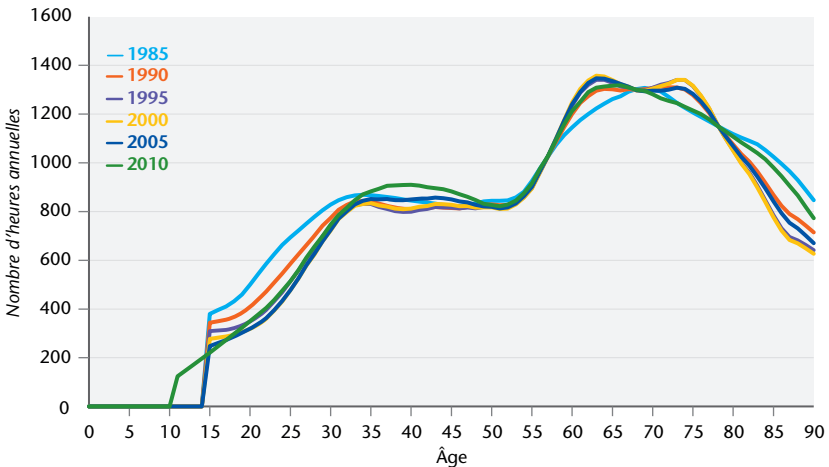
**Graphique 14. Différence individuelle hommes-femmes /
Temps de travail rémunéré – France 1985-2010**



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

Le temps consacré aux activités domestiques par les hommes et les femmes suit une autre dynamique. Les femmes se sont progressivement désengagées à tous les âges (graphique 16), alors que le comportement des hommes présente une forte stabilité (graphique 15). La réduction des inégalités entre les femmes et les hommes en termes de temps domestique résulte ainsi essentiellement du transfert des femmes de la sphère domestique vers le marché du travail, le comportement des hommes ayant peu évolué (graphique 17).

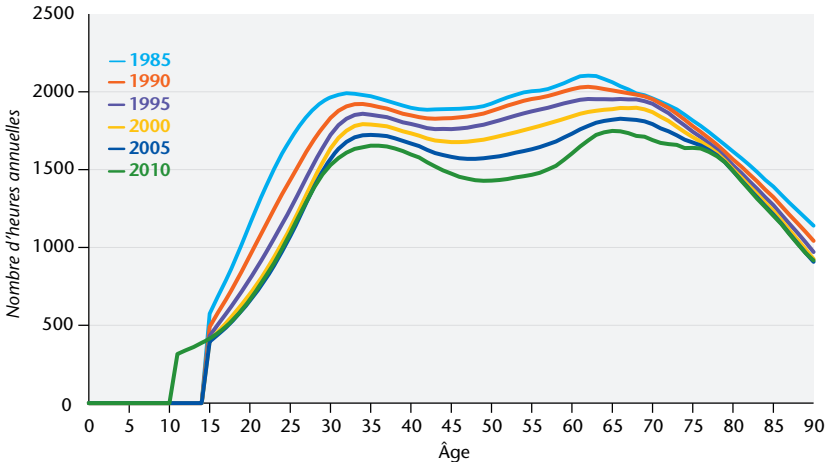
**Graphique 15. Temps domestique individuel – hommes
France 1985-2010**



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

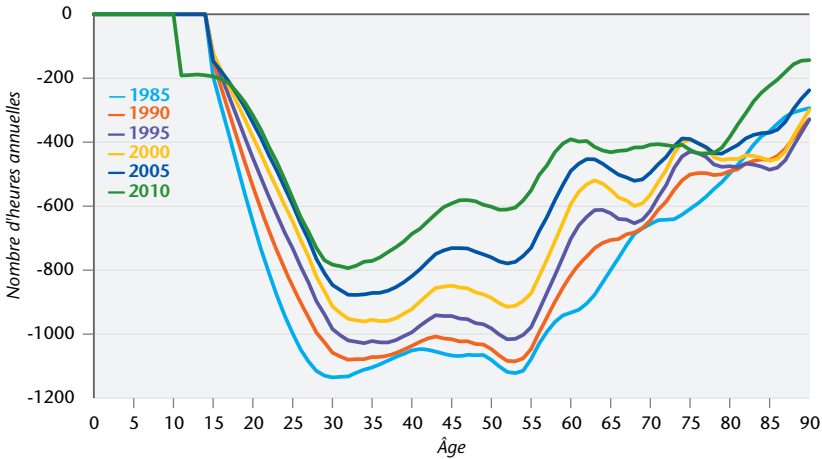
En combinant temps de travail rémunéré et temps consacré aux activités domestiques, on observe que le temps de travail total des femmes est plus important que celui des hommes à chaque âge, pour tous les âges et pour toutes les périodes étudiées. Mais l'écart total entre les hommes et les femmes s'est dans l'ensemble réduit entre 1985 et 2010 (graphique 18). Au final, le désengagement relatif des hommes (par rapport aux femmes) sur le marché du travail semble donc un peu moins important que le désengagement relatif des femmes (par rapport aux hommes) en termes de production domestique. La relative stabilité de la contribution des femmes dans la « production globale » (graphique 11) peut ainsi s'expliquer par le fait que la baisse un peu plus marquée du temps

Graphique 16. Temps domestique individuel – femmes
France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

Graphique 17. Différence individuelle hommes-femmes / Temps domestique
France 1985-2010

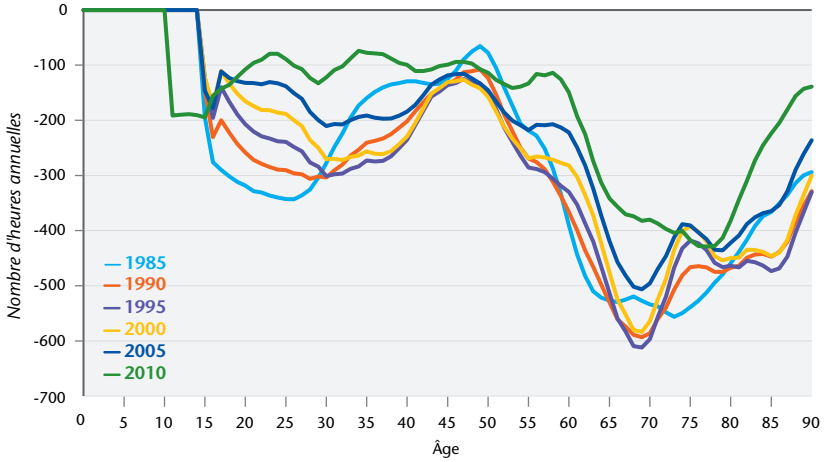


Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

global travaillé pour les femmes est compensée par une valorisation de chaque heure plus élevée sur le marché du travail que dans la production domestique.

Ce résultat d'une évolution quasi stable de la contribution des femmes à la « production » globale (de 43 % à 46 %) résulte en

Graphique 18. Différence individuelle hommes-femmes / Temps de travail total (domestique et rémunéré) – France 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE *Emploi du temps* 1985, 1999 et 2010, et calculs des auteurs.

partie de l'hypothèse faite sur la méthode de valorisation de la production domestique. On a en effet retenu dans cet article une valorisation au SMIC super brut mais d'autres choix auraient pu être faits. Supposons par exemple qu'on retienne le SMIC net, qui conduit à une valorisation moindre de la production domestique. La part des femmes dans la production globale serait un peu plus faible en 1985, de l'ordre de 40 % et connaîtrait une hausse un peu plus rapide pour atteindre 45 % en 2010. La proximité des résultats en 2010 selon les deux modes de valorisation s'explique par l'écart réduit entre SMIC super brut et SMIC net, en raison de la politique d'exonération des charges sociales. Outre les inconvénients précédemment mentionnés, il est difficile d'appréhender si une valorisation au salaire (potentiel pour les personnes qui ne sont pas en activité), augmenterait ou réduirait la contribution des femmes (leur temps domestique serait davantage valorisé mais celui des hommes, bien que plus faible, également, car ils ont des salaires plus élevés en moyenne).

Le périmètre de définition des activités domestiques a aussi une influence sur les résultats. Selon les trois périmètres du travail domestique considérés par Roy (2012), respectivement restreint, intermédiaire et extensif, le temps domestique varie quasiment du simple au double (resp. 2h07 par jour ; 3h04 et 3H53). Par ailleurs,

au-delà de l'évaluation du temps passé, le choix du périmètre n'est pas neutre sur les inégalités entre hommes et femmes. Plus la définition du périmètre est restreinte et plus la part réalisée par les femmes est importante. Toutefois, il n'est pas sûr que ces choix de définitions du périmètre de l'activité domestique influence les tendances de long terme car la répartition sexuée des tâches est assez persistante au cours du temps.

On peut aussi remarquer que le système socio-fiscal français *via* le quotient conjugal et familial et le versement de certaines prestations sociales (dont celles associées au congé parental par exemple) peut d'une certaine manière rétribuer indirectement une partie du temps passé dans la sphère domestique. Toutefois, étant donné que cette aide publique n'est pas systématique (cela concerne certaines configurations familiales seulement), qu'elle est rarement liée à la quantité de travail domestique fournie, et qu'elle peut jouer en sens inverse (l'accès à certains minima sociaux est moindre quand on a un conjoint actif), il est très difficile d'en tenir compte dans une approche globale comme celle adoptée ici.

3. Conclusion

Les CTN pour la France permettent sur longue période, de 1985 à 2010, de dresser un constat des évolutions par âge des revenus du travail rémunéré, de la production domestique, aussi bien en heures travaillées qu'en valeur monétaire, et ce, pour les hommes et pour les femmes, enrichissant ainsi les travaux sur les inégalités dans ce domaine.

Utilisant les données désagrégées par âge des CTN, cet article met en évidence une relative stabilité sur la période considérée (43 % en 1985 à 46 % en 2010) de la contribution des femmes âgées de 25 à 55 ans à la production totale, calculée comme la somme des revenus du travail rémunéré et de la valorisation de la production domestique au salaire minimum. Ce résultat n'était pas forcément attendu. On aurait en effet pu penser que la participation plus importante des femmes au marché du travail au cours des trente dernières années aurait abouti à ce que leur part dans cette production globale ainsi calculée soit aujourd'hui plus importante. Nous montrons que ceci s'explique notamment par les évolutions relatives des temps de travail rémunéré et domestique des femmes.

À la différence des hommes, pour lesquels on constate une baisse des heures annuelles travaillées, engendrée par la législation du temps de travail et la montée du chômage sur la période 1985-2010, les femmes ont partiellement compensé cette baisse par leur plus grande participation au marché du travail. Parallèlement, les femmes se sont également massivement désengagées de la sphère domestique alors que les hommes n'ont que marginalement modifié le temps consacré aux activités domestiques. Or, étant donné qu'une heure de production domestique est moins valorisée qu'une heure de travail rémunéré dans notre scénario, ces évolutions se sont traduites par la stabilité de la contribution des femmes dans la production totale. Cette stabilité ne doit donc pas masquer le fait que la part de la production rémunérée dans la production totale des femmes a augmenté sur la période permettant ainsi une plus large autonomie financière, cruciale notamment en cas de rupture familiale.

Références bibliographiques

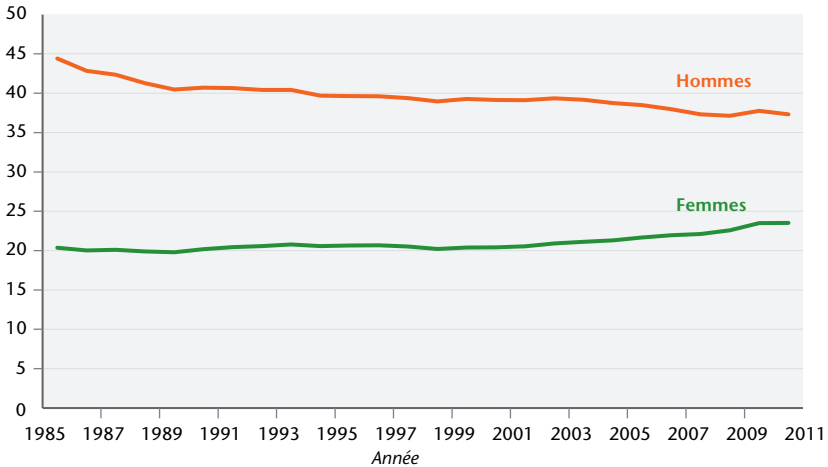
- Afsa C. et S. Buffeteau, 2006, « L'évolution des taux d'activité en France : les femmes rattrapent-elles les hommes ? », *Économie et Statistique*, 395-396, 85-97.
- Albis (d') H., C. Bonnet, N. El Mekkaoui, A. Greulich, J. Navaux, J. Pelletan, A. Solaz, E. Stancanelli, H. Toubon, F. -C. Wolff et H. Xuan, 2013, *Étude portant sur la répartition des prélèvements et des transferts entre les générations en France*, Étude pour le Commissariat général à la stratégie et à la prospective.
- Albis (d') H., C. Bonnet, J. Navaux, J. Pelletan, H. Toubon et F. -C. Wolff, 2015, « The Lifecycle Deficit in France, 1979-2005 », *The Journal of the Economics of Ageing*, 5 : 79-85.
- Albis (d') H., C. Bonnet, J. Navaux, J. Pelletan et F.-C. Wolff, 2016a, « À quels âges les revenus excèdent-ils la consommation ? 30 ans d'évolution en France », *Population & Sociétés*, 529, janvier.
- Albis (d') H., C. Bonnet, J. Navaux, J. Pelletan et F.-C. Wolff, 2017, « Le déficit de cycle de vie en France : une évaluation pour la période 1979-2011 », *Économie et Statistique*, 491-492.
- Albis (d') H. et D. Moosa, 2015, « Generational Economics and the National Transfer Accounts », *Journal of Demographic Economics*, 81: 409-441.
- Anxo D., L. Mencarini, A. Pailhé, A. Solaz, M. -L. Tanturri and L. Flood, 2011, « Gender differences in time-use over the life-course. A compara-

- tive analysis of France, Italy, Sweden and the United States », *Feminist Economics*, 17 (3): 159-195.
- Askenazy P., G. Cette et A. Sylvain, 2012, *Le partage de la valeur ajoutée*, La Découverte, Coll. Repères, 128 p.
- Baudelot C. et M. Gollac, 1997, « Le salaire du trentenaire : question d'âge ou de génération ? », *Économie et Statistique*, 304 (1) : 17-35.
- Bianchi S., L. Sayer, M. Milkie, J. Robinson, 2012, « Housework: Who did, does or will do it, and how much does it matter? », *Social Forces*, 91 (1) : 55-63.
- Blau F. D., M. A. Ferber et A. Winkler, 2014, *The economics of women, men and work*, Pearson, 7th edition, 480 p.
- Burda M., D. S. Hamermesh et P. Weil, 2012, « Total Work and Gender: Facts and Possible Explanations », *SFB 649 Discussion Paper*, 007.
- Chadeau A., Fouquet A., 1981, *Le travail domestique. Essai de quantification*, Paris, INSEE.
- Champagne C., A. Pailhé et A. Solaz, 2015, « 25 ans de participation des hommes et des femmes au travail domestique : quels facteurs d'évolutions ? », *Economie et Statistique*, 478-479-480: 209-242.
- Dares, 2012, Les disparités sur le marché du travail entre les femmes et les hommes : une analyse sur longue période, *Dares Analyses*, n° 015, mars.
- Donehower, G., 2014, Incorporating Gender and Time Use into NTA: Estimating NTA and National Time Transfer Accounts by Sex. <http://www.ntaccounts.org/web/nta/show/Gender,%20Time%20use>.
- Gál R., E. Szabóc, L. Vargha, 2015, « The age-profile of invisible transfers: The true size of asymmetry in inter-age reallocations », *The Journal of the Economics of Ageing*, 5 : 98-104.
- Gimenez-Nadal J. I., A. Sevilla, 2012, « Trends in Time Allocation: A Cross-country Analysis », *European Economic Review*, 56(6): 1338-1359.
- Hammer B., A. Prskawetz et I. Freund, 2015, « Production activities and economic dependency by age and gender in Europe: A cross-country comparison », *The Journal of the Economics of Ageing*, 5: 86-97.
- Hill T. P., 1979, « Do-it-Yourself and GDP », *Review of Income and Wealth*, 31 : 31-40.
- Jany-Catrice F., D. Meda, 2011, « Femmes et richesse : au-delà du PIB », *Travail, Genre et Sociétés*, 26 : 147-171.
- Lee R. D., A. Mason, eds., 2011, *Population Aging and the Generational Economy: A Global Perspective*, Edward Elgar, Northampton, Massachusetts, 616 p.
- Morin T., N. Remila, 2013, « Le revenu salarial des femmes reste inférieur à celui des hommes », *Insee Première*, n° 1436.
- Nordhaus W. D., J. Tobin, 1973, « Is growth obsolete? », In Moss, M. (Ed.), *The Measurement of Economic and Social Performance*, NBER, p509-564. <http://www.nber.org/chapters/c3621>.

- Pailhé A., A. Solaz, 2012, « Durée et conditions de retour à l'emploi des mères après une naissance », *Retraites et sociétés*, 2012/2, 63 : 51-77.
- Piketty T., 2005, « L'impact de l'allocation parentale d'éducation sur l'activité féminine et la fécondité en France, 1982-2002 », in Lefèvre C., Filhon A. (dir.), *Histoires de familles, histoires familiales, Les Cahiers de l'Ined*, 156 : 79-109.
- Poissonnier A. et D. Roy, 2015, « Household Satellite Account for France Methodological Issues on the Assessment of Domestic Production », *Review of Income and Wealth*, online version first.
- Ponthieux S., D. Meurs, 2015, « Gender Inequality », in A. Atkinson et F. Bourguignon (dirs.) *Handbook on Income Distribution*, vol 2A, Elsevier.
- Prouteau L., F. C. Wolff, 2004, « Le travail bénévole : un essai de quantification et de valorisation », *Economie et Statistique*, 373 : 33-56.
- Reid M., 1934, *Economics of household production*, New York: J. Wiley & Sons.
- Rentería E., R. Scandurra, G. Souto et C. Patxot, 2016, « Intergenerational money and time transfers by gender in Spain: Who are the actual dependants », *Demographic Research*, 34(24) : 689-704.
- Ricroch L., 2012, « En 25 ans, moins de tâches domestiques pour les femmes, l'écart de situation avec les hommes se réduit », *Femmes et hommes - Regards sur la parité*, INSEE.
- Roy D., 2012, « Le travail domestique : 60 milliards d'heures en 2010 », *Insee Première*, n° 1423.
- Solaz A., F.-C. Wolff, 2015, « Intergenerational Correlation of Domestic Work: Does Gender Matter? », *Annals of Economics and Statistics*, 117-118, p. 159-184.
- Samt J., G. Donehower et M. Verbiča, 2016, « Incorporating household production into the National Transfer Accounts for Slovenia », *Post-Communist Economies*, 28(2).
- Stiglitz J. E., A. Sen et J.-P. Fitoussi, 2009, *Rapport de la Commission sur la mesure de la performance économique et du progrès social*.
- United Nations, 2013, *National Transfer Accounts manual: Measuring and analyzing the generational economy*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 224.
- Zagheni E. et M. Zannella, 2013, « The life cycle dimension of time transfers in Europe », *Demographic Research*, 29(35).
- Zanella M., 2015, « Reallocation of resources between generations and genders in the market and non-market economy. The case of Italy », *The Journal of the Economics of Ageing*, 5 : 33-44.

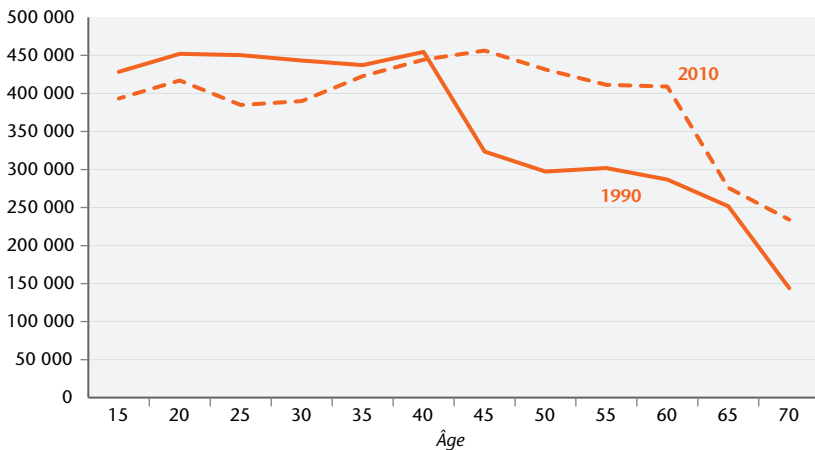
ANNEXE

Graphique A1. Part des revenus du travail des hommes et des femmes dans le PIB, 1985-2010



Sources : enquêtes INSEE Budget de famille 1984, 1989, 1995, 2000, 2005 et 2011, données de la statistique publique et calculs des auteurs.

Graphique A2. Évolution de la population des hommes par âge (de 15 à 70 ans) en 1990 et 2000



Sources : données de la statistique publique et calculs des auteurs.

COMMERCE VERTICAL ET PROPAGATION DES CHOCS DE PRIX LE CAS DE LA ZONE EURO

Marion Cochard, *Banque de France, Sciences Po, OFCE, Paris, France^a*

Guillaume Daudin, *PSL, Université Paris-Dauphine, Sciences Po, OFCE, Paris, France*

Sandra Fronteau, *Sciences Po, OFCE, Paris, France^b*

Christine Rifflart, *Sciences Po, OFCE, Paris, France*

La décomposition des chaînes de valeur internationales est un aspect important de la mondialisation. Partant d'une hypothèse d'inflation par les coûts, nous examinons la propagation des chocs d'offre sur les prix à partir des tableaux *Input-Output* mondiaux. Le modèle de Leontief adapté dans le cadre d'une économie monde nous permet d'analyser empiriquement l'impact de chocs de change et de productivité sur la zone euro et sur le reste du monde lorsque ces chocs émanent de la zone euro. Nous montrons que la diffusion des chocs opère principalement au premier tour et dépend de la part des inputs importés dans la production ou les exportations. En outre, les chocs de change sont en partie compensés par une modification des prix des inputs ce qui, en cas d'appréciation, limite la perte de compétitivité. L'ampleur de cette compensation n'est pas négligeable et elle est d'autant plus élevée que les pays de la zone euro sont ouverts. Elle est ainsi plus forte pour l'Allemagne (avec une élasticité des prix d'exportation à un choc de l'euro de -9 %) que pour la France (-8 %). L'impact des chocs de productivité est plus important que celui des chocs de change en raison d'un effet de résonance domestique avant leur diffusion internationale. Parmi les grands pays, l'Allemagne est celui qui bénéficie le plus des chocs positifs de productivité émanant des PECO hors zone euro : dans ce cas, l'élasticité de ses prix d'exportation est de 6 % contre 2,5 % pour la France.

Mots clés : commerce en valeur ajoutée, zone euro, modèle de Leontief, inflation par les coûts.

a. Cet article reflète les idées personnelles de leurs auteurs et n'exprime pas nécessairement la position de la Banque de France.

b. Stagiaire à l'OFCE au moment de la réalisation de cet article.

La décomposition des chaînes de valeur internationales est un aspect important de la mondialisation. Les importations de biens intermédiaires pour la production de biens exportés ont beaucoup augmenté avec la formation de réseaux internationaux de production centrés par exemple sur l'Allemagne et la Chine (Milberg et Winkler, 2013). Les économistes et les statisticiens ont mis en place de nouveaux outils pour mesurer ce phénomène et en analyser les conséquences. Les statistiques commerciales en valeur ajoutée permettent de réallouer les flux commerciaux aux secteurs et aux pays producteurs de biens intermédiaires. Elles sont construites grâce à la réconciliation des statistiques du commerce international et des tableaux Entrées-Sorties nationaux. En les utilisant, il est facile de suivre la propagation d'un choc de demande au niveau mondial jusqu'aux pays d'origine des biens incorporés dans le produit qui fait l'objet de ce choc de demande. On peut ainsi mesurer les effets induits par un choc de demande sur la structure d'offre. À ce jour, il n'existe pas de travaux utilisant ces mêmes outils pour analyser l'effet des chocs d'offre sur les prix, en partant d'une hypothèse d'inflation par les coûts (*cost-push inflation*). C'est la contribution de cet article.

Les enjeux sont importants : compétitivité, politiques industrielles, analyse des déséquilibres internationaux, ... Dans le cas de la zone euro, on peut se demander quels pays de la zone euro ont le plus bénéficié de la baisse du prix des biens intermédiaires produits dans les pays de l'Est au cours de leur processus de convergence avec le reste de l'Europe ou, encore, quels sont les effets différenciés des variations de l'euro sur la compétitivité-prix des pays de la zone. Par exemple, l'appréciation de l'euro va diminuer le prix des consommations intermédiaires importées dans la zone euro et augmenter le prix des consommations intermédiaires exportées. Au final, quel sera l'effet total sur les prix d'exportation, sachant que l'effet varie selon la structure des échanges intersectoriels et internationaux de chaque pays ?

Pour répondre à ces questions, nous étudions ici la transmission des chocs d'offre sur les prix à partir des tableaux *Input-Output* (I-O ou Entrées-Sorties) mondiaux fournis par l'OCDE.

La première partie présente la méthode utilisée et notamment comment adapter le modèle de Leontief dans le cadre d'une économie monde pour analyser les chocs de change et de productivité. La deuxième partie analyse empiriquement l'impact de ces chocs sur la zone euro et sur le reste du monde lorsque le choc émane de la zone euro. La troisième partie discute les modalités de diffusion des chocs et montre qu'elles sont dominées par les effets de premier tour, et donc la part des *inputs* importés dans la production ou les exportations.

1. Le modèle *Input-Output* appliqué à un choc sur les coûts de production

1.1. Une approche comptable

Le modèle de production de Leontief (ou modèle I-O) permet de décomposer l'impact d'un choc de demande (Leontief, 1951). La contribution fondamentale des nouveaux outils d'analyse du commerce en valeur ajoutée est la réconciliation des statistiques du commerce international et des tableaux I-O nationaux qui permet d'étendre l'analyse de Leontief à un contexte international. De nombreux travaux (Hummels, Ishii, et Yi, 2001 ; Daudin *et al.*, 2006 ; Daudin, Riffart, et Schweisguth, 2011 ; De Backer et Yamano, 2012 ; Johnson et Noguera, 2012 ; Koopman, Wang, et Wei, 2014 ; Amador, Cappariello, et Stehrer, 2015 ; Los *et al.*, 2016) ont abordé la question du contenu en valeur ajoutée du commerce mondial et de l'origine géographique ou sectorielle de cette valeur ajoutée. Certains auteurs ont appliqué ce modèle avec des matrices internationales à l'Asie (Sato et Shrestha, 2014) ou aux pays de la zone euro (Cappariello et Felettigh, 2015). Pour l'étude de la compétitivité, (Bems et Johnson, 2015) ont calculé un taux de change effectif réel pondéré par la structure du commerce en valeur ajoutée afin de mesurer l'influence d'un changement des prix relatifs de la valeur ajoutée sur la demande pour la valeur ajoutée de chaque pays¹.

1. L'influence sur leurs résultats du passage d'une pondération par le commerce observé au commerce en valeur ajoutée est cependant beaucoup moins forte que celle de l'utilisation des prix de valeur ajoutée plutôt que des prix de consommation.

Le modèle de production de Leontief a un dual : le modèle des prix. Celui-ci est bien connu dans le cadre de l'étude d'une économie unique. Quelques études empiriques ont été réalisées sur les conséquences d'un changement de prix de production à partir d'un modèle I-O ou d'un modèle MCS (Matrice de Comptabilité Sociale) dans le cadre de pays en développement. Les modèles MCS ont été utilisés dans l'évaluation de politiques énergétiques (Valadkhani et Mitchell, 2002 ; Han, Yoo, et Kwak, 2004 ; Wodon et Parra, 2008 ; Akkemik, 2011). À notre connaissance, aucun travail n'a appliqué le dual du modèle de production de Leontief dans un contexte international. Il est pourtant possible d'utiliser le modèle de prix de Leontief pour examiner les effets des chocs d'offre.

Le modèle des prix de Leontief est utilisé à peu près systématiquement dans les modèles macroéconomiques multi-sectoriels centrés sur un pays unique, par exemple, pour mesurer l'effet d'une variation des prix de l'énergie (Bournay et Piriou, 2015 ; Sharify, 2013). Il s'agit d'une approche purement comptable de l'effet des coûts sur les prix (*cost-push inflation*). Elle suppose notamment que les acteurs n'ont aucun comportement de marge, que les prix ne s'ajustent que pour absorber les variations de coût, que les techniques de production sont fixes au cours des cycles de production successifs et qu'il n'y a pas de substitution possible entre *inputs*, notamment entre pays produisant les mêmes biens et ce, malgré des variations de prix relatifs, etc. Les limites de cette approche sont bien connues (Folloni et Miglierina, 1994). Notamment, et bien que le découpage des chaînes de valeur à l'échelle mondiale se fasse en grande partie au sein de firmes multinationales, nous considérons ici un système de prix uniques basé sur les prix de marché et indépendant des stratégies de firmes. Cette méthode n'est pas sans avantage par rapport à d'autres similaires (Oosterhaven, 1996). Elle permet dans tous les cas d'avoir une mesure de la vulnérabilité de chaque secteur à des chocs de prix ou de productivité (Acemoglu *et al.*, 2012 ; Carvalho, 2014).

Bien sûr, la production ne suit pas vraiment une fonction type Leontief et il est bien connu que les firmes répondent aux chocs d'offre en ajustant partiellement leurs marges. Cela aura un effet sur la propagation effective des chocs de prix. Cependant, notre approche est utile pour identifier les pays et les secteurs qui subissent le plus de pression pour ajuster leurs prix quand ils sont

victimes de chocs exogènes sur les coûts. Cela nous permet de définir, par exemple, les pays de la zone euro qui bénéficient le plus d'un euro fort ou de savoir si l'instauration de l'euro a augmenté l'interdépendance entre les pays de la zone euro.

1.2. Application du modèle standard I-O à un modèle de prix

Le modèle I-O standard s'appuie sur un cadre analytique issu des tableaux d'*input-output* représentant les transactions de biens et services (domestiques ou importés) en prix courants. Les tableaux sont présentés comme suit (en économie fermée). En ligne, se trouve pour chaque produit i , le montant de la production brute y_i utilisée comme consommation intermédiaire par les différentes branches au cours de leur cycle de production, ou utilisée à satisfaire la demande finale domestique ou à être exportée. Les colonnes décrivent, pour chaque branche j , les consommations intermédiaires de biens et services provenant des différents secteurs ainsi que la consommation de facteurs primaires (capital et travail)² nécessaires à la production y_j . Chaque colonne indique les dépenses totales engagées par chaque branche au cours de son processus de production, c'est-à-dire le paiement des consommations intermédiaires et la rémunération des facteurs de production (cette rémunération étant égale à la valeur ajoutée). Par construction, les tableaux I-O sont équilibrés : la somme des ressources est égale à la somme des dépenses engagées au niveau de l'ensemble de l'économie.

Dans ce cadre, on peut montrer que si A est la matrice structurale des coefficients techniques de dimension (n,n) et P le vecteur de prix de production de dimension $(1,n)$; V le vecteur de revenus de facteurs contenus dans une unité de production de dimension $(1,n)$, alors (voir Annexe A1) : $P = PA + V$.

De même, si c est le vecteur d'un choc exogène de prix d'*input*, l'effet de ce choc sur les prix est le vecteur S défini comme :

$$S = c (I - A)^{-1} \quad (1.3)$$

2. Nous faisons ici deux hypothèses simplificatrices : nous supposons que branches, produits et secteurs se correspondent parfaitement et nous négligeons la différence entre les prix de base et les prix d'acquisition.

$(I - A)^{-1}$ est appelé « l'inverse de la matrice de Leontief ». S est un vecteur de dimension $(1, n)$ composé des éléments s_{ij} mesurant l'effet total du choc sur le prix de production du secteur j du pays i .

1.3. Définition de l'économie Monde

Dans la mesure où nous cherchons à connaître les pays les plus affectés par un choc de coûts de production à travers les flux de valeur ajoutée et de commerce vertical dans les échanges internationaux, il nous faut construire une grande matrice structurelle qui intègre les flux d'*inputs* entre secteurs à l'intérieur de chaque pays mais aussi entre les pays eux-mêmes. Cette « grande » matrice retrace l'origine sectorielle et géographique des *inputs* produits au niveau mondial. Sur la diagonale, se situent les blocs-pays avec les flux de transactions domestiques de biens et services intermédiaires entre branches. Les blocs-pays situés en dehors de la diagonale représentent les flux internationaux de biens et services intermédiaires *via* les exportations et les importations sectorielles bilatérales. Cette grande matrice devient la matrice d'*Input-output* de l'économie Monde capable de produire pour satisfaire sa propre demande finale (consommation et investissement). Les exportations et les importations sont traitées comme des échanges internes. Chaque branche de chaque pays est ainsi considérée comme unique, et produisant des biens spécifiques et non substituables avec ceux produits par la même branche d'un autre pays.

Trois bases de données existent pour conduire notre recherche : celle de GTAP à l'Université de Purdue³, TiVA à l'OCDE⁴ et WIOD à l'Université de Groningen (Timmer *et al.*, 2015). Nous avons décidé de travailler avec les données de l'OCDE en raison du plus grand nombre de pays et d'un traitement sectoriel différencié pour la Chine et le Mexique. La méthode utilisée pour WIOD est cependant plus explicite : nous envisageons d'utiliser notre méthode dans ce cadre. Pour construire notre « grande matrice », nous utilisons la base de données *Inter-Country Input-Output (ICIO)* de l'OCDE. La dernière version, publiée en juin 2015 pour l'année 2011, nous fournit des données pour 34 pays de l'OCDE et 28 pays non membres (dont une zone Reste du monde). Le Mexique et la

3. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/>

4. <http://www.oecd.org/sti/ind/measuringtradeinvalue-addedanoecd-wtojointinitiative.htm>

Chine bénéficient d'une décomposition spécifique du fait de certains pans d'activité très intégrées à l'économie mondiale⁵. Au total, les données couvrent 67 pays / régions et 34 industries (incluant les services)⁶. Les données sont en dollars courants et portent sur 1995, 2000, 2005 et toutes les années de 2008 à 2011.

Au final, nous avons à notre disposition :

- la production brute, par secteur et par pays ;
- les flux interindustriels par secteur et par pays avec l'origine sectorielle et géographique des *inputs* ;
- la demande finale par secteur et par pays ;
- la valeur ajoutée, avec la décomposition salaires/excédent brut d'exploitation par secteur et par pays. Ces dernières données sont issues de la base STAN de l'OCDE : *OECD Structural Analysis Statistics*.

Nous pouvons donc construire un vecteur de production de dimension (1, 2159), une matrice structurelle A de dimension (2159, 2159) composée des coefficients techniques a_{ij} a_{kl} représentant la quantité d'*inputs* absorbés par le secteur j du pays i pour produire une unité de y_j et venant du secteur l du pays k , un vecteur de demande finale et un vecteur de valeur ajoutée.

1.4. Chocs sur l'économie mondiale : choc de change nominal et choc de productivité

Nous pouvons appliquer les équations présentées précédemment à cette base de données. Deux types de chocs sont réalisés : un choc de taux de change nominal et un choc de prix d'*inputs* que nous assimilons ici à un choc de productivité. Le choc de prix d'*inputs* ramène directement à l'équation (1.3). En effet, une baisse de la productivité se traduit par une hausse de la rémunération des facteurs primaires de production, les coefficients techniques restant constants par hypothèse. Dans notre scénario, on suppose

5. Le Mexique est divisé en 3 types d'activité : *Global manufacturing*, *Non global manufacturing* et Autres. La Chine est divisée en 4 types : *Processing*, *Non processing goods exporters*, *Domestic sales only* et Autres.

6. Du fait de la décomposition spécifique du Mexique et de la Chine, la production des secteurs des services apparaît dans la partie « autres », tandis que les parties « *processing* » et « *manufacturing* » ne comportent que les secteurs industriels. Par conséquent, les données ne couvrent pas les 34 secteurs pour chaque pays, et la matrice a au final, une dimension de 2159*2159.

qu'une baisse de 50 % de la productivité répartie sur tous les secteurs est assimilable à une hausse homogène de 100 % des prix de production dans tous les secteurs. En niveau, les chocs de productivité sont différents selon les secteurs et l'augmentation de la rémunération des facteurs primaires n'est pas la même selon les secteurs mais l'impact sur les prix des *inputs* sectoriels est uniforme. Une façon plus naturelle de modéliser ce choc serait d'augmenter de façon proportionnelle les rémunérations de facteurs primaires et les coefficients techniques. Cela nécessiterait d'étudier les effets de demande sur les *inputs* et nous éloignerait des chocs de prix que nous souhaitons étudier.

Le choc de taux de change nécessite des ajustements importants que nous présentons maintenant.

Toutes choses égales par ailleurs, l'appréciation d'une monnaie face aux autres monnaies conduit mécaniquement, pour le pays qui subit le choc, à une baisse du prix de ses importations en monnaie domestique et à une hausse du prix de ses exportations en monnaie étrangère. Or, dans notre scénario, les effets de *pass through* sont complets par hypothèse. Aussi, il est intéressant de mesurer l'impact désinflationniste de ce choc sur le pays qui subit le choc et, à l'inverse, son impact inflationniste sur les pays qui consomment directement et indirectement, par le biais de pays tiers, les *inputs* du pays à l'origine du choc. En outre, dans quelle mesure le choc de compétitivité lié au choc de change est-il atténué par cet impact désinflationniste/inflationniste ?

Supposons un monde à deux pays A et B ayant chacun leur monnaie nationale, et une monnaie pour les transactions internationales, le dollar. Dans l'hypothèse d'une appréciation de 100 % de la monnaie du pays A face aux deux autres monnaies, les prix de production du pays A exprimés en dollars doublent par rapport à ceux du pays B exprimés eux aussi en dollars. Le pays B paye plus cher ses importations d'*inputs*, en dollars et aussi, en monnaie nationale (la parité de sa monnaie face au dollar n'ayant pas varié). À l'inverse, les prix d'*inputs* importés par le pays A restent constants en dollars (les prix de production du pays B n'ont pas changé) et baissent de moitié une fois exprimés en monnaie nationale.

Comme nous l'avons dit, nous posons comme hypothèse que les producteurs n'ont pas de comportement de marge et réper-

cutent intégralement le choc de change sur leurs prix de production. Le changement des prix des biens importés se transmet donc à l'ensemble des prix domestiques lors du processus de production par le biais des échanges interindustriels. Ces mouvements à la hausse dans le cas du pays B et à la baisse dans celui du pays A, affectent donc tous les prix d'*inputs* dans chacun des pays.

Les effets du choc se diffusent au cours des multiples cycles de production jusqu'à épuisement. Au terme de ce processus, l'impact global du choc est égal *en dollar*, pour le pays choqué A, à la hausse du prix de production due au choc de change, diminuée des gains directs et indirects (*via* les échanges interindustriels dans le pays) tirés des baisses, en monnaie nationale puis reconverties en dollars, des prix des *inputs* importés de B et diffusées à l'ensemble des branches. L'impact global sur les prix de production en dollars du pays A est donc inférieur au choc initial de change. Pour le pays B, l'impact final correspond au cumul des effets directs et indirects induits par le renchérissement des prix des *inputs* importés en provenance du pays A et diffusés à l'ensemble des industries.

Formalisons le choc dans un cadre plus général en revenant à notre économie Monde composée de P pays, chacun ayant n secteurs. L'appréciation de la monnaie d'un pays i face à toutes les autres monnaies se traduit par une hausse en monnaie commune, le dollar par exemple, de ses prix relatifs face au reste du monde. Les prix de production de chacun des secteurs vont varier en dollars de $c_{\$i1} = c_{\$i2} = \dots = c_{\$in} = c_{\$i}$ dans le pays i qui subit le choc et de 0 dans les autres pays. Nous avons, pour chaque secteur j du pays i :

$$\Delta^0 p_{\$ij} = p_{\$ij}^1 - p_{\$ij}^0 = c_{\$ij} = c_{\$i}$$

Et pour tout pays k différent de i ,

$$\Delta^0 p_{\$kj} = p_{\$kj}^1 - p_{\$kj}^0 = c_{\$kj} = 0$$

Pour simplifier, nous supposons que les prix de production de chaque secteur sont normalisés à 1 ($p_{\$1i}^0 = p_{\$2i}^0 = p_{\$ni}^0 = 1$) et les taux de change à 1 pour 1 dollar. Une appréciation de 100 % du taux de change d'une monnaie face aux autres monnaies correspond donc à un choc absolu de +1, les prix de production du pays « choqué » passant de 1 à 2 dollars.

Comme expliqué précédemment, l'appréciation affecte les producteurs par les changements des prix relatifs entre pays et donc des prix d'*inputs* échangés entre le pays « choqué » i et les autres pays.

Considérons d'abord l'incidence directe (en valeur absolue) sur les autres pays, de la hausse des prix d'*inputs* importés du pays choqué i . Pour tout secteur l d'un pays k ($k \neq i$), la hausse du prix de production dépend directement de la quantité d'*inputs* importés du pays i où se situe le choc, pondérée par la variation en niveau, de leurs prix en dollars (c'est-à-dire le choc de change) :

$$\begin{aligned} \Delta^1 p_{\$kl} &= c_{\$i} * a_{kl} a_{i1} + \dots + c_{\$i} * a_{kl} a_{ij} + \dots + c_{\$i} * a_{kl} a_{in} \\ &= \sum_{j=1}^n c_{\$i} * a_{kl} a_{ij} = c_{\$i} * \sum_{j=1}^n a_{kl} a_{ij} \end{aligned} \quad (2.1)$$

avec $a_{kl} a_{ij}$ la quantité d'*inputs* provenant du secteur j du pays i nécessaire à l'élaboration d'une unité de production du secteur l du pays k .

Pour le pays choqué i , le choc a un effet désinflationniste sur les prix de production en monnaie domestique qui doit être pris en compte dans l'impact global du choc en dollar. En monnaie nationale, les prix de production des *inputs* importés baissent de

$$\tilde{c}_i = -\frac{c_{\$i}}{1 + c_{\$i}},$$

c'est-à-dire de 0,5 dès lors que $c_{\$i}$ est égal à 1. Cette baisse se diffuse à l'ensemble des secteurs au cours du cycle de production. Dans le secteur j du pays choqué i , cette baisse sera égale en monnaie nationale à :

$$\begin{aligned} \Delta^1 p_{\$kl} &= c_{\$i} * a_{kl} a_{i1} + \dots + c_{\$i} * a_{kl} a_{ij} + \dots + c_{\$i} * a_{kl} a_{in} \\ &= \sum_{j=1}^n c_{\$i} * a_{kl} a_{ij} = c_{\$i} * \sum_{j=1}^n a_{kl} a_{ij} \end{aligned}$$

C'est-à-dire

$$\Delta^1 p_{ij} = \left(-\frac{c_{\$i}}{1 + c_{\$i}} \right) * \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{k=p} \left[\sum_{l=1}^{l=n} a_{ij} a_{kl} \right]$$

Ce choc, en niveau, peut être converti en dollars :

$$\Delta^1 p_{\$ij} = (1 + c_{\$i}) * \left(-\frac{c_{\$i}}{1 + c_{\$i}} \right) \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{k=p} \left[\sum_{l=1}^{l=n} a_{ij} a_{kl} \right]$$

$$\Leftrightarrow \Delta^1 p_{\$ij} = -c_{\$i} \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq i}}^{k=p} \left[\sum_{l=1}^{l=n} a_{ij} a_{kl} \right] \quad (2.2)$$

Nous connaissons donc l'impact direct du choc en dollars sur tous les prix d'inputs de tous les pays de notre économie monde et retrouvons dès lors le point de départ de la partie 1.3. Ces résultats peuvent facilement être interprétés en termes d'élasticité.

Pour passer cependant d'un raisonnement algébrique à un raisonnement matriciel, nous devons adapter le modèle décrit dans la partie précédente à notre choc de change nominal. Nous devons en effet créer deux matrices qui « filtrent » la grande matrice A pour ne retenir que les effets directs du choc de change sur le prix des biens importés par le pays choqué en provenance du reste du monde et les effets directs du choc de change sur le prix des biens importés par le reste du monde en provenance du pays choqué. Pour formaliser l'impact initial du choc sur le prix des biens échangés, nous devons neutraliser l'impact d'un choc de prix d'inputs sur le prix des inputs domestiques ainsi que sur le prix des inputs échangés entre pays non choqués.

Considérons d'abord le choc du point de vue des pays importateurs d'inputs en provenance du pays choqué *i*.

Soit c_s le vecteur de changement des prix de production en dollars à la suite de l'appréciation de 100 % de la monnaie du pays *i* face à toutes les autres monnaies, correspondant dans notre modèle à un choc en absolu de +1 dollar pour tous les secteurs du pays *i*. Nous avons donc $(0 \dots 0 \dots c_{\$ij} \dots c_{\$ik} \ 0 \dots 0)$, avec $c_{\$ij} = c_{\$ik} = c_{si} = 1$ pour tous secteurs *j* et *k* du pays choqué *i*.

À partir de l'équation (2.1), on peut écrire l'impact direct du choc de change sur les autres pays comme le produit du vecteur de choc c_s et d'une matrice B, B reprenant la grande matrice A dont on n'a conservé que les blocs-pays situés sur la ligne des coefficients techniques des importations d'inputs de chaque secteur de chaque pays, en provenance du pays choqué. Les autres coefficients sont

remplacés par des 0, y compris ceux du bloc du pays i situés sur la diagonale des coefficients techniques et qui concernent les achats d'*inputs* du pays choqué à lui-même. L'impact direct de l'appréciation du taux de change d'une monnaie face au dollar sur le prix des *inputs* est égal à $c_{\$}B$, avec

$$c_{\$}B = (0 \dots c_{\$i} \dots 0) \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 \\ a_{1l}a_{ij} & 0 & a_{nl}a_{ij} \\ 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

où chaque élément $a_{kl} a_{ij}$ du bloc ligne représente le coefficient technique lié aux importations d'*inputs* du secteur l du pays k (avec $k \neq i$) en provenance du secteur j du pays i .

Considérons maintenant le choc du point de vue du pays choqué i .

Soit $\tilde{c}_{\$}$ le vecteur de changement des prix d'*inputs* importés par le pays i , en dollars, $(-c_{\$i} \dots 0 \dots 0 \dots -c_{\$i})$. À partir de l'équation (2.2), on peut écrire l'impact direct du choc sur le pays i de la baisse des prix d'*inputs* en provenance du reste du monde comme le produit du vecteur de choc $\tilde{c}_{\$}$ et d'une matrice \tilde{B} , \tilde{B} reprenant la grande matrice A dont on n'a conservé que les bloc-pays positionnés en colonne des coefficients techniques des importations d'*inputs* du pays i en provenance des autres pays. Les autres coefficients sont remplacés par des 0, y compris ceux du bloc du pays i situés sur la diagonale des coefficients techniques du pays choqué et qui concernent les achats d'*inputs* du pays choqué à lui-même. L'impact direct de l'appréciation du taux de change du pays choqué sur le prix de ses *inputs* est égal, en dollars à $\tilde{c}_{\$} \tilde{B}$, avec :

$$\tilde{c}_{\$} \tilde{B} = (-c_{\$i} \dots 0 \dots -c_{\$i}) \begin{pmatrix} 0 & \dots & a_{i1}a_{11} & \dots & 0 \\ 0 & & 0 & & 0 \\ 0 & \dots & a_{il}a_{pn} & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (2.4)$$

où chaque élément $a_{ij} a_{kl}$ du bloc colonne représente les importations d'*inputs* du secteur j du pays i en provenance du secteur l du pays k .

Nous avons maintenant explicité l'impact direct du choc de change sur les prix d'*inputs* du pays choqué et des autres pays en dollars. L'effet direct sur le monde est donc la somme de ces vecteurs tirés des équations (2.3) et (2.4), soit $c_{\$} B + \tilde{c}_{\$} \tilde{B}$. On revient à la situation décrite dans la partie 1.2 dans le cas d'un choc

de prix d'inputs. Ce choc se diffuse alors à l'ensemble des secteurs de tous les pays *via* les échanges intersectoriels mondiaux retranscrits par la matrice des coefficients techniques de la grande matrice A. Ce processus se répètera plusieurs fois, jusqu'à épuisement total des effets.

Au final, l'effet total du choc en dollars est égal au choc lui-même, incrémenté des changements de prix d'inputs dus aux changements de prix *inputs* importés, et de toutes les variations marginales des prix de production au cours des différents processus de production jusqu'à épuisement, soit

$$S_{\$} = \Delta P_{\$} = c_{\$} + (c_{\$}B + \tilde{c}_{\$}\tilde{B}) + (c_{\$}B + \tilde{c}_{\$}\tilde{B})A + (c_{\$}B + \tilde{c}_{\$}\tilde{B})A^2 + \dots + (c_{\$}B + \tilde{c}_{\$}\tilde{B})A^n$$

C'est-à-dire

$$S_{\$} = c_{\$} + (c_{\$}B + \tilde{c}_{\$}\tilde{B}) * (I - A)^{-1} \tag{2.5}$$

avec $S_{\$}$ le vecteur d'impact total de dimension (1,2159), composé des éléments $s_{\$ij}$ retraçant l'effet total du choc sur le secteur j du pays i .

L'équation (2.5) donne l'évolution absolue des prix d'inputs en monnaie internationale. Pour obtenir l'évolution absolue des prix d'inputs du pays choqué en monnaie nationale, il suffit de retirer le choc de change et de multiplier ce solde par le scalaire de conversion égal à $1 / 1 + c_{\$i}$ (0,5 puisque selon nos hypothèses $c_{\$i}$ est égal à 1) :

$$S = \left(\frac{1}{1 + c_{\$i}} \right) * (S_{\$} - c_{\$})$$

S est un vecteur du choc en monnaie choquée pour tous les pays du monde. Il n'est en fait intéressant que sur sa section portant sur le pays choqué. Dans le cas des pays non choqués, l'évolution des prix d'inputs est la même en monnaie nationale et en dollars.

1.5. L'effet moyen des chocs selon la méthode d'agrégation

Après avoir mesuré l'impact global d'un choc sur les prix de chaque branche de chaque pays, il nous faut calculer l'effet moyen du choc sur les prix de production de chaque pays, c'est-à-dire ramener le vecteur S de dimension (1,2159) à un vecteur \bar{S} de dimension (1,67) où chaque élément \bar{S}_j représente l'effet moyen du choc sur un indice agrégé de prix de production du pays j . Pour cela nous calculons pour chaque pays une moyenne pondérée des effets

du choc à partir de deux types d'agrégation : la structure sectorielle de la production et la structure sectorielle des exportations.

Le premier type d'agrégation est de la forme suivante :

$$\bar{S}_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_{ij} * y_{ij}}{y_i}$$

avec \bar{S}_i , l'effet moyen du choc sur les prix de production du pays i , S_{ij} l'effet du choc sur les prix de production de la branche j du pays i , y_{ij} la production de la branche j dans le pays i , y_i la production totale du pays i . Cette pondération nous donne l'impact du choc sur les coûts de production de chaque pays. On parlera de « prix de production » dans la suite.

Le second type d'agrégation reprend la structure sectorielle des exportations :

$$\bar{S}'_i = \sum_{j=1}^n \frac{S_{ij} * x_{ij}}{x_i}$$

x_{ij} étant les exportations du secteur j du pays i et x_i les exportations totales du pays j .

\bar{S}'_i nous donne l'impact moyen du choc sur la compétitivité-prix à l'exportation du pays i . Dans la suite, cet indicateur de prix de production à l'exportation sera qualifié plus simplement de « prix d'exportation ».

Nous utilisons les deux mêmes pondérations à partir de S_S pour calculer l'effet moyen du choc sur les prix de production de chaque pays en dollars \bar{S}_S .

2. Zone euro et chocs de prix : quels impacts ?

Comme nous l'avons vu, l'appréciation de la monnaie d'un pays réduit le coût de ses *inputs* importés en monnaie nationale et renchérit le prix de ses *inputs* exportés en dollars. Le choc direct de change a un effet désinflationniste sur les prix de production domestique. Mais cet effet va s'atténuer au fur et à mesure que l'on prend en compte les cycles de production successifs du fait de l'utilisation d'*inputs* importés en provenance de pays qui auront subi l'impact inflationniste du choc. L'impact final reste néanmoins désinflationniste sur les prix de production en monnaie locale pour le pays qui subit le choc d'appréciation de sa monnaie.

Au niveau des prix à l'exportation, la dégradation de la compétitivité-prix en dollars engendrée par le choc de change sera partiellement compensée par la baisse du prix des *inputs* importés et son effet sur les prix de production domestique. Cet effet sera d'autant plus important que le pays importe beaucoup d'*inputs* en provenance de pays qui eux-mêmes consomment peu d'*inputs* issus directement ou indirectement du pays choqué. Selon la pondération utilisée, l'impact sur les prix de production domestique sera différent. La part des *inputs* importés dans la production est généralement plus faible que dans les exportations. Les secteurs des services, par exemple, exportent peu et utilisent peu d'*inputs* importés. Généralement, l'effet désinflationniste sera donc plus fort pour les prix d'exportation que pour les prix de production. Bien sûr, cet effet désinflationniste ne pourra pas compenser l'effet inflationniste du choc exprimé en dollars ou dans une autre devise. Nous présentons ici les résultats en monnaie nationale mais l'expression en dollars, plus logique pour mesurer l'impact sur la compétitivité prix des exportations, se fait à partir de l'équation 2.6. En effet, il faut garder à l'esprit que si les prix à l'exportation baissent en monnaie nationale, le choc direct de change sur les prix en dollars s'impose. La perte de compétitivité demeure, bien qu'atténuée par la désinflation importée.

2.1. Un choc de change sur la monnaie nationale fictive de chacun des pays de la zone euro

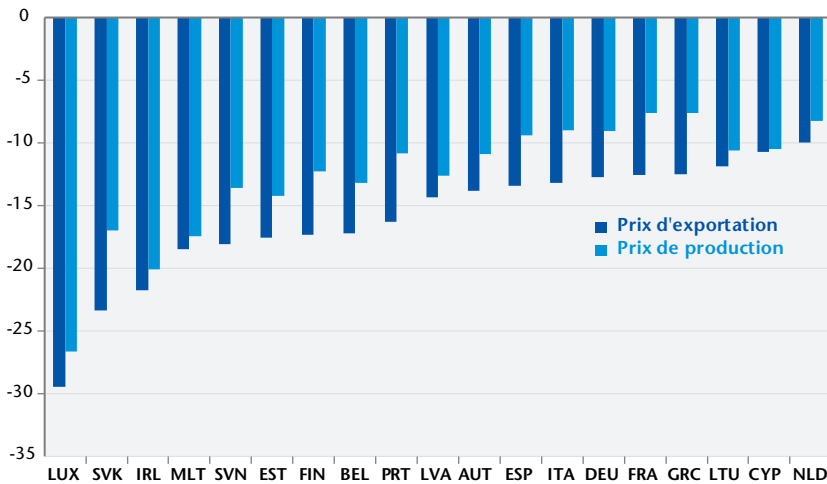
Dans un premier temps, nous calculons l'impact d'une appréciation de la monnaie d'un pays de la zone euro, face à toutes les autres monnaies, sous l'hypothèse que la zone euro n'existe pas⁷. Nous faisons donc un choc de change sur des monnaies nationales fictives. Autrement dit, nous étudions les effets de chocs de change particuliers à la France, l'Allemagne et aux autres pays de la zone euro, si chacun avait encore sa propre monnaie. Nous avons calculé l'élasticité des prix de production et des prix d'exportation, exprimés en monnaie locale (graphique 1).

Pondérés par la structure productive des pays, les prix de production en monnaie locale baissent nettement dans certains

7. Dans cette partie et dans les suivantes, nous reconstituons une zone euro pour les années passées sur la base des pays présents dans la zone euro en 2015. Les résultats sont indépendants des monnaies en vigueur.

petits pays de la zone euro, avec un effet particulièrement marqué au Luxembourg, Irlande, Slovaquie et Malte (effet supérieur à 15 %). À l'inverse, les pays plus fermés ont un impact très faible, notamment en Grèce et en France. L'Allemagne, l'Espagne et l'Italie par contre bénéficient d'une élasticité un peu plus élevée. La pondération par les exportations (« prix d'exportation ») ne modifie pas le classement, sauf pour la Slovaquie : les impacts sont alors plus marqués. Notamment, la France et la Grèce deviennent aussi sensibles que leurs principaux partenaires commerciaux à une appréciation de leur monnaie nationale. Au final, l'impact désinflationniste de l'appréciation des monnaies nationales sur les prix d'exportation exprimés en monnaie nationale atténue de la même manière la compétitivité-prix à l'exportation de la France, l'Allemagne, l'Espagne ou l'Italie. Les Pays-Bas seront les plus pénalisés, à l'opposé de la Slovaquie et de l'Irlande.

Graphique 1. Élasticité (x 100) des prix de production et d'exportation en monnaie locale à une appréciation de la monnaie locale – 2011



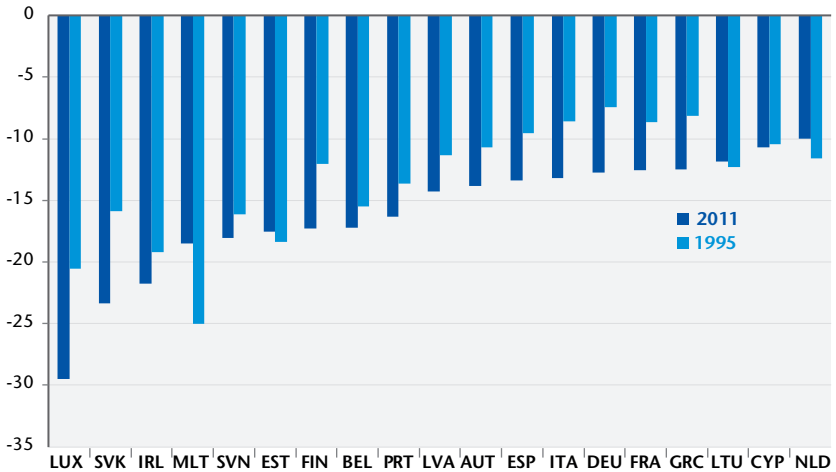
Note de lecture : si la monnaie du Luxembourg s'apprécie de 100 %, les prix des exportations luxembourgeoises dans cette monnaie vont se réduire de 29 %.

Sources : OCDE, calcul des auteurs.

Cette exposition à un choc de change s'est accrue au fil du temps (graphique 2). Avec l'ouverture des économies, dans un contexte d'intégration régionale accrue, chacun des pays de la zone euro, à l'exception de Malte, des Pays-Bas, de l'Estonie et de la

Lituanie, bénéficie d'un effet déflationniste plus élevé en 2011 qu'en 1995. L'élasticité des prix à l'exportation est désormais relativement élevée. On peut noter qu'en l'Allemagne, cette élasticité était très faible en 1995 et inférieure à celle observée pour la France. Ceci n'est plus le cas en 2011. C'est d'ailleurs en Allemagne, en Finlande et en Slovaquie que cette élasticité s'est le plus accrue entre les deux dates.

Graphique 2. Élasticité (x 100) des prix d'exportation en monnaie locale à une appréciation de la monnaie locale – 1995 et 2011



Note de lecture : si la monnaie du Luxembourg s'apprécie de 100 % en 2011, les prix des exportations luxembourgeoises dans cette monnaie vont se réduire de 29 %.

Sources : OCDE, calcul des auteurs.

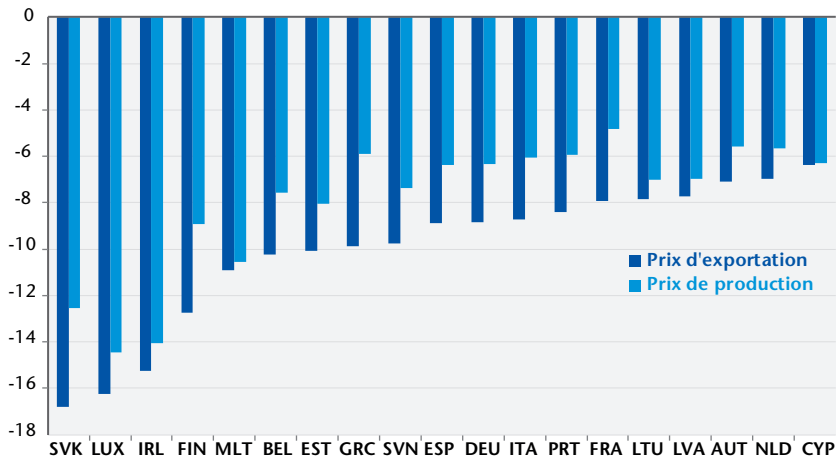
Comme nous le verrons dans la dernière section, les différences temporelles et entre pays s'expliquent essentiellement par des différences dans la part des *inputs* importés dans la production ou l'exportation. L'effet de premier tour domine.

2.2. Qui est le plus sensible à un choc sur la valeur de l'euro ?

Revenons maintenant à une zone euro telle qu'elle existe actuellement, avec sa monnaie commune. Il est clair que l'utilisation de l'euro protège les pays de la zone euro du risque inflationniste induit par l'appréciation de la monnaie d'un pays-partenaire mais limite aussi les effets désinflationnistes sur les prix domestiques de l'appréciation d'une monnaie nationale. On voit notamment dans

le graphique 3 et le tableau 1 que les effets sur les prix domestiques sont plus faibles que dans la simulation précédente (les élasticités sont globalement moins négatives). On retrouve néanmoins les mêmes hiérarchies : les pays vont être plus ou moins sensibles aux effets négatifs d'une appréciation de l'euro selon le degré d'utilisation d'*inputs* produits hors de la zone euro. On remarque tout d'abord que pour les petits pays et les pays les plus ouverts, l'impact peut être important. Par exemple, pour la Slovaquie, la perte de compétitivité-prix des exportations est partiellement compensée par la baisse du prix des *inputs* importés puisque 16,8 % du prix des exportations en euros est compensée par la désinflation importée. Les effets sont plus faibles pour les grands pays. Les différences entre les grands pays ne sont pas très fortes : l'Allemagne, l'Italie et surtout la France ne voient leur prix d'exportation baisser qu'entre 8 et 9 %. C'est la France qui bénéficie de la plus faible compensation. Cela signifie qu'en dollars, les prix à l'exportation de la Slovaquie vont augmenter de l'effet du choc (100 %), moins l'effet désinflationniste en dollars ($(16,8 \%/ (1/(1 + 100 \%)))$), soit au final de 66 % contre 83 % en moyenne pour les 3 principaux pays de la zone euro. La perte de compétitivité est forte.

Graphique 3. Élasticité (x 100) des prix de production et des prix d'exportation en euros à une appréciation de l'euro en 2011



Note de lecture : si l'euro s'apprécie de 100 %, les prix des exportations luxembourgeoises en euros se réduisent de 16 %.

Sources : OCDE, calcul des auteurs.

La force de cette compensation a toutefois augmenté avec le temps, tout particulièrement en Allemagne. En 1995, France et Allemagne étaient parmi les pays où l'appréciation de l'euro était la moins compensée par la baisse du prix des *inputs*. Même si comme ses partenaires, la France s'est ouverte sur l'ensemble de la période, c'est surtout en Allemagne et dans une moindre mesure en Espagne qu'entre 1995 et 2011, l'impact s'est amplifié. La France s'est relativement moins intégrée avec les pays hors de la zone euro.

Tableau 1. Élasticité (x 100) des prix d'exportation en euros à une appréciation de l'euro depuis 1995

	1995	2000	2005	2009	2010	2011	2011/1995
Autriche	-4,0	-6,3	-6,3	-5,9	-6,6	-7,1	79,0
Belgique	-6,4	-9,1	-7,5	-7,6	-8,0	-10,2	59,0
Chypre	-6,2	-7,2	-6,1	-6,0	-6,4	-6,4	3,4
Allemagne	-4,4	-6,6	-7,0	-7,3	-8,0	-8,9	103,4
Espagne	-4,5	-7,0	-7,6	-6,8	-8,1	-8,9	98,4
Estonie	-9,0	-16,3	-12,6	-7,7	-9,5	-10,1	11,9
Finlande	-7,9	-11,6	-11,2	-10,8	-11,3	-12,8	61,3
France	-4,4	-6,9	-6,9	-6,5	-7,4	-7,9	78,4
Grèce	-4,3	-8,7	-7,6	-7,5	-8,4	-9,9	130,4
Irlande	-15,6	-15,5	-14,5	-14,6	-15,4	-15,2	-2,1
Italie	-4,5	-6,0	-6,6	-6,6	-8,1	-8,7	95,5
Lituanie	-7,4	-6,8	-5,5	-7,5	-7,7	-7,9	6,0
Luxembourg	-5,7	-11,6	-11,1	-14,6	-15,2	-16,2	186,8
Lettonie	-7,1	-8,4	-7,5	-5,7	-6,9	-7,7	9,1
Malte	-10,9	-14,7	-10,0	-11,5	-11,2	-10,9	0,2
Pays-Bas	-6,4	-7,8	-6,1	-5,9	-6,8	-7,0	9,3
Portugal	-5,1	-7,2	-7,5	-6,7	-7,9	-8,4	64,9
Slovaquie	-10,0	-13,0	-15,7	-15,3	-16,5	-16,8	69,0
Slovénie	-5,9	-7,8	-9,2	-8,0	-9,5	-9,8	65,3

Note de lecture : si l'euro s'apprécie de 100 % en 2011, les prix des exportations luxembourgeoises en euros se réduisent de 16,2 %.

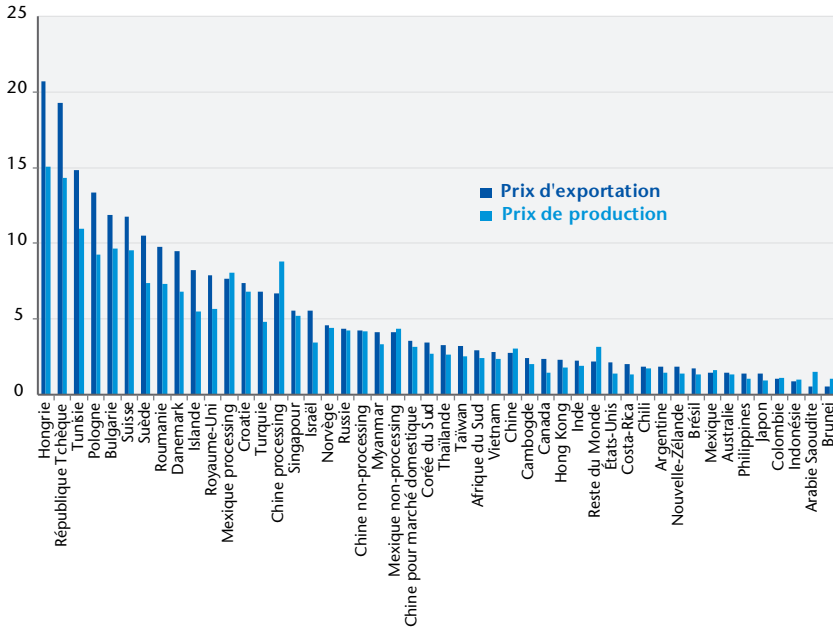
Remarque : Nous avons étendu les calculs à des périodes et des pays hors zone euro (en grisé) pour mesurer l'évolution des interdépendances.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

Regardons maintenant hors de la zone euro. L'effet inflationniste d'une appréciation de l'euro est particulièrement fort pour les plus proches voisins (graphique 4). La Hongrie et la République tchèque enregistrent une hausse de leurs prix de production supérieure à 15 %. La Tunisie, la Bulgarie, la Suisse, la Pologne, et les

blocs liés aux activités de *processing* en Chine et au Mexique enregistrent eux des hausses comprises entre 9 et 13 %. Le Royaume-Uni est un peu moins affecté (+6,4 %). Les États-Unis et surtout le Japon restent à l'écart, avec un effet très marginal (+1,6 et +1 % respectivement).

Graphique 4. Élasticité(x 100) des prix en monnaie locale des pays hors zone euro à une appréciation de l'euro – 2011



Note de lecture : si l'euro s'apprécie de 100 % en 2011, les prix des exportations hongroises en monnaie locale augmentent de 21 %.

Sources : OCDE, calcul des auteurs.

2.3. Qui est le plus sensible aux chocs de change des pays hors zone euro ?

À l'inverse, le choc de taux de change peut provenir de l'extérieur et avoir dans ce cas des conséquences inflationnistes sur les prix de production et les prix à l'exportation de la zone euro. Dans le tableau 2, on présente l'impact sur les prix de production des pays de la zone euro, et notamment des quatre grands, de chocs provenant d'autres grands pays ou régions. Ainsi, il apparaît que :

- l'Allemagne est plus sensible que la France, l'Espagne et l'Italie aux chocs « lointains » (États-Unis, Japon et Chine) ;

- l'Allemagne et l'Espagne sont légèrement plus exposées à un choc de la livre sterling mais ce sont surtout l'Irlande et Malte qui subissent les plus forts effets ;
- un choc sur le taux de change des PECO hors zone euro a des effets inflationnistes beaucoup plus élevés en Allemagne qu'en France et en Espagne et même en Italie. L'Allemagne est le pays le plus affecté après les pays d'Europe de l'Est intégrés à la zone euro et l'Autriche ;
- l'Irlande est particulièrement vulnérable à un choc sur le dollar (+11,1 %) ou sur la livre sterling (+7,3 %). Les pays Baltes, la Slovaquie et la Slovénie sont essentiellement affectés par un choc en provenance des PECO hors zone euro.

Tableau 2. Élasticité (x 100) des prix de production en euros de la zone euro à une appréciation de la monnaie des pays cités – 2011

	PECO hors ZE*	Chine	Royaume-Uni	Japon	États-Unis
Autriche	1,6	0,6	0,6	0,3	0,9
Belgique	0,7	0,7	2,3	0,4	2,5
Chypre	0,6	0,6	2,2	0,2	1,2
Allemagne	1,3	0,9	1,2	0,5	1,6
Espagne	0,5	0,8	1,3	0,3	1,4
Estonie	1,6	1,3	1,2	0,5	0,9
Finlande	0,7	0,9	1,2	0,3	1,7
France	0,5	0,8	1,0	0,3	1,3
Grèce	0,4	0,3	0,7	0,1	1,2
Irlande	0,6	0,8	7,3	0,5	11,1
Italie	0,7	0,8	0,7	0,2	1,1
Lituanie	1,9	0,6	0,6	0,2	0,5
Luxembourg	1,0	0,6	5,3	0,4	5,5
Lettonie	2,2	0,6	0,7	0,2	0,6
Malte	0,6	0,7	5,4	0,3	1,2
Pays-Bas	0,4	0,5	1,9	0,3	2,6
Portugal	0,3	0,5	0,9	0,2	0,9
Slovaquie	4,3	1,4	0,9	0,6	0,8
Slovénie	2,4	1,0	0,8	0,3	1,2

* Les PECO hors ZE rassemblent la Bulgarie, la République tchèque, la Croatie, la Hongrie, la Pologne et la Roumanie.

Note de lecture : si la monnaie des PECO hors ZE s'apprécie de 100 %, les prix de production en euros de l'Autriche augmentent de 1,6 %.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

L'impact du renchérissement des *inputs* importés sur les prix d'exportation des pays de la zone euro est plus marqué. Globalement, l'exposition des pays demeure assez identique, à quelques différences près cependant (tableau 3). Ainsi,

- les quatre grands pays sont désormais davantage affectés par un choc sur le dollar que par un choc portant sur une autre monnaie ;
- la France est devenue plus sensible que ses partenaires à un choc du yuan. Mais elle reste moins exposée que les autres pays à une appréciation des monnaies des PECO hors zone euro.

Tableau 3. Élasticité (x 100) des prix d'exportation en euros de la zone euro à une appréciation de la monnaie des pays cités – 2011

	PECO hors ZE*	Chine	Royaume-Uni	Japon	États-Unis
Autriche	2,2	0,9	0,8	0,4	1,2
Belgique	0,9	0,8	3,1	0,5	3,0
Chypre	0,7	0,6	2,7	0,2	1,3
Allemagne	2,0	1,4	1,7	0,8	2,1
Espagne	0,8	1,2	1,6	0,5	1,9
Estonie	2,2	2,0	1,4	0,7	1,1
Finlande	0,9	1,2	1,5	0,4	2,1
France	0,8	1,5	1,5	0,6	2,2
Grèce	0,7	0,5	1,0	0,2	1,8
Irlande	0,7	0,8	7,3	0,5	13,0
Italie	1,2	1,4	1,0	0,4	1,5
Lituanie	2,1	0,7	0,7	0,2	0,5
Luxembourg	1,0	0,6	5,8	0,5	6,1
Lettonie	2,5	0,8	0,8	0,2	0,7
Malte	0,6	0,7	6,4	0,3	1,3
Pays-Bas	0,5	0,5	2,2	0,4	2,9
Portugal	0,6	0,8	1,3	0,3	1,2
Slovaquie	5,8	2,3	1,1	1,1	1,2
Slovénie	3,1	1,4	1,0	0,4	1,5

* Les PECO hors ZE rassemblent la Bulgarie, la République tchèque, la Croatie, la Hongrie, la Pologne et la Roumanie.
Note de lecture : si la monnaie des PECO hors ZE s'apprécie de 100 %, les prix d'exportation en euros de l'Autriche augmentent de 2,2 %.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

La forte intégration de l'Allemagne avec les PECO, situés notamment hors zone euro, est une spécificité allemande par rapport aux autres grands pays (notamment la France et l'Italie) qui s'est développée au cours des quinze dernières années (tableau 4). La Slovaquie et la Slovénie étaient déjà en 1995 les pays les plus sensibles aux modifications des taux de change de ces PECO hors zone euro. L'Allemagne, comme les pays Baltes et l'Autriche, s'est très fortement rapprochée de ses voisins d'Europe de l'Est.

Tableau 4. Élasticité (x 100) des prix d'exportation en euros de la zone euro à une appréciation d'une monnaie des PECO hors zone*

	1995	2000	2005	2009	2010	2011
Autriche	1,2	1,5	2,0	2,0	2,1	2,2
Belgique	0,4	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9
Chypre	0,6	0,5	0,5	1,1	0,8	0,7
Allemagne	0,7	1,1	1,5	1,8	1,8	2,0
Espagne	0,2	0,3	0,6	0,7	0,7	0,8
Estonie	0,7	0,8	1,6	1,4	1,8	2,2
Finlande	0,5	0,5	0,8	1,0	0,9	0,9
France	0,2	0,4	0,6	0,7	0,8	0,8
Grèce	0,4	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7
Irlande	0,2	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Italie	0,5	0,5	0,8	1,0	1,1	1,2
Lituanie	1,9	1,9	2,1	2,0	2,3	2,1
Luxembourg	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0
Lettonie	0,8	1,6	2,0	1,9	2,3	2,5
Malte	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,6
Pays-Bas	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
Portugal	0,2	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6
Slovaquie	7,4	6,2	6,7	5,6	5,5	5,8
Slovénie	3,5	3,5	3,4	2,8	3,0	3,1

* Les PECO hors ZE rassemblent la Bulgarie, la République tchèque, la Croatie, la Hongrie, la Pologne et la Roumanie
Note de lecture : si la monnaie des PECO hors ZE s'apprécie de 100 % en 2011, les prix d'exportation en euros de l'Autriche augmentent de 2,2 %.

Remarque : Nous avons étendu les calculs à des périodes et des pays hors zone euro (en grisé) pour mesurer l'évolution des interdépendances.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

2.4. Qui est le plus sensible aux chocs de productivité ?

Une question proche de la sensibilité aux chocs de change est celle de la sensibilité aux chocs de productivité. Dans la mesure où

la zone euro est dans l'ensemble une économie mature dont les gains de productivité ne sont pas très élevés, une source potentiellement importante de compétitivité-prix pour les pays de la zone euro est « l'importation » des gains de productivité des partenaires commerciaux par le biais de la baisse du prix de leurs *inputs*. C'est ce que nous étudions ici à partir de la réponse des prix à la production et à l'exportation à la suite des chocs de productivité.

Plus précisément, nous étudions les effets de chocs de prix d'*inputs* (hausse de 100 %), que nous assimilons à des chocs négatifs de productivité des facteurs de production. Ces chocs se diffusent dans le processus de production de l'économie monde selon la relation (2.3) définie précédemment.

Pour les pays non intégrés à une zone monétaire, le mécanisme de diffusion des chocs de productivité diffère de celui des chocs de change car :

- l'implémentation d'un choc de change neutralise, à l'aide de la matrice B , les interactions entre les secteurs d'un même pays dans le calcul de l'effet direct, puisque tous les secteurs partagent la même monnaie. Leurs prix relatifs sont donc inchangés au sein d'un même pays au premier tour du choc. À l'inverse, un choc de productivité dans un secteur d'un pays impactera directement les autres secteurs de ce même pays, *via* le coût des *inputs* du secteur choqué incorporés dans le processus de production ;
- surtout, l'appréciation de la monnaie d'un pays i entraîne une baisse du prix de ses *inputs* importés et vient atténuer l'effet du choc de change sur la compétitivité du pays. À l'inverse, un choc de productivité conduisant à une hausse du prix de production du pays i se diffuse dans les prix de production de tous les secteurs de tous les pays utilisant des *inputs* en provenance du pays i . A taux de change inchangé, la hausse des prix de production du pays i est donc amplifiée par la diffusion du choc initial.

Le graphique 5 montre que les effets d'un choc de prix d'*inputs* sont beaucoup plus importants que les effets d'un choc de change. Cela semble naturel puisque les échanges intersectoriels domestiques sont eux-mêmes plus importants que les échanges intersectoriels internationaux. Un choc de productivité se diffusera

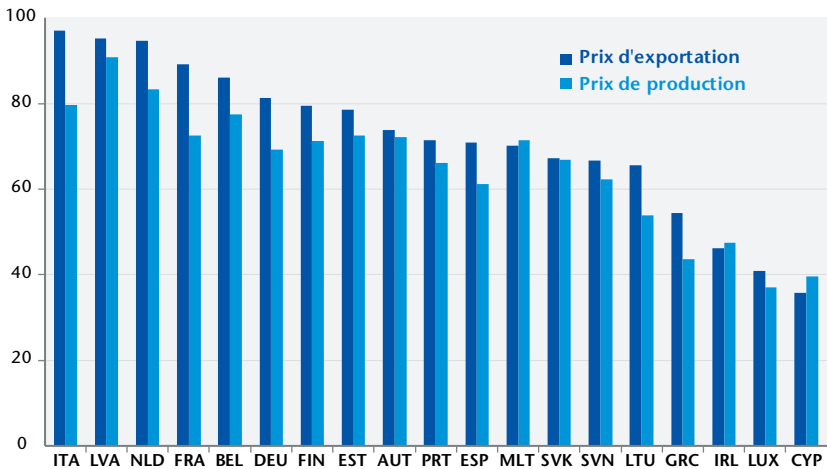
d'autant plus aux partenaires commerciaux que le pays qui est à l'origine du choc est de grande taille et/ou très exportateur et qu'il est peu ouvert à l'importation (les prix de production des pays partenaires étant par définition moins affectés que ses propres prix de production des consommations intermédiaires réincorporées dans sa production).

Parmi les pays de la zone euro les plus touchés par leur propre choc de productivité, on retrouve donc :

- de grand pays tels que l'Italie, la France et l'Allemagne ;
- des pays plus petits, mais très intégrés dans le processus de production mondiale, comme les Pays-Bas, et certains d'Europe de l'Est (Lettonie, République tchèque, Roumanie et Pologne).

Parmi les pays les moins impactés par un choc de productivité domestique, on retrouve logiquement les pays plus petits (Luxembourg, Chypre, Grèce...).

Graphique 5. Élasticité (x 100) des prix de production de la zone euro à un choc de productivité négatif domestique (hors effet initial) – 2011



Note de lecture : si un choc négatif de productivité augmente les prix des *inputs* domestiques italiens de 100 %, les prix d'exportation italiens augmentent de 197 %.

Sources : OCDE, calcul des auteurs.

L'étude des chocs de productivité permet tout particulièrement d'analyser l'intégration du commerce intra-zone euro. Le tableau 5 décrit, en colonne, l'impact sur chaque pays de la zone euro d'un choc sur les prix de production des principaux pays membres de la

zone : il permet donc de lire l'exposition des pays à des chocs de productivité extérieurs intra-européens.

Il apparaît logiquement que la taille des pays joue un rôle primordial dans leur influence sur le reste de la zone. Ainsi, les pays de la zone euro sont plus affectés par un choc de productivité en Allemagne que par un choc chez un autre partenaire. On retrouve ici l'intégration allemande avec la zone d'Europe de l'Est (les chocs de productivité allemands ont un impact 3 à 4 fois plus important que les chocs français dans cette zone) et avec l'Autriche ou les Pays-Bas. L'influence française est plus forte sur les pays d'Europe du Sud.

Tableau 5. Élasticité (x 100) des prix d'exportation de la zone euro à un choc de productivité négatif dans la zone euro (hors effet initial) – 2011

	Allemagne	Espagne	France	Italie	Pays Bas
Autriche	20,7	1,2	2,3	4,7	1,1
Belgique	11,4	2,4	7,2	2,7	5,6
Chypre	3,3	1,3	2,2	3,2	1,1
Allemagne	81,3	2,1	4,6	4,0	2,4
Espagne	6,8	70,9	6,1	4,3	1,2
Estonie	8,4	1,1	2,4	2,5	1,8
Finlande	8,7	1,3	2,3	2,3	2,1
France	9,2	3,1	89,3	4,7	1,4
Grèce	3,4	1,2	1,8	3,3	1,0
Irlande	5,7	2,2	3,2	2,3	8,8
Italie	8,5	2,7	4,8	97,1	1,2
Lituanie	5,0	1,1	1,2	2,4	1,4
Luxembourg	18,1	3,6	10,1	5,7	3,8
Lettonie	7,3	1,3	2,1	2,9	1,2
Malte	8,7	3,0	3,4	10,9	1,1
Pays-Bas	4,7	1,2	2,0	1,1	94,6
Portugal	7,8	17,8	5,1	4,5	1,3
Slovaquie	16,5	1,8	4,7	4,7	0,9
Slovénie	14,0	1,9	3,9	12,5	0,9

Note de lecture : si un choc négatif de productivité augmente les prix allemands de 100 %, les prix d'exportation autrichiens augmentent de 20,7 %. De même, les prix d'exportation allemands augmentent de 181,3 %.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

Si l'on analyse le tableau en ligne, on y lit la vulnérabilité de chaque pays à des chocs de productivité en provenance des principaux pays de la zone euro. Là aussi, la taille des pays joue un rôle, puisque les grands pays, généralement moins ouverts, sont moins

exposés à un choc de prix de leurs *inputs* importés. Les plus petits pays sont ainsi ceux qui importent une plus grande partie des chocs de leurs partenaires européens (58 % pour le Luxembourg, 35 % pour Malte, 57 % pour la Slovénie, ...). Pour autant, les pays les moins impactés par des chocs externes sont la Grèce (13 %) et les Pays-Bas (14 %), ce qui confirme qu'au-delà de la taille des pays, l'intégration de leurs chaînes de production et le type de spécialisation de l'appareil productif (vers le secteur primaire comme en Grèce ou tertiaire comme aux Pays-Bas) jouent un rôle important dans leur exposition.

Pour comparaison avec le tableau 3, le tableau 6 donne les élasticités des pays de la zone euro à des chocs de productivité négatifs venant de pays situés en dehors de la zone euro. Ses valeurs absolues ne sont pas comparables mais les pays les plus affectés par les

Tableau 6. Élasticité (x 100) des prix d'exportation de la zone euro à un choc de productivité dans les pays/région cités (hors effet initial) – 2011

	Peco hors ZE	Pecos ZE	Royaume-Uni	États-Unis	Japon	Chine
Autriche	6,1	2,0	1,6	2,4	1,0	0,9
Belgique	2,3	0,4	6,2	5,6	1,2	0,8
Chypre	1,7	0,6	5,9	2,4	0,5	0,7
Allemagne	5,8	1,1	3,6	4,3	1,8	1,4
Espagne	2,2	0,4	3,6	3,8	1,1	1,2
Estonie	6,3	86,5	2,9	2,3	1,8	2,1
Finlande	2,6	2,1	3,3	3,8	0,9	1,2
France	2,4	0,5	3,4	4,6	1,3	1,5
Grèce	1,9	0,2	2,1	3,5	0,4	0,6
Irlande	1,6	0,4	14,8	22,0	1,2	0,9
Italie	3,3	0,8	2,3	3,1	1,0	1,5
Lituanie	5,8	71,5	1,5	1,1	0,5	0,7
Luxembourg	2,4	0,5	10,8	10,3	1,0	0,6
Lettonie	7,0	6,0	1,7	1,4	0,5	0,9
Malte	1,8	0,3	12,1	2,5	0,6	0,7
Pays-Bas	1,3	0,3	4,3	5,2	0,8	0,5
Portugal	1,7	0,3	2,9	2,5	0,8	0,9
Slovaquie	17,6	67,8	2,4	2,6	2,9	2,4
Slovénie	8,4	67,8	2,2	3,2	1,0	1,4

Note de lecture : si un choc négatif de productivité augmente les prix des PECO hors ZE de 100 %, les prix d'exportation autrichiens augmentent de 6,1 %.

Sources : OCDE, calculs des auteurs.

différents chocs restent les mêmes. Il est toutefois intéressant de remarquer que l'augmentation relative des effets est moins importante pour la Chine, le Japon et les États-Unis que pour les PECO hors zone euro. La vulnérabilité aux chocs de productivité est bien sûr d'autant plus élevée que les liens entre les chaînes de valeur sont forts. Il y a aussi un effet « taille » comme l'illustre un choc de productivité des PECO appartenant à la zone euro sur leurs autres partenaires PECO appartenant à la zone euro (États baltes, Slovénie et Slovaquie).

3. Discussion

Les graphiques 1 à 3 font apparaître une certaine hétérogénéité, au sein de la zone euro, dans les élasticités des prix de production à des variations de change.

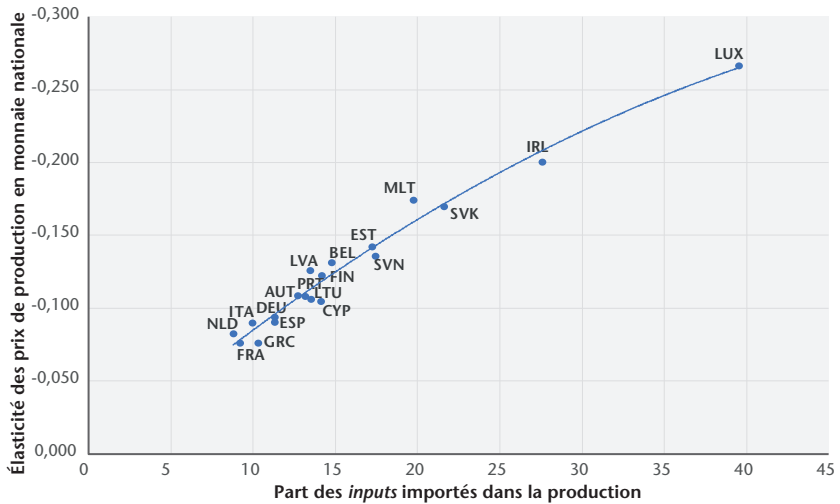
Ces réactions, conformément aux relations décrites dans les équations (2.5) et (2.6), dépendent en premier lieu de l'exposition des pays aux variations des prix d'*inputs* importés, et donc de la part des *inputs* importés dans la production nationale. Elles dépendent également de la diffusion des chocs importés au travers des échanges intersectoriels enregistrés dans la matrice *Input-Output*.

Le graphique 6 illustre le lien, au sein de la zone euro, entre l'élasticité des prix de production à un choc de change en monnaie nationale (fictive) et la part des *inputs* importés dans la production. La part des *inputs* importés apparaît ici comme le principal déterminant de la vulnérabilité des pays à un choc de change, avec une relation quasi-linéaire entre les deux variables. Le lien, dans le graphique 7, entre la part des *inputs* importés de pays hors zone euro et l'élasticité des prix de production à un choc de l'euro, fait apparaître une relation très similaire, avec un rapport de -0,75 entre la part des *inputs* importés et l'élasticité des prix de production à un choc de change. Ainsi, pour un pays dont la part des *inputs* importés dans la production (resp. la part des *inputs* importés de pays hors zone euro) est de 20 %, l'élasticité des prix de production à un choc de change sur la monnaie nationale (fictive) (resp. un choc de change de l'euro) sera de $-0,75 \times 0,2 = -0,15$.

Cet ordre de grandeur est cohérent avec le choc initial décrit dans la partie 2.2 : un choc de change de 1 se traduit, en monnaie

locale et avant diffusion du choc, par une baisse du prix des *inputs* importés de -0,5 (relation 2.1 et 2.2). Au premier ordre, avant diffusion du choc, le rapport entre la part des *inputs* importés et l'élasticité des prix de production à un choc de change est donc de -0,5. Le choc se diffuse ensuite dans les prix à travers les échanges de la matrice *Input-output*, par application de la matrice Leontief inverse, ce qui conduit à amplifier le choc initial, portant le rapport entre la part des *inputs* importés et l'élasticité des prix de production à -0,75.

Graphique 6. Élasticité des prix de production des pays de la zone euro à un choc sur la monnaie nationale (fictive) et part des *inputs* importés dans la production 2011

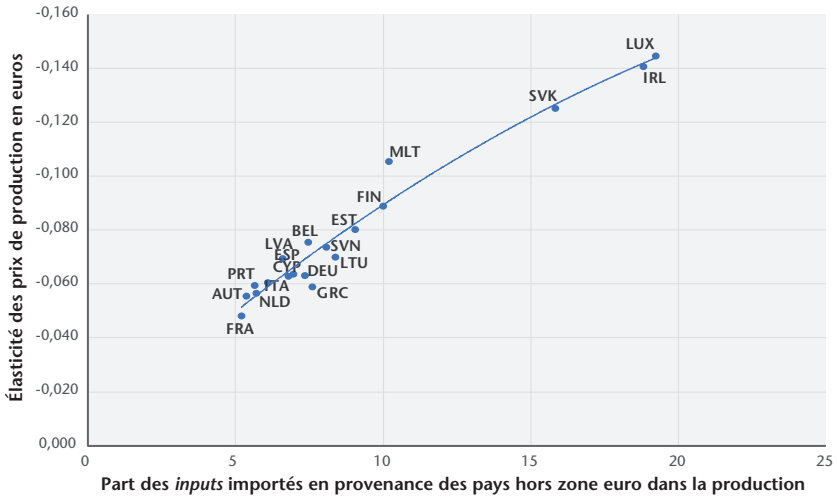


Sources : OCDE, calcul des auteurs.

Le graphique 8, enfin, illustre le lien entre l'élasticité des prix de production à des chocs de productivité nationaux négatifs et la part des *inputs* produits localement dans la production. Un choc initial de productivité aura un impact d'autant plus grand sur les prix intérieurs que le pays est fermé, avec un rapport proche de 2 entre la part des *inputs* nationaux dans la production et l'élasticité des prix intérieurs à des chocs de productivité moins 1 (ou hors choc initial). Ainsi, un pays dont la part dans la production des *inputs* produits localement est de 40 % présentera une élasticité à un choc de productivité négatif de près de 0,8, en plus du choc

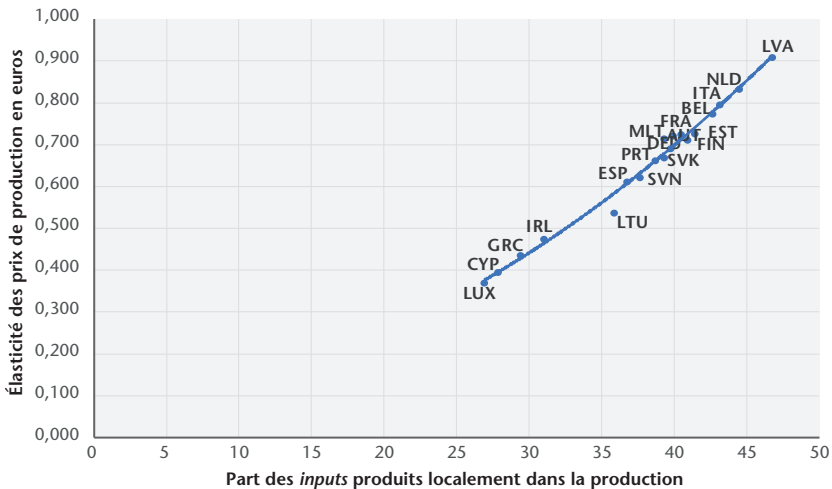
initial. Un choc de productivité initial de 1 % se traduira donc *in fine* par une hausse des prix de production de 1,8 % dans le pays qui subit le choc.

Graphique 7. Élasticité des prix de production des pays de la zone euro à un choc de change de l'euro et part des *inputs* importés de pays hors zone euro dans la production – 2011



Sources : OCDE, calcul des auteurs.

Graphique 8. Élasticité (hors effet initial) des prix de production des pays de la zone euro à un choc de productivité et part des *inputs* produits localement dans la production – 2011



Sources : OCDE, calcul des auteurs.

4. Conclusion

Cet article propose d'utiliser le dual du modèle de Leontief pour étudier la transmission des chocs de prix en utilisant les bases de données de l'OCDE rassemblées pour l'étude du commerce en valeur ajoutée. Notre modèle montre que, hors comportement de marge des entreprises, les chocs de change sont en partie compensés par une modification des prix des *inputs* ce qui, en cas d'appréciation du taux de change, limite la perte de compétitivité. L'effet désinflationniste sur les prix de production du pays qui subit l'appréciation du change est donc confirmé. Dans les pays de la zone euro que nous avons plus particulièrement étudiés ici, l'ampleur de cette compensation n'est pas négligeable et elle est d'autant plus élevée que les pays sont ouverts. Elle est aussi plus importante pour les prix d'exportation que pour les prix de production. Elle est plus élevée pour l'Allemagne que pour la France. La compétitivité-prix de la France est ainsi davantage protégée contre l'appréciation de l'euro mais *a contrario*, elle bénéficie moins de sa dépréciation. Cet effet est cependant assez faible (8 % du choc compensé contre 7 % pour la France), récent (la divergence est apparue dans la seconde moitié des années 2000), et partagé avec l'Espagne et l'Italie.

Les effets des chocs de productivité sont beaucoup plus importants, notamment parce qu'il y a un effet de caisse de résonance domestique avant leur diffusion internationale. Parmi les grands pays, l'Allemagne est la plus à même de bénéficier des gains de productivité dans les PECO, notamment ceux qui n'ont pas encore intégré la zone euro et qui sont aussi généralement de grande taille (Pologne, Hongrie, République tchèque). L'Allemagne perd son avantage par rapport aux autres pays de la zone euro lorsqu'il s'agit des gains de productivité émanant de Chine.

Tous ces effets s'expliquent en grande partie par l'effet direct de premier tour mesuré par la part des *inputs* dans la production.

Au-delà de ces résultats, notre modélisation permet aussi d'étudier les chocs de salaires, la structure et l'évolution des interdépendances, autant de sujets à développer dans des travaux ultérieurs.

Références

- Acemoglu D., V. M. Carvalho, A. Ozdaglar et A. Tahbaz-Salehi, 2012, « The Network Origins of Aggregate Fluctuations », *Econometrica*, 80(5) : 1977-2016. doi:10.3982/ECTA9623.
- Akkemik K. A., 2011, « Potential impacts of electricity price changes on price formation in the economy: a social accounting matrix price modeling analysis for Turkey », *Energy Policy*, Special Section on Offshore wind power planning, economics and environment, 39 (2): 854-64. doi:10.1016/j.enpol.2010.11.005.
- Amador J., R. Cappariello et R. Stehrer, 2015, « Global Value Chains: A View from the Euro Area », *Working Paper Series* 1761, Francfort, ECB.
- Bems R. et R. C. Johnson, 2015, « Demand for Value Added and Value-Added Exchange Rates », *Working Paper* 21070, National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/w21070>.
- Bournay J. et J.-P. Piriou, 2015, *La comptabilité nationale*. 17e édition. Paris, La Découverte.
- Cappariello R. et A. Felettigh, 2015, « How does foreign demand activate domestic value added? A comparison among the major euro-area economies ». *Banca d'Italia Temi di Discussione*, 1001. Bank of Italy, Economic Research and International Relations Area. https://www.ecb.europa.eu/home/pdf/research/compnet/20140918/Cappariello_Felettigh.pdf?a22fe4df6b5f094987ef9ba37483b30a.
- Carvalho V. M., 2014, « From micro to macro via production networks ». *The Journal of Economic Perspectives*, 23-47.
- Daudin G., P. Monperrus-Veroni, C. Riffart et D. Schweisguth, 2006, « Le commerce extérieur en valeur ajoutée ». *Revue de l'OFCE*, 3 : 129-165.
- Daudin G., C. Riffart et D. Schweisguth, 2011, « Who produces for whom in the world economy? » *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, 44 (4) : 1403-1437.
- De Backer K. et N. Yamano, 2012, « International Comparative Evidence on Global Value Chains », *STI Working Paper Series*, 2012/3, Paris: OECD.
- Folloni G. et C. Miglierina, 1994, « Hypothesis of price formation in input-output tables », *Economic Systems Research*, 6 (3): 249.
- Han S.-Y., S.-H. Yoo et S.-J. Kwak, 2004, « The role of the four electric power sectors in the Korean national economy: an input-output analysis », *Energy Policy*, 32 (13) : 1531-43. doi:10.1016/S0301-4215(03)00125-3.
- Hummels D., J. Ishii et K.-M. Yi, 2001, « The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade », *Journal of International Economics*, 54 (1) : 75-96.

- Johnson R.C. et G. Noguera, 2012, « Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added », *Journal of International Economics*, 86 (2): 224-36. doi:10.1016/j.jinteco.2011.10.003.
- Koopman R., Z. Wang et S.-J. Wei, 2014, « Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports », *American Economic Review*, 104 (2) : 459-94. doi:10.1257/aer.104.2.459.
- Leontief Wassily W., 1951, « The structure of American economy, 1919-1939: an empirical application of equilibrium analysis », <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe?IsisScript=bac.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=033747>.
- Los B., M. P. Timmer, G. J. De Vries et J. Gaaitzen, 2016, « Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports: Comment », *American Economic Review*, 106 (7) : 1958-66. doi:10.1257/aer.20140883.
- Milberg W. et D. Winkler, 2013, *Outsourcing economics: global value chains in capitalist development*, Cambridge University Press. https://books.google.fr/books?hl=en&lr=&id=Uy8gAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR11&dq=milberg+winkler&ots=nqfw_voCK5&sig=IKyX9EVTJf9Jzx-hM4MYJeAtxJIA.
- Oosterhaven J., 1996, « Leontief versus Ghoshian price and quantity models », *Southern Economic Journal*, 750-759.
- Sato K. et N. Shrestha, 2014, « Global and Regional Shock Transmission - An Asian Perspective », *CESSA Working Paper*, Yokohama: Center for Economic and Social Studies in Asia (CESSA), Department of Economics, Yokohama National University.
- Sharify N., 2013, « Input-output modelling of the effect of implicit subsidies on general prices », *Economic Modelling*, 33 (juillet): 913-17. doi:10.1016/j.econmod.2013.06.011.
- Timmer M. P., E. Dietzenbacher, B. Los, R. Stehrer et G. J. Vries, 2015, « An illustrated user guide to the world input-output database: the case of global automotive production », *Review of International Economics*, 23 (3): 575-605.
- Valadkhani A. et W. F. Mitchell, 2002, « Assessing the Impact of Changes in Petroleum Prices on Inflation and Household Expenditures in Australia », *Australian Economic Review*, 35 (2) : 122-32. doi:10.1111/1467-8462.00230.
- Wodon Q. et J. C. Parra, 2008, « Comparing the Impact of Food and Energy Price Shocks on Consumers?: A Social Accounting Matrix Analysis for Ghana », *WPS 4741*, The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/2008/10/9900514/comparing-impact-food-energy-price-shocks-consumers-social-accounting-matrix-analysis-ghana>.

ANNEXE

A1. Le modèle de prix de Leontief

Dans la mesure où nous nous intéressons ici à la formation des coûts de production, nous privilégions la lecture en colonne. Dans une économie à n branches, les colonnes du tableau I-O peuvent s'écrire comme un système de n équations :

$$\begin{aligned} y_1 &= z_{11} + z_{12} + \dots + z_{1n} + r_1 = a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n + r_1 \\ y_i &= z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{in} + r_i = a_{i1}y_1 + a_{i2}y_2 + \dots + a_{in}y_n + r_i \quad (1.1) \\ y_n &= z_{n1} + z_{n2} + \dots + z_{nn} + r_n = a_{n1}y_1 + a_{n2}y_2 + \dots + a_{nn}y_n + r_n \end{aligned}$$

où y_i est la production brute de la branche i , z_{ij} la valeur de y_i consommée par la branche i pour produire y_j , r_i la rémunération des facteurs primaires nécessaires à la production de y_i , $a_{ij} = z_{ij} / y_j$, le coefficient technique représentant la quantité d'input y_j absorbée par la branche i nécessaire à la production d'une unité de y_i .

Dans une notation matricielle, le système (1.1) devient :

$$Y = (y_1 \dots y_n) = (y_1 \dots y_n) \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & a_{ij} & \vdots \\ a_{1n} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} + (r_1 \dots r_n) = YA + R$$

Y étant le vecteur de production de dimension $(1, n)$, A la matrice structurale des coefficients techniques de dimension (n, n) et R le vecteur de revenus des facteurs de dimension $(1, n)$.

En supposant qu'il n'y a pas de substitution possible entre les inputs (en d'autres termes, que les coefficients techniques sont fixes), nous pouvons tirer de ces relations des équations de prix. Posons $y_i = p_i * q_i$, avec p_i et q_i respectivement le prix et la quantité physique de produit i . Pour produire une unité de chaque produit ($q_i = 1$), nous transformons le système (1.1) en un système de prix :

$$\begin{aligned} p_1 &= a_{11}p_1 + a_{12}p_2 + \dots + a_{1n}p_n + v_1 \\ p_i &= a_{i1}p_1 + a_{i2}p_2 + \dots + a_{in}p_n + v_i \quad (1.2) \\ p_n &= a_{n1}p_1 + a_{n2}p_2 + \dots + a_{nn}p_n + v_n \end{aligned}$$

avec v_i , la rémunération des facteurs primaires nécessaires à la production d'une unité de production par la branche i . Dans ce cadre, p_i est déterminé par les prix de l'ensemble des *inputs* et le revenu des facteurs.

En terme matriciel, le nouveau système s'écrit : $P = PA + V$

avec P le vecteur de prix de production de dimension $(1,n)$, V le vecteur de revenus de facteurs contenus dans une unité de production de dimension $(1,n)$.

A2. Le modèle avec un choc de prix d'inputs

En situation de choc exogène de prix d'inputs, les entreprises font face à un changement de leurs coûts qu'elles transmettent directement dans leur prix de production. On suppose que ce choc exogène n'affecte pas la rémunération des facteurs capital et travail et donc qu'il n'y a pas d'ajustement sur les marges. Dans ces conditions, pour toute branche i allant de 1 à n , le choc c_i peut s'écrire, en niveau, comme l'écart absolu entre le prix initial p_i^0 et le prix facturé à la suite du choc (dit prix « choqué ») p_i^1 :

$$\Delta^0 p_1 = p_1^1 - p_1^0 = c_1$$

$$\Delta^0 p_i = p_i^1 - p_i^0 = c_i$$

$$\Delta^0 p_n = p_n^1 - p_n^0 = c_n$$

Sous forme matricielle, le système devient : $\Delta^0 P = P^1 - P^0 = c$, avec $\Delta^0 P$ le vecteur de choc de dimension $(1,n)$ calculé comme l'écart entre P^0 le vecteur de prix initial et P^1 le vecteur de prix choqué. Le vecteur de choc c de dimension $(1,n)$ est ce que nous appelons l'effet direct du choc sur les prix de production.

Cette hausse de prix est transmise aux branches qui utilisent les produits « choqués » comme consommations intermédiaires dans leur propre activité de production. L'ampleur de la hausse de prix de production dépend de la structure interindustrielle du pays. Plus la quantité d'inputs « choqués » contenue dans une unité de production est importante, plus forte sera la hausse du prix de production. On peut décrire ainsi le processus de diffusion. Dans un premier temps, l'impact additionnel du choc sur le prix de production de la branche 1 est égale à

$$\Delta^1 p_1 = c_1 a_{11} + \dots + c_i a_{1i} + \dots + c_n a_{1n} = \sum_{j=1}^n c_j a_{1j}$$

et, pour chaque industrie i ,

$$\Delta^1 p_i = \sum_{j=1}^n c_j a_{ij}$$

ce qui peut s'écrire sous forme vectorielle : $\Delta^1 P = cA$

Mais les industries utilisant ces *inputs* dans leur processus de production verront leurs coûts à nouveau augmenter. Cette hausse de deuxième tour se répercutera à son tour sur les prix de production selon la relation suivante dans le cas de la branche k (par exemple) :

$$\Delta^2 p_k = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n (c_j a_{ij}) \right) a_{ki}$$

soit sous forme matricielle : $\Delta^2 P = cAA = cA^2$

Cette séquence se répétera une troisième fois avec un nouveau changement de prix pour la branche l qui peut s'écrire de la façon suivante :

$$\Delta^3 p_l = \sum_{k=1}^n \left(\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n (c_j a_{ij}) \right) a_{ki} \right) a_{lk}$$

Sous forme matricielle, cette hausse s'écrit $\Delta^3 P = cAAA = cA^3$

Au n^e tour, la hausse des prix de production sera de la forme $\Delta^n P = cA^n$.

Les coefficients techniques étant inférieurs à 1, l'effet du choc initial sur les prix d'*inputs* finit par s'épuiser. Finalement, en incrémentant tous les effets liés aux relations d'interdépendances industrielles, l'effet global du choc est égal à la somme du choc initial et de toutes les hausses apparues au cours des multiples cycles de production. L'effet total du choc, que nous appelons S est égal à

$$S = \Delta P = c + cA + cA^2 + \dots + cA^n = c(I + A + A^2 + \dots + A^n)$$

C'est-à-dire

$$S = c(I - A)^{-1} \quad (1.3)$$

$(I - A)^{-1}$ est appelé « l'inverse de la matrice de Leontief ». S est un vecteur de dimension $(1, n)$ composé des éléments s_{ij} mesurant l'effet total du choc sur le prix de production du secteur j du pays i .

L'ARBITRAGE ENTRE LE SALARIAT ET LE TRAVAIL INDÉPENDANT AU PRISME DES THÉORIES DE LA FIRME UNE ANALYSE ÉCONOMIQUE DES PRATIQUES DE CROWDWORKING¹

Bernard Baudry, *Université Lyon 2, UMR TRIANGLE, France*^a

Virgile Chassagnon, *Université Grenoble Alpes, CREG, Grenoble, France*^b

Cet article s'intéresse à une nouvelle forme d'organisation du travail, le *crowdworking*. Cette expression désigne le travail réalisé à partir de plateformes en ligne qui permettent à des individus d'accéder (*via* internet) à des organisations (ou à des individus) pour résoudre des problèmes spécifiques et offrir des produits et des services en échange d'une rémunération. Notre problématique consiste à s'interroger sur le potentiel de développement de cette pratique et à repérer les enjeux que le *crowdworking* met en exergue pour l'analyse économique. Pour ce faire, nous analysons la question de l'arbitrage entre le salariat et le travail indépendant au prisme des grandes théories de la firme en distinguant deux catégories de plateformes, celles qui font appel à du travail peu qualifié et celles qui mobilisent du travail qualifié. Nous montrons que la théorie économique permet de dégager trois variables de cet arbitrage : la nature des actifs humains engagés, la séparabilité des tâches, et la nature des connaissances. L'étude de ces trois variables donne à voir une dynamique d'organisation du travail qui devrait, en principe, rester favorable au salariat donc à l'entreprise.

Mots clés : Crowdworking, entreprise, salariat, théories économiques de la firme, travail indépendant.

1. Les auteurs remercient les deux rapporteurs ainsi que les éditeurs de la Revue pour leurs remarques qui ont permis d'améliorer l'article.

a. Membre de l'IREPE.

b. Directeur de l'IREPE.

L'entreprise capitaliste s'est développée tout au long du XX^e siècle sur un modèle institutionnel de régulation du travail basé sur le salariat. Aujourd'hui encore, cette forme d'organisation du travail demeure largement dominante (environ 90 % des travailleurs de la France sont des salariés) même si certains évoquent la montée inexorable du travail indépendant dans nos économies en mutation numérique (le nombre d'indépendants a cru de 26 % entre 2006 et 2011, mais il demeure circonscrit à environ 10 % des travailleurs français). L'actualité économique donne donc à voir la question de la montée du travail indépendant comme un affaiblissement du salariat causé par le développement de l'économie numérique. Indirectement, c'est le modèle traditionnel de l'entreprise capitaliste qui serait menacé ou tout du moins déstabilisé par cette évolution majeure de notre système économique (Baudry et Chassagnon, 2016). Il est vrai que de très nombreux rapports récents² ont émis l'hypothèse que l'économie numérique était susceptible d'entraîner un déplacement en termes d'organisation du travail, le salariat devant reculer au profit du travail indépendant. Mais qu'en est-il vraiment ?

Aucun travail en économie de la firme ne propose aujourd'hui d'éclairer ce débat à l'aune des nouveaux enjeux posés par l'économie numérique. Pour autant, les premières publications académiques de haut niveau sur le sujet plus vaste de la numérisation de notre capitalisme se multiplient. Dans un article récent publié dans *l'American Economic Review*, Cramer et Krueger (2016) proposent une analyse comparative des services de taxi du type Uber ou Lyft et ceux du type traditionnel basés sur la recherche de l'efficacité. Ils montrent que les chauffeurs « Uber » ont plus souvent des clients et parcourent plus de kilomètres (et donc font plus de profits) que les chauffeurs de taxis traditionnels. C'est cette logique d'efficacité qui semble convaincre de manière parfois immesurée une partie de l'opinion publique dans un contexte de morosité économique caractérisé par un niveau de chômage élevé. Mais de tels résultats interpellent néanmoins l'économiste de l'entreprise : la numérisation de l'économie tendrait-elle à remettre en cause le modèle de l'entreprise capitaliste « classique » fondé sur le salariat ?

2. Voir notamment : le rapport Metling, le rapport du CNN, le rapport du CAE ou le rapport du Haut conseil du financement de la protection sociale.

L'atout majeur du numérique est de diminuer de manière drastique les coûts de coordination, et notamment ceux liés à la transmission de l'information. En effet, les plateformes permettent la mise en relation instantanée des offreurs et des demandeurs. Nous avons donc choisi de nous intéresser dans ce texte à une nouvelle forme d'organisation du travail permise par l'économie numérique, le *crowdworking*, que certains auteurs traduisent par « l'externalisation ouverte du travail », ou externalisation vers la « foule » ou la « multitude » (Valenduc et Vendramin, 2016). Cette expression désigne le travail réalisé à partir de plateformes en ligne qui permettent à des individus d'accéder par l'intermédiaire d'internet à des organisations (ou à des individus) pour résoudre des problèmes spécifiques et offrir des produits et des services, en échange d'une rémunération. Comme le notent Valenduc et Vendramin, « ces plateformes sont en quelque sorte des places de marché pour des micro-travaux » (*Idem*, p. 35) ; elles sont très nombreuses et méritent une attention particulière. Dans cet article, nous allons distinguer deux catégories. La première (catégorie 1) regroupe des plateformes qui demandent du travail peu qualifié, les tâches à réaliser étant extrêmement simples : identifier des objets sur photo ou vidéo, dupliquer des données, retranscrire des enregistrements, rechercher des détails dans des données, etc. La plateforme emblématique est de ce point de vue *Amazon Mechanical Turk* (voir en France, *Foulefactory*). La seconde en revanche fait appel à des travailleurs qualifiés, c'est le cas de *freelance.com*, plateforme sur laquelle l'on trouve des analystes développeurs, des ingénieurs d'étude, des chefs de projet digital, des chargés d'études statistiques, etc.

Il est pour le moment difficile d'estimer l'ampleur du *crowdworking* (voir Felstiner, 2011). En effet certaines personnes peuvent être inscrites sur plusieurs plateformes, d'autres être inscrites mais rester inactives. En tout état de cause, le développement de ces plateformes est une donnée empirique certaine. Cette externalisation ouverte du travail peut s'analyser comme un approfondissement des stratégies d'externalisation pratiquées par les grandes entreprises depuis les années 1980, mais avec une rupture majeure dans la mesure où cette forme d'externalisation est à destination d'individus, et non pas en direction d'autres entreprises. D'ailleurs, certains historiens s'interrogent sur un possible retour à

la forme d'organisation qui a précédé le travail au sein des manufactures (*factory system*), à savoir le *domestic system* (Mokyr, 2001). Dans ce dernier cas, les travailleurs possédaient leurs outils de production et vendaient directement leur production à des donneurs d'ordres. Néanmoins, l'externalisation contemporaine, favorisée par le numérique, ne saurait être confondue avec le *domestic system*, qui supposait une proximité géographique très importante entre les offreurs et les demandeurs. Une des originalités majeures du *crowdworking* est justement l'abolition des frontières géographiques. On pourrait même parler de « délocalisation domestique, voire individuelle » de la production dans certains cas. On peut dans ces conditions s'interroger, d'une manière prédictive, sur le potentiel de développement de cette nouvelle forme de travail.

Du point de vue de l'analyse économique, cela revient à questionner les fondements de l'arbitrage entre le travail indépendant (le non salariat) et le travail salarié (la relation d'emploi), qui constitue une question clé des théories de la firme depuis les travaux séminaux de F. Knight et de R. Coase³, ce dernier étant à l'origine de ce qui va nous intéresser dans cette contribution, c'est-à-dire la question stratégique du *make or buy* : une firme doit-elle se procurer en interne ses *inputs* ou bien doit-elle se les procurer sur le marché⁴ ?

Selon nous, les théories de la firme mettent l'accent sur trois variables centrales de l'arbitrage entre ces deux formes d'organisa-

3. L'arbitrage entre le travail salarié (la relation d'emploi) et le marché est devenu un thème central de la recherche en économie de la firme. Pourtant, c'est une question assez récente posée par la théorie économique puisqu'il a véritablement fallu attendre l'article de Coase de 1937, « The nature of the firm », pour que les économistes l'inscrivent dans leur agenda de recherche (Coase prolongeant ainsi de l'ouvrage de Knight, 1921, *Risk, Uncertainty, and Profit*). C'est en effet le Prix Nobel 1991 d'économie qui posa les deux questions qui sont, toujours aujourd'hui, au centre des programmes de recherche en matière de théorie de la firme : quelle est la nature de la firme et comment expliquer son existence alors que le système des prix est censé réaliser une allocation optimale des ressources ? On connaît la réponse de Coase à ces deux questions : si la firme existe, c'est parce qu'il existe un « coût de fonctionnement » du marché et, à l'intérieur de la firme, l'affectation des ressources s'effectue par « l'autorité », représentée par l'entrepreneur-coordonateur.

4. Curieusement, il faudra en réalité attendre les années soixante-dix, soit plus de trente ans après le texte de Coase, pour que cette question de l'arbitrage firme-marché soit inscrite dans l'agenda de recherche des économistes. Des courants théoriques très variés vont dès lors s'attacher à analyser finement le fonctionnement des firmes et à différencier ces dernières du marché : la théorie des coûts de transaction, la théorie des contrats incitatifs, la théorie des droits de propriété, la théorie évolutionniste ou encore la théorie des ressources et des capacités (voir Baudry et Chassagnon, 2014) ont permis d'enrichir le débat et de montrer les intérêts économiques respectifs que représentent ces formes d'organisation des activités : l'entreprise (la relation d'emploi) et le marché (le travail indépendant).

tion du travail : (1) la nature des relations de pouvoir (subordination du contrat de travail *versus* contrainte marchande du travail indépendant) ; (2) le type d'incitation et de coordination de l'effort au travail (mesures à l'*input* et contrat de long terme avec rémunération fixe *versus* mesures de l'*output* et contrat marchand de court terme avec rémunération à la tâche) ; et (3) les caractéristiques des technologies et des connaissances (inséparabilité technologique et création collective de connaissances *via* l'apprentissage *versus* séparabilité technologique et achat externe d'information et de connaissances individuelles). Partant, l'objet de cette contribution est de montrer comment les économistes, sous certaines conditions, justifient la supériorité ou non de la firme (la relation d'emploi) sur le marché (le travail indépendant) en regard de ces trois critères d'analyse.

Le reste de l'article est organisé comme suit. Dans la section 1, nous nous intéressons à l'économicité de la subordination issue du contrat d'emploi et à sa place aujourd'hui dans cette nouvelle logique de contractualisation marchande du travail. Nous verrons que la question de la propriété revêt une grande importance. La section 2 questionne l'efficacité des formes de mesure, d'évaluation et de contrôle de l'effort dans les contrats de court terme des plateformes en comparaison des contrats intra-firmes de long terme. Enfin, dans une section 3, l'analyse de l'arbitrage entre le salariat et le travail indépendant est réalisée à partir des enjeux modernes de technologie et de connaissance ; là aussi de fortes différences entre les deux formes d'organisation de l'emploi se manifestent. Une section conclusive est proposée dans l'objectif de proposer une synthèse analytique et un essai de catégorisation des types d'entreprises que l'on retrouve dans cette économie numérique. Nous montrons alors que trois variables nous semblent essentielles pour analyser le développement du *crowdworking* : la nature des actifs humains engagés, la séparabilité des tâches et la nature des connaissances.

1. D'une hiérarchie basée sur la subordination juridique au marché

Knight (1921) considère que l'existence des firmes est directement liée à l'incertitude et propose une première forme d'analyse

de l'arbitrage entre le travail salarié et le travail indépendant. Pour lui, l'incertitude exerce une fonction de sélection et de spécialisation des fonctions. Au travers des entrepreneurs, transparait la firme ; « l'essence de la firme est la spécialisation de la fonction de direction responsable de la vie économique, la caractéristique négligée à partir de laquelle naît l'inséparabilité entre deux éléments : la responsabilité et le contrôle » (*Ibid.*, p. 271). Les entrepreneurs doivent être responsables, assumer les risques et rassurer les travailleurs en leur garantissant un revenu fixe en contrepartie des efforts qu'ils consentent dans le travail d'exécution. Et parce qu'ils prennent des décisions responsables et assument le risque, les entrepreneurs récupèrent le profit. Par conséquent, la firme recèlerait la capacité de redistribuer efficacement les risques entre les entrepreneurs et les travailleurs. En échange de salaires fixes qui les protègent des risques, l'entrepreneur acquiert le droit de surveiller les activités des travailleurs dans la firme. En d'autres termes, pour Knight, la raison d'être de la firme est le rapport salarial ; c'est lui qui légitime son existence économique (en présence d'incertitude) et, ce faisant, son existence institutionnelle. L'emploi n'est donc pas une extension du marché et il légitime en lui-même la raison d'être de la firme capitaliste.

Quelques années plus tard, Coase ira au-delà de ce premier travail en affirmant que « la principale raison de la constitution d'une firme résiderait dans l'existence de coûts d'utilisation du marché » (Coase, 1937, p. 390). Coase peut alors énoncer ce qu'il entend par « nature de la firme » : à l'intérieur d'une firme, les transactions de marché sont éliminées et à la structure compliquée de l'échange marchand se substitue l'entrepreneur-coordonateur qui dirige la production. L'entrepreneur dispose d'une « autorité de contrôle » qui lui permet d'organiser et de coordonner les activités de production, et ce sans recourir au marché. L'autorité de l'entrepreneur est donc au cœur de la nature de la firme. Par exemple, Coase écrit que « si un travailleur se déplace d'un service Y vers le service X, il ne le fait pas en raison d'un changement de prix relatif mais parce que l'on lui ordonne de le faire » (*Ibid.*, p. 387).

On comprend alors que dans la firme, des contrats de long terme se substituent à une multitude de contrats de court terme, ce qui réduit conséquemment les coûts de transaction. Ces contrats ont la particularité d'échanger une rémunération contre une obéissance,

c'est-à-dire d'instituer une « zone » au sein de laquelle des employés obéissent à un entrepreneur. On notera que Coase considère sa théorie « réaliste », car elle correspond en pratique à la « relation de maître à domestique » ou plutôt à la « relation employé/employeur » (*Ibid.*, p. 403). Le contrat d'emploi institue la relation de subordination de l'employé à l'employeur, c'est-à-dire le droit conféré à l'entrepreneur de diriger et de contrôler les actions de chacun. La relation de subordination juridique est encore de nos jours un principe fondamental de la firme, le principe qui donne tout son sens au système capitaliste fondé sur le rapport salarial (voir *infra*). En ce sens, ces pratiques de *crowdworking* sont à relier à des critères économiques qui peuvent justifier l'existence de la firme et de ses dispositifs de subordination en réponse aux marchés insubordonnés – dont l'utilisation est coûteuse et pas toujours efficiente (voir Simon, 1951).

Par ce raisonnement, Coase est à l'origine de la question du *Make or Buy* en économie : une firme doit-elle se procurer en interne ses *inputs* ou bien doit-elle se les procurer sur le marché (en externe) ? Utilisant la méthode marginaliste, Coase indique que la firme tend à s'agrandir tant que les coûts d'organisation interne sont inférieurs aux coûts d'utilisation du marché. Dès lors, le travail indépendant peut trouver une légitimation pour certaines activités qui ne seraient pas organisées dans le cadre de l'entreprise. Mais, dans ce cas, il ne peut être qu'un phénomène mineur et circonscrit aux petites activités qui ne peuvent susciter de forts coûts de transaction méritant une internalisation au sein de l'entreprise.

Dans l'esprit du travail pionnier de Coase sur l'arbitrage entre le salarié et le travail indépendant, Williamson (1985) suppose que l'agent économique est rationnellement limité et doit agir dans un environnement qu'il ne maîtrise pas. De plus, la contractualisation marchande traditionnelle est mise en défaut par la spécificité des investissements⁵. Lorsque les actifs engagés sont fortement spécifiques et que les transactions sont « récurrentes », les cocontractants doivent se prémunir des risques d'opportunisme et instituer une structure de gouvernance protectrice. Cette dernière se fonde sur des contrats évolutifs de long terme et a les propriétés d'une mini-société qui instaure de nombreuses normes, au-delà même de celles régissant l'échange marchand immédiat. Pour

Williamson, c'est donc la firme qui constitue, en présence d'actifs fortement spécifiques générant une « quasi-rente », la meilleure organisation pour assurer le bon déroulement de la transaction à travers la relation d'emploi.

À la régulation marchande des néoclassiques se substitue une régulation autoritaire. D'un point de vue strictement économique, l'autorité (la contrepartie des « employeurs » à la subordination des « employés ») est source de valeur dans l'organisation (Arrow, 1974). Williamson relève deux fonctions importantes de l'autorité qui permettent de réduire les coûts de transaction. D'une part, l'autorité permet de diriger le travail de l'employé et de régler les différends à moindres coûts dans une zone délimitée par le contrat de travail. D'autre part, l'autorité offre à l'employeur une réelle flexibilité également délimitée par les attributs contractuels, là où le marché nécessiterait d'incessantes renégociations le mettant face à des situations d'opportunisme. Ainsi la relation d'emploi fondée sur le salariat apparaît chez Williamson comme la condition de base à l'autorité, rejoignant ainsi la codification juridique de la subordination en France⁶. Ce faisant, la relation d'emploi salariale est pour l'économie des coûts de transaction le cœur même de l'entreprise capitaliste. Elle détermine ses frontières d'efficacité (voir Baudry et Chassagnon, 2010) si bien que le travail indépendant ne peut constituer qu'une réalité institutionnelle mais pas une règle générale.

En suivant la logique de Williamson, on en conclut que les plateformes de catégorie 1, qui ne génèrent pas d'actifs spécifiques, notamment humains, pourraient se développer puisque les activités qu'elles coordonnent ne sont pas susceptibles de conduire à

5. Williamson considère qu'un actif spécifique est un actif non redéployable dont la valeur productive s'accroît concomitamment à son utilisation dans une entité particulière et, au contraire, décroît dans toute utilisation alternative. Les investissements spécifiques créent plus de valeurs que des actifs génériques. Un cocontractant qui investit dans un actif spécifique a intérêt à pérenniser la relation économique avec l'autre cocontractant. En effet, de ces investissements spécifiques se dégage une « quasi-rente », une sorte de revenu supplémentaire dont les cocontractants ne bénéficieraient plus en rompant la relation contractuelle.

6. Le contrat de travail est une « convention par laquelle une personne physique s'engage à mettre son activité à la disposition d'une autre personne, physique ou morale, sous la subordination de laquelle elle se place, moyennant une rémunération ». La chambre sociale a proposé une définition encore plus « informative » de la subordination juridique entre l'employeur et l'employé – largement reprise par la jurisprudence – comme « l'exécution d'un travail sous l'autorité d'un employeur qui a le pouvoir de donner des ordres et des directives, d'en contrôler l'exécution et de sanctionner les manquements de son subordonné » (Cass. Soc. du 13 novembre 1996, *Bull.civ.*, V, n° 386).

des processus d'intégration verticale. En revanche, les plateformes de la catégorie 2 rentrent parfaitement dans la problématique williamsonienne : en cas de répétition du contrat de court terme initial, des actifs humains spécifiques se développent et laissent prise aux éventuels comportements opportunistes *ex post*, justifiant alors le processus d'intégration verticale.

Partant, l'analyse williamsonienne implique que le recours aux plateformes de catégories 2 relève d'une logique contractuelle de court terme, puisque les missions proposées sont de nature généralement ponctuelle. Dans ces conditions, l'intégration verticale au sein d'une firme se révèle sous-optimale pour le donneur d'ordres. Ce type de plateforme suppose donc, pour ce dernier, d'imaginer des dispositifs susceptibles de faire face à l'éventuel opportunisme *ex post* des travailleurs indépendants pour coordonner leurs activités économiques.

Le salariat est aussi la condition d'émergence, dans l'entreprise, des marchés internes du travail qui apparaissent comme l'unité administrative à l'intérieur de laquelle la rémunération et l'affectation du travail sont gouvernées par un ensemble de règles et de procédures administratives (Doeringer et Piore, 1971). Cette approche de la relation d'emploi oppose (en dépit de l'existence de ponts entre les deux) le marché interne (propre à l'entreprise) et le marché externe (propre au marché). Elle montre que le salariat constitue un moyen d'internaliser les conflits sociaux et de coordonner de manière juste et équitable les ressources humaines de l'entreprise en développant en son sein un mécanisme interne (déconnecté du marché) de rémunération, de promotion et de gestion des carrières (basée sur l'ancienneté) des travailleurs. Le marché interne appelle une forme de salariat car il s'inscrit dans un horizon de long terme permettant à la ressource humaine de développer ses compétences et d'accroître son capital humain.

Il y a donc un renversement de la causalité en regard de la théorie du capital humain de Becker (1964) : c'est parce que l'agent est entré sur le marché interne qu'il va investir en capital humain ! Et c'est parce que le salariat constitue la clé d'entrée sur le marché interne qu'il demeure une forme centrale de mobilisation des ressources humaines dans l'entreprise. À *contrario*, le développement du *crowdworking* priverait les travailleurs de ce cadre institutionnel de développement individuel et collectif et réhabili-

terait la théorie du capital humain pour les travailleurs qualifiés qui seraient les vainqueurs du « Tous entrepreneurs indépendants », pour ne pas dire du « Tous entrepreneurs ».

Par ailleurs, une autre grande particularité du travail indépendant se pose en termes de propriété. Très souvent, le travailleur indépendant dispose de peu de capital physique et lorsqu'il en détient il le possède ; par conséquent, il est propriétaire des moyens de production (et *a fortiori* de son capital humain). Or la propriété, en influençant la distribution du surplus *ex post*, affectera les décisions d'investissement *ex ante*. L'objectif consiste donc à choisir l'allocation des droits de propriété qui minimise les distorsions d'investissement *ex ante*. En ce sens, la « distribution des droits de propriété a des conséquences en termes d'efficacité » (Grossman et Hart, 1986, p. 718). Pour ces théoriciens des droits de propriété, la firme doit être définie comme « étant composée des actifs (par exemple les machines ou les stocks) qu'elle possède » (Grossman et Hart, 1986).

Mais seuls les actifs non-humains peuvent faire l'objet de droits de propriété. Selon cette théorie, les détenteurs des droits résiduels de contrôle sur les actifs non-humains ont, au sein d'une coalition, le pouvoir – l'« autorité » – sur les actifs humains, bien que ceux-ci soient inaliénables (voir Chassagnon, 2011). Les actifs humains – autrement dit les employés – ont besoin des actifs physiques pour être productifs, si bien que le « contrôle sur un actif physique mène indirectement au contrôle sur les actifs humains » (Hart et Moore, 1990). Le système de plateformes de l'économie *via* le travail indépendant remet radicalement en cause cette analyse. Le prix Nobel d'économie 2016, Holmström (1999), considère même que, dans ce modèle, il n'y a « ni firmes ni travailleurs ». Partant, ni les travailleurs indépendants – qui possèdent leurs outils de production –, ni les travailleurs salariés – qui accèdent, *via* la relation d'emploi, au capital productif des firmes – n'apparaissent dans la théorisation de l'entreprise. Autrement dit, c'est le travail même qui est absent dans cette approche économique de l'entreprise fondée sur la propriété. Pour autant, cette même théorie montre que la propriété privée du capital fournit plus d'incitations à l'effort et à l'investissement. De ce point de vue, le *crowdworking* serait susceptible de générer de meilleures incitations que le recours à la firme. La section suivante va nous permettre

d'approfondir cette question de la nature des systèmes d'incitations au travail.

2. Deux formes contractuelles pour deux types de contrôle et de rémunération du travail

Le développement du numérique et la montée escomptée du travail indépendant pose la question du contrôle et de l'évaluation du niveau d'effort des travailleurs (et donc de la rémunération). En effet, l'emploi organisé en plateforme ne permet pas au mandant (le principal de la théorie de l'agence) de spécifier *ex ante* tous les éléments susceptibles d'affecter la relation d'échange ; dès lors, comment contrôler le travail platformisé ? Quid des mécanismes de contrôle *ex post* de la qualité du travail et de la nature des mécanismes d'incitation associés (salaires à la tâche) dans l'entreprise et dans le travail indépendant ? En effet, la mesure des productivités individuelles apparaît impossible en présence d'une organisation collective du travail, ce qui nécessite un arbitrage entre l'entreprise et le travail indépendant.

Dans leur article de 1972, Alchian et Demsetz nous expliquent que dans une firme le pouvoir, l'autorité ou même la subordination ne seraient que des illusions. La liberté économique est une caractéristique commune au marché et à la firme. Il n'y aurait pas de différence ou d'asymétrie entre une relation d'emploi et une relation commerciale, car, de la même manière qu'un consommateur peut rompre à tout instant une relation avec son épicier du quartier, l'employé n'a pas d'autre prérogative que celle de pouvoir se séparer de son employeur. Pour eux, le problème posé par l'arbitrage entre la firme et le travail indépendant est le suivant : l'une des principales caractéristiques du marché est de révéler le niveau de productivité des agents économiques et, ainsi, de permettre l'égalisation entre le niveau d'effort consenti et la rémunération de ceux-ci. Ce serait donc le cas avec les travailleurs indépendants. L'une des principales caractéristiques de la firme est de favoriser la coopération des agents économiques de telle manière que le niveau agrégé de production de l'équipe – l'*output* – soit plus élevé que la somme des contributions individuelles. Néanmoins, dans une équipe de production, il est impossible de mesurer les produits marginaux des membres de manière directe et séparée. En raison

des effets dits de synergie, le produit marginal de l'équipe de travail diffère du produit marginal des membres de l'équipe de production. Dès lors, les individus bénéficieront des efforts collectifs sans nécessairement y contribuer.

La plateformisation permettrait donc sur « le papier » de contre-carrer ces phénomènes de passager clandestin. Mais le travail salarié organisé dans une firme ne permettrait-il pas aussi d'éviter les comportements de tire-au-flanc ? Pour Alchian et Demsetz, l'une des possibilités consiste à recourir à un contrôleur – un moniteur – spécialisé dans le contrôle des performances productives de chaque membre de l'équipe. Bien entendu, le risque de « double hasard » demeure ; l'opportunisme du moniteur reste une possibilité à ne pas négliger. C'est pourquoi Alchian et Demsetz attribuent au contrôleur un statut particulier, celui de créancier résiduel (propriétaire). L'objectif avoué de ce statut est clair : en devenant le bénéficiaire du revenu net – c'est-à-dire le résidu restant après rétribution de tous les autres facteurs de production –, le contrôleur a intérêt à limiter autant que faire se peut les coûts d'agence. En d'autres termes, ces auteurs montrent que le travail salarié, sous la houlette d'un dirigeant doté du statut de créancier résiduel, peut trouver les incitations suffisantes pour le discipliner.

Une autre approche de la firme a été développée par les théoriciens de l'agence, notamment par Holmström. Pour cette théorie, deux variables explicatives sont centrales, la mesure et le contrôle du travail d'une part, et le niveau d'effort des agents d'autre part. Deux questions qui se posent en des termes très nets pour l'arbitrage entre le salariat et l'indépendance. Le travail peut être contrôlé de deux façons, un contrôle fondé sur la mesure du comportement de l'agent (*behavior-based control*), et un contrôle fondé sur la mesure du résultat de ce comportement (*output-based control*). Compte tenu de cette distinction, la question de la plus ou moins grande mesurabilité du résultat est centrale. Si la mesure du travail est parfaitement observable et vérifiable (cas des plateformes de catégorie 1), alors le contrat optimal relève d'un contrat de marché, donc le principal peut recourir à un travailleur indépendant, en utilisant un système de paiement à la tâche (au résultat). En revanche, si le résultat est imparfaitement mesurable (cas des plateformes de catégories 2), alors le contrat d'emploi s'impose car le principal pourra recourir à des systèmes de contrôle

pour mesurer cette fois-ci le comportement du salarié. En effet, l'employeur dispose d'un droit de direction et de contrôle sur le travail du salarié. Grâce à ce droit, l'employeur est en mesure de coordonner le travail et de superviser sa bonne exécution. Or lorsqu'un donneur d'ordres délègue une tâche à un travailleur indépendant il n'est en mesure ni de diriger ni de contrôler l'exécution du travail. C'est alors le système du paiement au temps qui s'imposera. L'étude de la mesure du travail doit être complétée par l'étude des mécanismes incitatifs à la disposition du principal.

Ces théoriciens considèrent que le marché et la firme constituent deux systèmes d'incitation distincts et que l'on doit prendre en compte cet argument pour être à même de comprendre les problèmes organisationnels. Dans cet esprit, les tenants de cette approche développent un modèle dynamique des relations principal-agent (Holmström et Milgrom, 1987, 1994 ; Milgrom et Roberts, 1992 ; Roberts, 2010), dont l'objectif théorique est de montrer que la firme dispose d'un panel d'« instruments incitatifs » – comme le système de rémunération compensatoire de l'effort (principe des bonus), la délégation de l'autorité, les plans stratégiques, les règles de travail, la culture d'entreprise, le contrôle des réseaux d'information, etc. (Holmström, 1999) – qui doit lui permettre d'aligner les intérêts de l'employeur en allouant les risques, en motivant les employés mais également en les responsabilisant face à leurs activités souvent multi-tâches (Holmström et Milgrom, 1991). Ce qui différencie dans ce cadre la firme (le salariat) du marché (le travail indépendant), c'est avant tout la composition de son système d'incitation.

Ces auteurs montrent que la relation d'emploi est spécifique et doit être privilégiée lorsque le travail nécessite de développer des incitations à l'effort. C'est le salariat qui permet à l'entreprise de susciter les incitations les plus favorables au travail tout en autorisant son contrôle. Or, le paiement à la tâche, s'il se révèle incitatif, crée une situation d'aléa moral pouvant conduire à l'opportunisme *ex post* du travailleur indépendant, ce dernier pouvant par exemple tricher sur la qualité. De plus, le travail indépendant peut créer des incitations marchandes trop fortes et trop peu variées qui peuvent *in fine* nuire à la productivité des travailleurs. La nature de la firme par rapport au marché devient claire : elle est un « système d'incitation cohérent ». Dès lors, l'intérêt de la rémunération à la tâche (presque

à la « productivité ») caractéristique des plateformes est amoindri car cette forme de paiement incitative du travail s'applique aussi à l'entreprise qui offre sécurité et incitation (Gibbons, 1998).

Notons pour terminer le fait que dans une perspective macroéconomique la supériorité du salariat sur l'indépendance du travail s'affirme avec acuité pour les partisans de la théorie dite du salaire d'efficacité. Pour faire simple, énonçons que dans cette approche le niveau d'effort de la ressource humaine dépend du niveau de salaire offert, et plus particulièrement de l'écart entre le salaire offert et le salaire de réservation du travailleur (égal à celui que l'individu obtiendrait sur le marché ou *via* le système d'allocation chômage). Le fait de garantir aux salariés un contrat stable, de long terme et bien payé est un moyen efficace de les rendre coopératifs, motivés et donc productifs. Pourquoi en est-il ainsi ? Car les salariés savent qu'ils n'auront pas ces conditions de rémunération en recourant à la forme indépendante du travail. Deux réponses bien connues se complètent ainsi pour expliquer le comportement de ces travailleurs. Tout d'abord, dans la théorie du tire-au-flanc de Shapiro et Stiglitz (1984) l'individu maximise son effort de crainte de perdre son emploi et donc sa rente ! La rente issue du salariat discipline les travailleurs et les amène à accroître leur productivité. Ensuite, la théorie du don contre don d'Akerlof (1982) peut être invoquée : la rente est un don fait par l'entreprise au salarié qui en retour se sent redevable vis-à-vis de son employeur et fait un contre-don en investissant davantage dans la ressource humaine – en d'autres termes en accroissant sa productivité individuelle. Tant au niveau micro qu'au niveau macroéconomique, l'intérêt du salariat et de la spécificité des dispositifs de contrôle de l'effort et de rémunération s'affirme dans l'organisation du travail et la création de nouvelles connaissances productives.

3. De la production de connaissances collectives dans l'entreprise à la séparabilité technologique du marché

Après la subordination, le contrôle et l'évaluation du travail, se pose une dernière question qui a trait à l'environnement technologique et informationnel des activités de production. En effet, dans leur article, Alchian et Demsetz (1972) rappelaient déjà le fait que les agents membres d'une équipe doivent être intégrés dans la

firme, devenir des salariés de celle-ci si leur activité implique une production jointe rendant la mesure de sa productivité marginale impossible. Cette question des règles de fonctionnement de la production jointe est cruciale en économie des organisations car elle met en exergue ce qu'Alchian et Demsetz nomment le problème des « inséparabilités technologiques ». Selon ces auteurs, le processus de production implique une forme de déterminisme technologique qui spécifie des combinaisons productives entre les ressources technologiques et les ressources humaines. Le corollaire de cette thèse a trait au fait que les travailleurs doivent être intégrés (physiquement et contractuellement) au processus de production des firmes – technologiquement délimité.

Pour autant, cette idée ne plaide pas explicitement en faveur d'une forme de salariat dans l'entreprise car, pour ces auteurs, le contrat d'emploi est un contrat commercial comme un autre. En d'autres termes, il suffit que le travailleur indépendant soit durablement et contractuellement lié à l'entreprise pour que la production jointe soit effective. Ajoutons d'une part qu'en France au moins ce type de contrat pourrait être requalifié en contrat de travail de long terme fondé sur la subordination, ce qui remettrait en question l'approche d'Alchian et Demsetz, et d'autre part que cet argument ne tient pas compte de la situation courante dans laquelle les inséparabilités technologiques impliquent aussi de forts effets d'apprentissage collectif et la création de connaissances spécifiques. L'argument technologique est important pour caractériser le débat « technique » entre le salariat et l'indépendance du travail. Mais une autre question essentielle s'affirme dans nos économies fondées sur la connaissance (et le numérique) : la création des connaissances n'est-elle pas encouragée dans l'entreprise *via* le salariat qui donne accès aux travailleurs aux ressources cognitives des collectifs (Penrose, 1959), et de l'entreprise dans son ensemble ?

Richardson s'est intéressé en 1972 à la théorie de la firme au travers de la question de l'organisation industrielle. Critiquant la thèse de l'équilibre concurrentiel, il part de l'idée que les firmes « sont envisagées comme des îlots de coordination planifiée dans un océan de relations de marché » et il accorde un rôle fondamental aux « capacités » dans l'explication de la nature des firmes. Il considère qu'il est impossible de construire une théorie de l'organisation industrielle et d'expliquer la division du travail sans

accorder une attention particulière aux éléments organisationnels, à la connaissance, à l'expérience et aux compétences – ce qu'il nomme les « capacités (*capabilities*) appropriées ». Il ajoute que les firmes auront dès lors tendance à se spécialiser dans des activités pour lesquelles leurs capacités bénéficient d'un avantage comparatif ; il parle alors d'activités similaires, car tout redéploiement des capacités se traduit par des rendements décroissants. Ces capacités propres à l'entreprise reposent sur son design organisationnel qui s'appuie sur la relation de travail salariée. Le travail indépendant apparaît, au contraire, comme un réseau de coopération inter-firmes et correspond à des activités dissemblables, des activités qui ne sont pas dans le cœur de métier de l'entreprise.

La platformisation de l'économie ne peut s'apprécier en économie de la firme que de manière processuelle, ce qui implique de s'intéresser aux dynamiques d'évolution des structures de production. Nelson et Winter (1982) proposent une approche évolutionniste du changement économique. La firme est empreinte de règles comportementales et de mécanismes décisionnels dynamiques, c'est-à-dire qu'elle est guidée dans le temps par des règles qui répondent à une logique d'évolution. Dans l'analyse cognitiviste, l'on retrouve donc les notions clés de routines et de compétences : la firme est un répertoire de compétences humaines spécifiques. L'une des prérogatives de la firme est de permettre la coordination interindividuelle des connaissances, pour faire face aux évolutions – aux mutations – de leur environnement. Pour ce faire, la firme doit développer des heuristiques, c'est-à-dire des règles de conduite, des langages, des procédures susceptibles de faciliter la coordination entre les individus propres à l'entreprise.

C'est le rôle des routines qui, en présence d'incertitude procédurale, constituent la mémoire organisationnelle des firmes et permettent aux individus d'agir en suivant des comportements réguliers ancrés dans le passé. Mais les routines ne sont pas que statiques ; se développent des routines dynamiques orientées dans une logique d'apprentissage ayant pour objectifs de mettre en œuvre de nouvelles procédures de résolution de problèmes. Et celles-ci sont un émergent de la firme, c'est-à-dire de la réunion de ses individualités humaines et de leurs compétences au cœur d'un espace de rencontre qui évolue : l'organisation et la division collective du travail. Plusieurs auteurs évolutionnistes ont mis en exergue

le concept de compétences dynamiques, lesquelles se définissent, d'une part, comme la capacité à modifier et à transformer les compétences statiques et, d'autre part, comme les aptitudes plus générales à résoudre les problèmes et à créer de la nouveauté. Une dimension majeure des compétences est l'idiosyncrasie. Prahalad et Hamel mettront au jour en 1990 l'existence de compétences cœur dans la firme ; compétences qui ne sauraient être développées ou acquises sur le marché et donc *via* le travail indépendant. Ces compétences cœur sont bien souvent non codifiables et non transférables, si bien qu'elles constituent une véritable source d'avantage concurrentiel pour les firmes qui imposent, ce faisant, de fortes barrières à l'entrée dans leur secteur d'appartenance. Il s'avère que ces compétences foncières sont le fruit de la relation de long terme qui unit le salarié et l'entreprise, à savoir le contrat d'emploi.

La firme se dépeint comme une organisation au sein de laquelle le savoir se forme, se reproduit, se déforme pour mieux se reformer, mais où il disparaît également. La firme est une entité cognitive. Et les règles de conduite du changement reposent, d'une part, sur la technologie et les systèmes d'innovation et, d'autre part, sur des processus d'apprentissage collectifs faisant de la firme une entité « apprenante ». Les effets d'apprentissage sont centraux et apparaissent comme le collatéral cohésif et bénéfique de la relation d'emploi et de son horizon de long-terme associé. La prise en compte des effets d'apprentissage dynamique plonge l'approche cognitiviste dans un univers d'« efficacité dynamique » au sens de Schumpeter, ce qui remet radicalement en cause la recherche incessante de l'équilibre par le marché. Suivant des schémas d'évolution cohérents, les firmes génèrent des connaissances qui sont ainsi une propriété émergente des apprentissages collectifs. Relation d'emploi et connaissances vont donc de pair dans l'entreprise pour créer, selon ces théories économiques de l'entreprise, les routines et les connaissances qui servent l'innovation, qu'elle soit incrémentale ou disruptive.

Ces approches cognitivistes appréhendent la firme comme un processeur de connaissances, c'est-à-dire comme un lieu d'agencement, de construction et de sélection des compétences, mais aussi comme un lieu d'acquisition, de production et de distribution des connaissances nécessaires au maintien des compétences. Nonaka, Toyama et Nagata (2000) montrent que la firme est une

entité génératrice de connaissances dont la capacité à utiliser et à créer ces nouvelles connaissances est au cœur de leurs avantages concurrentiels. Partant, la raison d'être de la firme est de créer continuellement des connaissances à partir de ressources humaines fidélisées et apprenantes. Le capital humain est l'élément clé dans ce processus de création, mais c'est au travers de leurs interactions, au travers du groupe (formé grâce à une série de contrats d'emploi), que les connaissances se développent et se régénèrent.

Pour cette approche, la création de connaissances nouvelles implique la socialisation et l'intégration du capital humain dans ce lieu spécifique qu'est l'entreprise. Bien entendu, des travailleurs indépendants peuvent disposer d'un capital humain très qualifié, être innovants et contribuer à créer des avantages comparatifs qui leur sont propres. Mais en présence de productions jointes très intensives en initiatives collectives fondées sur les compétences humaines, c'est la relation d'emploi salariée qui pour cette approche apparaît comme la forme d'organisation de la production la plus efficiente. Cette approche cognitive des entreprises nous permet d'apprécier une limite forte de la plateformes des relations de travail, à savoir l'impossibilité de générer des apprentissages collectifs susceptibles de faire émerger de nouvelles connaissances (idiosyncratiques) propres à l'entreprise.

4. Conclusion

Les théories économiques que nous avons passées en revue mettent en évidence trois clés d'analyse de l'arbitrage entre travail salarié (subordination) et travail indépendant (marché). Les deux premières sont en partie corrélées ; il s'agit de la séparabilité ou non des tâches – mise en évidence par Alchian et Demsetz – et de la nature du capital humain. Comme nous l'avons vu, l'inséparabilité technologique ne permet pas la mesure de la productivité individuelle, ce qui rend très problématique la forme de paiement à la tâche, et donc le travail indépendant qui n'autorise pas en principe le contrôle du comportement (*behavior based control*). C'est alors le paiement au temps avec contrôle des *inputs*, donc le salariat, qui constitue la solution optimale. Deux cas sont alors possibles à partir du type de capital humain engagé.

On trouve tout d'abord le cas où le niveau de capital humain est faible. C'est typiquement le cas des plateformes numériques de catégorie 1. On assiste dans ce cas précis à l'émergence du « micro-travail », c'est-à-dire à un ensemble de toutes petites tâches informatiques, qui n'exigent aucune qualification, et qui ne peuvent pas encore être totalement déléguées à des ordinateurs ou à des robots. Le micro-travail repose bien sur une logique de travail à la tâche. En accord avec les travaux du Prix Nobel 2009 Williamson, la limite de cette délégation de tâches réside dans les risques d'opportunisme *ex post* des personnes qui les réalisent, par exemple en dégradant la qualité de la prestation – si on considère que ces tâches peuvent donner lieu à plusieurs niveaux de qualité. De ce point de vue, la mise en place de systèmes d'évaluation et de notations de ces « micro-travailleurs » de la part des donneurs d'ordres pourrait constituer des dispositifs à même de réguler ce type de transactions. Pour autant, compte tenu de l'absence d'actifs humains spécifiques, les risques d'opportunisme *ex post* de la part des travailleurs indépendants sont très faibles. En revanche, l'opportunisme du donneur d'ordres n'est pas à exclure, ce dernier par exemple pouvant refuser la prestation ou payer moins que convenu. L'absence (temporaire ?) de régulation de ce micro-travail est problématique.

Compte tenu des caractéristiques de fonctionnement de ces plateformes nous proposons de qualifier ce type d'organisation du travail de *marchés numériques*, la plateforme constituant une interface confrontant une demande avec une multitude d'offres, le donneur d'ordres bénéficiant d'une flexibilité extrême du travail, couplée avec une rémunération très basse.

Le second cas renvoie à des situations où le capital humain est plus intense, comme par exemple des designers, des graphistes, des concepteurs, des ingénieurs, des traducteurs, des développeurs web, des *free-lance* en général (catégorie 2). Le numérique favorise donc également l'externalisation vers des prestataires qualifiés individuels. Par rapport au cas du travail peu qualifié, on peut supposer ici que la relation est susceptible de générer le développement d'actifs spécifiques liés au fait que ce type de transaction nécessite des interactions entre le travailleur indépendant et son donneur d'ordres : nature du produit, niveau de performance, niveau de qualité, etc. Des phénomènes d'apprentissage apparaissent qui

donnent de la valeur à la continuité de la relation et les risques d'opportunisme *ex ante* et *ex post* s'accroissent. Autrement dit, l'existence de cette forme d'organisation du travail pose la question de leur fiabilité, en termes de résultat, de performance et de niveaux de qualité. Néanmoins la condition du développement de ces réseaux virtuels réside dans la possibilité de mettre en place par le donneur d'ordres des marchés « équipés » permettant de se substituer aux avantages intrinsèques de la firme. Nous proposons de qualifier cette forme d'organisation du travail de *virtual networks*, le donneur d'ordres étant assimilable à un *broker* dont la fonction serait de coordonner le réseau virtuel.

La troisième variable relève de la nature des connaissances engagées dans la transaction. Pour les théories cognitives de la firme, l'externalisation des tâches est potentiellement possible et crédible si les connaissances et le savoir sont fortement codifiés, les coûts de coordination et d'apprentissage étant dans ces conditions négligeables. C'est justement totalement le cas pour les marchés numériques. Le cas des *virtual networks* est déjà plus problématique ; comme nous l'avons indiqué plus haut la définition de l'*output* et sa réalisation peuvent nécessiter des interactions et la mise en œuvre d'un savoir tacite entre le donneur d'ordres et le travailleur indépendant.

Dans le cas d'activités non-séparables, la mesure de l'*output* n'est pas possible et c'est alors la forme firme qui s'impose, le paiement au temps étant couplé avec le contrôle du comportement des salariés. Si le travail est majoritairement peu qualifié, et les connaissances plutôt codifiées, nous proposons de nommer ce type de firme *une firme simple*. L'innovation ne constitue pas une variable stratégique de la firme. Enfin, si le travail est majoritairement qualifié et si la part de connaissances et de savoir tacite est centrale c'est alors la *firme complexe* qui s'impose. Disposant de marchés internes du travail, elle est à même de susciter un niveau de coopération élevé et de générer une forte innovation. Le tableau récapitule la typologie que nous proposons en guise de conclusion à notre investigation théorique.

Finalement, l'on peut penser que si le numérique peut contribuer à développer le travail indépendant, notre étude tend à montrer que ce développement restera marginal, compte tenu des nombreux avantages offerts par la forme organisationnelle *firme*.

Tableau. Une typologie des formes d'organisation du travail

Séparabilité des tâches Nature du capital humain	Séparabilité (paiement à la tâche)	Non-séparabilité (paiement au temps)
Peu qualifié	<ul style="list-style-type: none"> – Travail indépendant : micro-travail – Connaissances codifiables 	<ul style="list-style-type: none"> – Travail salarié contrôlé (<i>behavior based control</i>) : flexibilité, innovation faible – Connaissances collectives explicites
	Marchés numériques	Firme simple
Qualifié	<ul style="list-style-type: none"> – Travail indépendant (professionnels) : marché équipé – Nature des connaissances ? 	<ul style="list-style-type: none"> – Travail salarié autonome : marché interne du capital humain – Connaissances collectives tacites : coopération, contrat relationnel, forte innovation
	Virtual networks	Firme complexe

Néanmoins cette conclusion pourrait être révisée si le processus de codification des connaissances continue, l'externalisation s'en trouvant dans ces conditions grandement facilitée.

Références bibliographiques

- Akerlof G., 1982, « Labor contracts as partial gift exchange », *Quarterly Journal of Economics*, 92(4) : 543-569.
- Alchian A. et H. Demsetz, 1972, « Production, information costs, and economic organization », *American Economic Review*, 62 (5) : 777-795.
- Arrow K. J., 1974, *The Limits of Organization*, New York, Norton & Company Inc.
- Baudry B. et V. Chassagnon, 2010, « The Close Relation Between Organization Theory and Oliver Williamson's Transaction Cost Economics: A Theory of the Firm Perspective », *Journal of Institutional Economics*, 6(4) : 477-503.
- Baudry B. et V. Chassagnon, 2014, *Les théories économiques de l'entreprise*, La Découverte, Coll. Repères.
- Baudry B. et V. Chassagnon, 2016, « L'ubérisation ne signe pas la fin du salariat et de l'entreprise », *Le Monde*, 24 février 2016.
- Becker G. S., 1964, *Human Capital : A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, National Bureau of Economic Research, New York.
- Chassagnon V., 2011, « The Law and Economics of the Modern Firm: A New Governance Structure of Power Relationships », *Revue d'économie industrielle*, 134 : 25-50.
- Coase R. H., 1937, « The Nature of the Firm », *Economica*, 4(16) : 386-405.

- Cramer J. et A. B. Krueger, 2016, « Disruptive Change in the Taxi Business: The Case of Uber », *American Economic Review*, 106(5) : 177-82.
- Doeringer P. et M. Piore, 1971, *Internal Labour Markets and Manpower Analysis*, D.C. Heath Massachusetts, Lexington Mass.
- Felstiner A., 2011, « Working the crowd : employment and labor law in the crowdsourcing industry », *Berkeley Journal of Employment and Labour Law*, 32(1) : 143-202.
- Gibbons, R., 1998, « Incentives in Organizations », *Journal of Economic Perspectives*, 12(4) : 115-132.
- Grossman S. J. et O. D. Hart, 1986, « The Costs and Benefits of Ownership: A Theory of Vertical and Lateral Integration », *Journal of Political Economy*, 94(4) : 691-719.
- Hart O.D., 1995, *Firms, contracts, and financial structure*, Oxford University Press, Clarendon Lectures in Economics.
- Hart O.D. et J. Moore, 1990, « Property Rights and the Nature of the Firm », *Journal of Political Economy*, 98 (6) : 1119-1158.
- Holmström B., 1999, « The Firm as a Subeconomy », *Journal of Law, Economics and Organization*, 19(1) : 74-102.
- Holmström B. et P. Milgrom, 1987, « Aggregation and Linearity in the Provision of Intertemporal Incentives », *Econometrica*, 55(2) : 303-328.
- Holmström B. et P. Milgrom, 1991, « Multitask Principal-Agent Analyses : Incentive Contracts, Asset Ownership, and Job Design », *Journal of Law, Economics and Organization*, SI, 37 : 24-52.
- Holmström B. et P. Milgrom, 1994, « The Firm as an Incentive System », *American Economic Review*, 84(4) : 972-991.
- Knight, F., 1921, *Risk, Uncertainty and Profit*, University of Chicago Press, Chicago.
- Milgrom P. et J. Roberts, 1992, *Economics, Organization and Management*, Prentice Hall International editions, Upper Saddle River.
- Mokyr J., 2001, « The rise and fall of the factory system : technology, firms and households since the industrial revolution », *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 55(1) : 1-45.
- Nelson R. et S. Winter, 1982, *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge.
- Nonaka I., R. Toyama et A. Nagata, 2000, « A Firm as a Knowledge-Creating Entity: A New Perspective on the Theory of the Firm », *Industrial and Corporate Change*, 9(1) : 1-20.
- Penrose E. T., 1959, *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford University Press, New York, 2009.
- Prahalad C. K. et G. Hamel, 1990, « The Core Competence of the Corporation », *Harvard Business Review*, 68 (3) : 79-91.

- Richardson George B., 1972, « The Organization of industry », *Economic Journal*, 82(327) : 883-896.
- Roberts J., 2010, « Designing Incentives in Organizations », *Journal of Institutional Economics*, 6(1) : 125-132.
- Shapiro C. et J. E. Stiglitz, 1984, « Equilibrium Unemployment as a Worker Discipline device », *American Economic Review*, 74 : 433-444.
- Simon H., 1951, « A formal theory of the employment relationship », *Econometrica*, 19(3) : 293-305.
- Valenduc G. et P. Vendramin, 2016, « Le travail dans l'économie digitale : continuités et ruptures », *ETUI*, Institut Syndical Européen, *WP 2016.03*.
- Williamson O., 1985, *The economic institutions of capitalism*, Free Press, New York.

NOTE AUX AUTEURS

La *Revue de l'OFCE* est une revue à comité de lecture, classée au CNRS. Elle encourage la soumission d'articles de nature à faire progresser la réflexion en économie et en sociologie, selon des approches diversifiées, afin de favoriser le débat public et scientifique.

Les articles soumis à la *Revue de l'OFCE* doivent être inédits et ne pas être soumis simultanément à une autre revue.

Procédure

Les textes reçus font l'objet d'un ou deux rapports écrits, transmis aux auteurs, en respectant l'anonymat des parties. En fonction de ces rapports, le comité de rédaction prendra la décision soit i) d'accepter, ii) de refuser ou iii) d'accepter sous réserve de modifications tenant compte des remarques et commentaires des référés. Cette décision est communiquée dans un délai maximal de quatre mois après réception du manuscrit. Une fois acceptés, les textes font éventuellement l'objet d'un travail éditorial, effectué en concertation avec l'auteur.

Format

Articles : ils doivent être remis sous Word ainsi que les tableaux. Les graphiques doivent être envoyés sous Excel et les images (en .eps ou .pdf si possible) doivent être de bonne qualité.

Les articles doivent comporter au maximum 75 000 signes (espaces compris), tableaux, graphiques, notes, bibliographie et annexes inclus. Une page de texte comporte environ 2 500 signes (espaces compris) pour un format de page de 110 x 185 mm. Il faut compter environ 1 000 signes (espaces compris) pour un graphique.

En début d'article, doivent apparaître :

- le titre (120 caractères espaces compris maximum) ;
- le nom de l'auteur/des auteurs, accompagné de l'affiliation ;
- un résumé en français (1 200 caractères espaces compris maximum) ;
- quatre à cinq mots clés.

Les auteurs doivent aussi fournir :

- un résumé en anglais de 150 mots maximum, titre et nom d'auteur(s) inclus ;
- quatre à cinq *Keywords* ;
- les classifications de l'article selon la nomenclature du *Journal of Economic Literature*.

Intertitres : trois niveaux peuvent être utilisés (deux niveaux sont recommandés) ; ils doivent être numérotés hors introduction. Le premier niveau sera numéroté 1., 2. etc. ; le deuxième 1.1., 1.2. etc. Éviter de faire suivre immédiatement plusieurs sous-titres (les entrecouper si possible de quelques lignes d'écriture).

Notes de bas de page : elles doivent être numérotées en continu. Elles doivent être courtes.

Tableaux et graphiques : les tableaux sont numérotés en continu et doivent être appelés dans le texte. La même règle s'applique pour les graphiques. Tout

tableau ou graphique a un titre, court. Les unités sont clairement indiquées, en distinguant les éventuelles doubles échelles. Les sources complètes doivent être fournies : organisme, et éventuellement titre complet de la publication et date.

Encadrés : ils sont numérotés (éviter les encadrés de plus d'une page soit plus de 2 500 signes) et les tableaux et graphiques s'y trouvant ne doivent pas être numérotés avec ceux du texte.

Formules mathématiques : elles doivent être sous MathType ou sous l'éditeur d'équation de Word. Les symboles qui se trouvent dans le texte doivent restés en texte.

Les articles préparés au format Latex seront convertis en Word à l'OFCE.

Références bibliographiques : elles sont appelées dans le texte par le nom de l'auteur et la date de la publication, entre parenthèses : x (date) ou (x, 2005 ; x et y, 2006 ; x *et al.*, 2000). Elles sont regroupées en fin d'article par ordre alphabétique d'auteur. Elles comportent alors le nom de l'auteur, le prénom, la date de publication, le titre de l'article, le nom de la publication et son numéro, l'éditeur, le lieu de publication.

Exemple

Klenow P., et B. Malin, 2011, « Microeconomic Evidence on Price-Setting », *In Handbook of Monetary Economics 3A*, B. Friedman and M. Woodford (eds). Elsevier, 231-284.

Glaeser E. L. et A. Saiz, 2003, « The rise of the skilled city », *NBER Working Paper*, 10191, décembre.

Fujita, M., 1988, « A Monopolistic Competition Model of Spatial Agglomeration: Differentiated Product Approach », *Regional Science and Urban Economics*, 18 : 87-124.

Krugman P., 1998, « Space: the final frontier », *The Journal of Economic Perspectives*, 12(2) : 161-174.

Guellec D., T. Madiès et J.-C. Prager, 2010, *Les marchés de brevets dans l'économie de la connaissance*, Rapport du Conseil d'analyse économique, La Documentation française.

Envoi des articles

Les projets d'articles doivent être transmis par courrier électronique à : revue.ofce@sciencespo.fr

Publication

Le délai de diffusion électronique de l'article est sous la responsabilité de l'OFCE : mise en ligne immédiate de l'article sur le site de l'OFCE après BAT validé par l'auteur, la rédactrice en chef des publications de l'OFCE et le Président de l'OFCE, puis disponibilité sous CAIRN quelques semaines plus tard.

L'édition papier de la Revue peut être obtenue auprès des Éditions du Net : <http://www.leseditionsdunet.com/>

Un exemplaire de la *Revue de l'OFCE* sera envoyé aux auteurs.

Copyright

L'OFCE et ses auteurs restent seuls détenteurs du droit moral et toute utilisation de ses contenus doit faire l'objet d'une demande écrite auprès de la rédactrice en chef des publications de l'OFCE.



*La
Revue
française
de
science
politique*

Constituant une référence scientifique et académique majeure, aussi bien en France qu'à l'étranger, la *Revue française de science politique* publie des articles relatifs à tous les domaines de la discipline, avec leurs résumés en français et en anglais, des lectures critiques, comptes rendus détaillés ou brèves recensions d'ouvrages récents, les sommaires des grandes revues sur une question donnée. La RFSP s'adresse aux chercheurs, universitaires et étudiants, mais concerne également les spécialistes des autres sciences sociales et les acteurs de la vie politique, ainsi que les personnes intéressées par l'analyse scientifique du politique.

Ventes et abonnements :

Pour les six numéros de l'année 2017

France : 145 euros (Institutions)
84 euros (Particuliers)

Étranger : 164 euros (Institutions)
99 euros (Particuliers)

Presses de Sciences Po

117, bd St-Germain – 75006 Paris – France

Tél. : 00 33 (0) 1 45 49 83 64

Secrétariat de rédaction

Courriel : cecile.brouzeng@sciencespo.fr

Tél. : 00 33 (0) 1 45 49 51 86

Achevé de rédiger en France
Dépôt légal : février 2017
Directeur de la Publication : Xavier Ragot
Publié par les Éditions du Net SAS 93400 Saint-Ouen

Réalisation, composition : Najette Moummi