



PREMIER MINISTRE

**Commissariat général
à la stratégie
et à la prospective**

**Département
Développement durable**

**RAPPORTS
& DOCUMENTS**

Avril 2013

Les modèles macroéconomiques

**Contribution
Alain Ayong Le Kama
Quentin Roquigny**

Tome 2

Rapport

« *L'évaluation socio-économique en période de transition* »

Groupe de travail
présidé par Émile Quinet

Sommaire

1	Les modèles macroéconomiques d'équilibre général	6
1.1	Une brève présentation des MEG	6
1.2	L'intérêt de l'usage des MEG pour compléter le calcul économique standard.....	9
2	L'analyse des impacts des investissements en infrastructures de transport à l'aide des MEG	11
2.1	Les impacts des infrastructures de transports sur la croissance économique... ..	11
2.2sur l'emploi	13
2.3sur le développement territorial	15
3	Conclusion	15
4	Références	21

Le calcul économique public, tel que pratiqué depuis des décennies en France pour l'évaluation socioéconomique des projets d'investissements publics, est centré sur des approches microéconomiques, marginalistes. Ces approches présentent de très nombreux avantages, relevés dans le rapport du groupe de travail et sur lesquels nous ne reviendrons pas ici, mais aussi quelques insuffisances, relatives notamment à leur incapacité à prendre en compte explicitement les effets de ces investissements sur les autres secteurs de l'économie, donc sur l'économie dans son ensemble.

La pratique actuelle du calcul économique public peut donc être opportunément complétée, mais certainement pas remplacée, par une approche plus macroéconomique. L'usage des modèles macroéconomiques, parce qu'ils permettent de tenir compte, dans l'évaluation des investissements, des interrelations entre les différents secteurs d'activité et des multiples effets redistributifs qu'ils peuvent engendrer, permet de s'assurer de la vraisemblance des scénarios d'investissements, de leur impact global sur l'économie et donc de leur faisabilité réelle.

Par ailleurs, contrairement aux modèles microéconomiques qui ne s'intéressent en général qu'à des équilibres partiels, des offres et demandes des secteurs considérés par le projet, en l'occurrence ici les transports, les modèles macroéconomiques considèrent l'équilibre général de l'économie ; leur description du bien-être économique, du surplus collectif, parce qu'elle intègre l'ensemble des bénéficiaires, mais aussi des coûts et des dommages, sur l'ensemble des acteurs de tous les secteurs de l'économie, est donc par définition plus riche et plus appropriée que celle des modèles traditionnels de calcul économique public.

Les modèles macroéconomiques permettent en outre de tenir compte explicitement du bouclage macro-financier des investissements publics considérés, tant du point de vue de leur finançabilité que de leur coût d'opportunité réel et des effets à long terme sur l'économie de l'usage des fonds publics qu'ils exigent. Ces modèles permettent en effet de mettre en évidence le fait que les éventuels effets macroéconomiques positifs à court terme (sur l'emploi et l'activité, notamment) sont en général totalement annihilés à long terme du fait des effets régressifs à cet horizon de l'usage de fonds publics.

Cette courte note a pour objet de visiter les principaux intérêts de l'usage des modèles macroéconomiques d'équilibre général (MEG) pour rendre compte des effets des investissements en infrastructure de transport que ne captent pas spontanément les calculs économiques standard.

Sur la base de cette analyse, les deux principales recommandations que nous proposons au groupe sont les suivantes :

- (i) Même s'ils ne permettent pas nécessairement d'appréhender finement les effets macroéconomiques des investissements en infrastructures, ***il est utile de compléter le calcul économique standard par l'usage des modèles MEG***, cela au moins pour trois raisons essentielles :
 - a. pour pouvoir capter *les effets intersectoriels*, potentiellement importants, de ces investissements ;
 - b. pour s'assurer de la vraisemblance des hypothèses retenues (évolution du PIB, prix des énergies, taux de change, croissance des trafics, évolutions des différents modes, etc.) et des scénarios d'évolution de la demande (de trafics

ou d'énergie, etc.) construits pour la mise en œuvre du calcul économique de l'évaluation « classique » des projets ;

- c. pour tenir compte du bouclage macro-financier des projets d'investissement et des effets à long terme, sur l'emploi et la croissance notamment, de leur financement.

(ii) Il est nécessaire de distinguer les échelles nationale et locale dans l'analyse des effets macroéconomiques des investissements en infrastructures, au moins sur la croissance, la productivité et l'emploi, car les questions ne se posent pas dans les mêmes termes pour les collectivités territoriales directement concernées, qui participent aussi au financement de l'infrastructure, que pour les autorités publiques au niveau macro-national ou européen ; les éléments de bilan ne peuvent qu'être distincts. Cela demande donc de mettre en œuvre systématiquement, à côté d'un calcul économique national, et européen, et sur la base de paramètres clés communs (taux d'actualisation, COFP, etc.), un calcul économique décentralisé, permettant de réaliser des bilans socio-économiques locaux (emplois, contrainte de financement, développement économique local, etc.).

Cette note est construite en deux parties. La première, après une brève présentation des types de modèles existants, revient sur l'intérêt même de l'usage des modèles macroéconomiques. La seconde essaie d'analyser la manière dont les modèles MEG permettent d'appréhender un certain nombre d'effets qui ne sont pas directement pris en compte par les modèles microéconomiques utilisés pour le calcul économique standard. La note se termine par une conclusion dans laquelle nous essayons d'apporter des éléments de réponse à un certain nombre de questions non encore résolues aujourd'hui dans la pratique du calcul économique public, comme par exemple les effets des investissements en infrastructure sur la croissance économique, sur la productivité et sur l'emploi, ou en termes d'effets redistributifs, etc.

1 Les modèles macroéconomiques d'équilibre général

1.1 Une brève présentation des MEG

Procéder à une construction de scénarios de moyen/terme chiffrés requiert l'usage des modèles. De nombreux modèles sont aujourd'hui disponibles ; on constate en effet plutôt un foisonnement de modèles, plus souvent utilisés dans d'autres secteurs, énergétique notamment, que celui des transports. Ils se distinguent par leur approche plus ou moins globale de l'économie, par leur champ d'application (couverture géographique nationale ou plus étendue), par l'horizon temporel des projections (court, moyen, long ou très long terme), par leur intégration ou non des dimensions spatiales, par la méthode de traitement des technologies (existence ou non de technologies alternatives), etc.

Tous ces modèles peuvent *grosso modo* être classés en trois grandes catégories, qui ont chacune des avantages et des inconvénients. On peut citer tout d'abord les modèles dits « technico-économiques », parmi lesquels on retrouve les modèles simples de demande (ou modèles *end-use*), tel par exemple que le modèle MEDEE d'Enerdata, ou les modèles *input-output* (le modèle DIVA), qui se contentent de

décrire les interrelations entre secteurs économiques à partir d'équations linéaires et s'attachent à prévoir les demandes de certains agents à partir de variables exogènes considérées, par dires d'experts, comme pertinentes. Ils ont néanmoins l'avantage de donner une description très désagrégée des comportements des agents. Ils sont ainsi particulièrement adaptés à l'analyse des effets de diffusion des techniques et à celle des impacts des mesures de type réglementaire, mais ne sont pas à même d'évaluer les mesures transitant par les prix. On a ensuite les modèles dits d'équilibre partiel, qui décrivent les offres et les demandes, et donc l'équilibre sur le marché d'un secteur donné (le modèle POLES par exemple pour l'énergie). Leur principal avantage est donc de rendre le prix endogène, comme résultant de la confrontation entre les offres et les demandes, de transport. En revanche, les effets macroéconomiques d'ensemble et les substitutions intersectorielles ne sont pas pris en compte.

On a enfin les modèles macroéconomiques d'équilibre général, ceux qui nous intéressent principalement dans cette analyse. Ces modèles offrent un cadre de cohérence global macro-sectoriel et sont largement utilisés de par le monde pour les analyses prospectives et les évaluations de diverses politiques et mesures ayant potentiellement un impact macroéconomique (les politiques macroéconomiques standards – monétaires, budgétaires et/ou fiscales –, certaines politiques sectorielles, en matière de transport et d'énergie notamment).

En général on distingue deux grandes familles de MEG.

Les modèles macro-économétriques (en France par exemple, on peut citer les modèles HERMES, E3ME, NEMESIS, MESANGE¹, etc.) qui s'appuient sur un schéma néo-keynésien d'ajustement à court terme par les quantités, et prolongent les comportements passés. La demande finale de biens est le principal déterminant du fonctionnement de l'économie. Du fait des délais d'ajustements des quantités, ces modèles peuvent admettre des déséquilibres temporaires : sous-utilisation des capacités de production, chômage involontaire, etc. Ils peuvent donc éclairer sur l'épineuse question des effets sur l'emploi des investissements en infrastructures, mais on voit bien qu'il ne s'agit que d'emplois transitoires, permettant de réduire des déséquilibres temporaires.

C'est la raison pour laquelle l'étude de la DG Trésor², sur les impacts macroéconomiques du Grenelle de l'environnement, qui utilise le modèle Mésange, aboutit logiquement à la conclusion selon laquelle : à court/moyen terme, la croissance et l'emploi sont stimulés par les investissements prévus dans le cadre du Grenelle, dans les domaines des transports, du bâtiment et des énergies renouvelables, car à cet horizon temporel, jusqu'à environ 2020, les effets multiplicateurs de ces investissements dominent l'impact négatif du financement de leur coût sur l'économie ; cependant, à long terme, le net ralentissement puis l'arrêt de ces investissements, doublé des effets inflationnistes de l'expansion de court terme et de la hausse des prélèvements obligatoires nécessaires au financement de ces investissements annulent les gains économiques du Grenelle après 2020, par rapport au scénario de référence. Les impacts sur le PIB et l'emploi deviennent même

(1) Le modèle macroéconomique Mésange (Klein et Simon, 2010), utilisé par la Direction générale du trésor du Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, se caractérise par une dynamique keynésienne à court terme et un équilibre de long terme néoclassique.

(2) Philippe BRIARD et *al.* « Impacts macroéconomiques du Grenelle de l'environnement », *Les Cahiers de la DG Trésor* – 2010-06 – décembre 2010.

négatifs à partir de 2021. Cette étude souligne en outre que la modification des hypothèses sur le prix de l'énergie et l'inclusion ou non des avantages socioéconomiques générés par ces investissements ne modifient que très légèrement les résultats.

Les modèles économétriques ne sont en revanche pas en mesure de répondre à la question de la pérennisation des emplois générés par ces investissements. Ces modèles ont donc, par construction, un horizon temporel de court et moyen termes (entre 5 et 20 ans). Malgré cela, le fait qu'ils soient enracinés dans l'analyse économétrique de séries chronologiques longues fait qu'ils peuvent s'adapter à la description de scénarios prospectifs.

Par ailleurs, il est tout de même important de souligner que ces modèles ont été développés d'abord pour examiner d'autres types de politiques, en particulier budgétaires. Ils ont en outre une vocation globalisante, mais peuvent quand même s'adapter à l'examen de politiques sectorielles (transport, énergie, etc.) mais d'ampleur modérée et à faible impact sur les processus de production. Enfin, plus le découpage sectoriel de ces modèles macro-économétriques est détaillé plus, en général, leur pertinence est forte.

Les modèles d'équilibre général calculables (MEGC) ou appliqués (MEGA).

Comme les précédents, les MEGC ou MEGA (DICE, *GREEN*, *EPPA*, GEM E3 et GEMINI E3 ou, en version statique, IMACLIM-R, pour ne citer que ceux-ci) sont les plus utilisés dans le monde pour toutes formes d'analyse prospective et pour tout type d'évaluation des impacts des politiques et mesures, et dans tous les secteurs, avec une prédominance du secteur énergétique. Ces modèles s'appuient sur une représentation walrasienne de l'économie, et donc sur un schéma néoclassique d'ajustement par les prix. Ils sont en conséquence parfaitement adaptés pour l'analyse des politiques transitant par les prix et/ou agissant sur les prix relatifs des facteurs de production (capital, travail, consommations intermédiaires, ressources naturelles, etc.). Ils décrivent explicitement les préférences des consommateurs et les possibilités techniques des entreprises. Une fois le mode de formation des anticipations de ces agents décrit en effet, ces modèles optimisent leur utilité et leur profit, ce qui permet d'en déduire les offres et les demandes. Dans un cadre d'équilibre général, ces modèles permettent tout autant d'intégrer les substitutions de facteurs du système productif et le comportement intertemporel des ménages.

Ces modèles sont tout particulièrement adaptés à l'étude des mesures fiscales, car ils rendent compte des modifications de comportement des agents individuels en fonction des signaux-prix et des modifications consécutives de revenu. Ils adoptent une perspective de moyen, long termes, et permettent par ce biais d'évaluer les surplus globaux, au sens de la contribution au bien-être collectif. Ils ont néanmoins quelques difficultés à bien rendre compte des mesures de type réglementaire.

Outre les variables macro-économiques habituelles (croissance, emploi, prix, coûts), les modèles d'équilibre général fournissent aussi les variations de bien-être économique des consommateurs. Ils n'ont généralement pas de vocation globalisante, mais sont plutôt construits chacun pour traiter une question spécifique. Chaque modèle est en effet construit pour répondre à un certain nombre de questions bien précises, il est par conséquent difficile de juger de sa pertinence et de l'intérêt de

l'utiliser pour décrire des situations pour lesquelles il n'a pas été conçu. Ainsi, si l'on veut utiliser des MEGs pour évaluer les effets macroéconomiques des investissements en transport, il faudra, comme cela a été le cas dans le secteur énergétique dans les années 1990, construire des modèles spécifiques. L'autre limite principale de ces modèles est qu'ils sont en général « calibrés », et non pas estimés, c'est-à-dire que les paramètres des fonctions d'utilité et de production, et particulièrement les élasticités de substitution, sont choisis, et le comportement futur des agents est inféré à partir de leur comportement sur une année de référence, qu'il faut déterminer.

1.2 L'intérêt de l'usage des MEG pour compléter le calcul économique standard

Malgré les limites évidentes de ces modèles MEG, présentés plus haut – ils sont très peu désagrégés ; ils sont plutôt conçus pour des investissements ayant un horizon temporel en deçà de 15-20 ans, alors que les investissements en transport et énergétique sont en général d'un horizon beaucoup plus long ; certains ont du mal à évaluer les mesures réglementaires ; il y a de gros problèmes de calibrages, etc. – il n'en demeure pas moins que leur utilisation est indispensable pour compléter la capacité d'évaluations des modèles microéconomiques utilisés pour le calcul économique public standard. Cela au moins pour trois raisons, liées au fait que les usages habituels sont menés en équilibre partiel sectoriel justement.

La première raison tient au fait que l'usage des MEG permet de s'assurer la vraisemblance et la cohérence des hypothèses introduites. Dans la mise en œuvre standard du calcul économique public, on raisonne en effet souvent en équilibre partiel, ce qui fait que de nombreuses hypothèses sont retenues pour l'évolution de variables supposées exogènes, alors que dans une vision plus globale, plus macroéconomique, prenant en compte les échanges extérieurs, nombre d'entre elles ne devraient pas l'être. Les MEG permettent donc, en les endogénéisant, du moins en les mettant en regard, de tester la cohérence d'ensemble de ces hypothèses.

Pour illustrer cette nécessité, prenons par exemple le taux de change (\$/€). Cette variable exogène est importante d'une part pour anticiper l'évolution des prix des matières premières, et donc des énergies fossiles, par conséquent des carburants et, par la même l'évolution des demandes de transport et énergie. D'autre part, c'est également une variable importante pour la projection macroéconomique, elle conditionne le volume des exportations et des importations de l'ensemble des biens et services (y compris donc les matières premières), et permet donc de se rendre compte de l'état de la contrainte extérieure. Il est en conséquence nécessaire que les hypothèses faites sur les taux de change pour évaluer les demandes futures soient cohérents avec les hypothèses macroéconomiques globales.

De même, pour anticiper les coûts et bénéfices socioéconomiques futurs d'une infrastructure, on a besoin de faire des hypothèses sur un certain nombre de grandes variables exogènes, afin de construire les scénarios de trafics. Ces hypothèses portent en général sur le PIB, les prix des matières premières, le taux de change (\$/€), etc. Mais on sait bien que ces trois variables ne sont pas nécessairement indépendantes. Il est par conséquent indispensable d'utiliser un modèle MEG pour s'assurer de la cohérence des hypothèses ainsi construites.

La seconde raison découle du simple bon sens, le secteur des transports, comme tous les autres secteurs d'activité d'ailleurs, ne peut pas être conçu de façon isolée, indépendante des autres secteurs, car il existe des interactions fortes entre les différents secteurs. Il semble évident que lorsque que la demande transport par exemple se modifie, cela aura nécessairement des incidences sur les autres secteurs. Cette demande devant être satisfaite par un accroissement de l'offre, à moyen ou long terme, cela va se traduire par une plus grande tension sur les marchés industriels permettant de satisfaire l'ajustement de l'offre ; ou, si l'ajustement se faisait par les prix, cela se traduirait par une hausse des coûts dans tous les autres secteurs consommateurs de transports. De même, si un investissement en infrastructures de transport se traduit par de vrais gains de temps et d'accessibilité, au-delà des inductions que cela va provoquer sur la demande transports elle-même, on voit bien que cela peut avoir des répercussions fortes sur les autres secteurs, de consommation notamment.

Il en ressort donc que, sans préjugé pour l'instant des effets des investissements en infrastructures sur la croissance économique, on verra que ces effets ne sont pas évidents, il y a une dimension dont il faut absolument tenir compte, ce sont les interrelations entre les secteurs ; et seuls les MEG le permettent. Ces impacts intersectoriels des investissements en infrastructures publiques peuvent s'avérer importants dans certains cas, il est donc utile d'en tenir compte dans les évaluations socioéconomiques.

Il reste à réfléchir à la manière de valoriser ces effets intersectoriels dans le calcul de la rentabilité de ces investissements. Les MEG permettent par exemple de savoir quels sont les effets additionnels, en termes de modification des offre et demande des autres secteurs suite à une modification de l'équilibre dans le secteur considérés (transport ou enrêneriez). Les effets directs peuvent donc être mesurés correctement, sans risque de double compte. Les effets indirects, comme par exemple ceux sur l'emploi industriel, sont plus complexes à appréhender. Voilà pourquoi, pour éviter des doubles comptes, nous suggérons de ne s'en tenir qu'aux effets directs intersectoriels.

Enfin, *la troisième et dernière raison* découle du fait que le calcul économique standard ne se pose pas toujours la question du financement des projets d'investissement public dont il évalue la rentabilité socioéconomique, et encore moins de celle de l'impact de ce financement sur la croissance à moyen et long termes et sur l'emploi. L'effet boumerang pour l'économie de l'usage de fonds publics pour ce type d'investissement, qui se traduit par des améliorations transitoires, mais avec un retour à l'équilibre à moyen et long termes qui peut avoir de lourdes conséquences sur l'activité économique, ne peut être pris en compte qu'au travers d'un bouclage macroéconomique complet.

2 L'analyse des impacts des investissements en infrastructures de transport à l'aide des MEG

2.1 Les impacts des infrastructures de transports sur la croissance économique...

Pour analyser les effets des investissements en infrastructures de transport sur la croissance économique, il est tout d'abord utile de rappeler qu'en général les analyses macroéconomiques sont souvent extrêmement agrégées pour pouvoir capter ces effets. Pour s'en rendre compte, il suffit de se rappeler par exemple que quelle que soit l'ampleur du parc autoroutier dans un pays, il est rare de voir apparaître ces équipements comme facteur de production dans les analyses macroéconomiques habituelles. Dans ces conditions, l'investissement en infrastructure étant considéré simplement comme une infime part de l'investissement en capital physique macroéconomique, il est difficile d'en isoler les effets.

Pour y remédier, différentes approches permettant de modéliser les transports comme déterminants de la croissance économique ont été introduites.

La première, et la plus controversée, est la théorie des investissements directs initiée par Aschauer (1989). Cette théorie considère tout simplement les investissements en transport comme un facteur de production au côté du travail et des autres formes de capital. Mais, d'où la controverse, il s'agit tout de même d'un facteur de production qui a un statut très particulier car, outre le fait d'être un facteur de production dont l'usage permet de stimuler l'activité économique, il est dans le même temps considéré comme un bien public qui génère des externalités positives sur la productivité du capital privé. Au-delà des nombreuses critiques méthodologiques dont a fait l'objet cette approche, et malgré les tentatives de certains auteurs de l'améliorer, le principal résultat auquel elle aboutit est tout de même que d'une part les contributions des investissements en infrastructures à la croissance économique sont très modestes et d'autre part qu'elles sont beaucoup plus faibles que celles de politiques plus structurelles tels que les investissements dans la recherche, l'éducation ou la formation. Cela pose alors clairement la question de la mesure du coût d'opportunité de ces investissements en infrastructure. Faut-il aussi tenir compte du rendement et des effets sur la croissance à long terme de ces politiques structurelles dans la mesure du coût d'opportunité ?

Dans la seconde approche, qui est une extension de la première, le modèle de croissance endogène (Barro, 1990) reprend à son compte l'idée de base d'Aschauer selon laquelle l'amélioration des infrastructures routières se traduit par l'amélioration de l'efficacité des entreprises. Cette approche considère en effet que l'amélioration des transports va influencer le processus de restructuration industrielle en accélérant le phénomène schumpétérien de destruction créatrice et en poussant à l'élargissement des marchés, cela favorise les transferts de technologie et, partant, améliore la productivité globale des facteurs (PGF).

Cette approche par les modèles de croissance endogène peut ainsi servir à mesurer la part de la croissance de la productivité imputable aux investissements en infrastructure de transport. À titre d'exemple, dans le cadre de l'étude de la DG Trésor de 2010, précédemment citée, les avantages socioéconomiques des projets

d'infrastructure de transport envisagés sont supposés améliorer la productivité de l'économie française, sous forme de deux hypothèses polaires : dans la première, la productivité globale des facteurs est inchangée, dans la seconde, maximaliste, l'intégralité des surplus économiques procurés aux usagers des transports est traitée comme une amélioration de la productivité globale des facteurs.

Seulement, il est bien connu que de très nombreux facteurs peuvent influencer l'évolution de la productivité (l'emploi, le capital humain, les revenus, la compétitivité, ... et même la santé, la qualité de l'environnement, etc.), il devient donc difficile de pouvoir isoler par une simple analyse entrées-sorties, fusse-t-elle la plus longue possible, les effets sur la productivité, et la croissance, qui résulteraient des seuls investissements en infrastructures de transport. Enfin, une autre limite de cette approche, qui fait encore aujourd'hui l'objet de fortes controverses et de très nombreux travaux de recherche, est qu'il n'est pas démontré empiriquement quel est le lien de causalité entre productivité et croissance d'une part et investissements en infrastructures de transports : est-ce que ce sont les investissements en infrastructures qui sont moteurs de la croissance économique, comme le supputent les tenants d'une croissance endogène favorisée par les externalités sur la productivité globale des facteurs, ou, à l'inverse c'est l'accroissement de l'activité qui augmente la demande de transport et nécessite des investissements en infrastructures nouvelles ?

Enfin, sans véritablement répondre à cette dernière question sur la causalité, Fernald (1999) met en lumière le fait que l'effet bénéfique supposé des investissements en infrastructures de transport sur la PGF est simplement dû au fait que ce sont les entreprises les plus intensives en transports, dont l'activité dépend cruellement de la qualité des infrastructures de transport, qui bénéficient principalement de ces investissements.

Nous avons jusqu'à raisonner en économie fermée, la troisième approche ouvre l'économie aux échanges extérieurs. Mais dans ce cas aussi les mécanismes ne sont pas triviaux et cela rend les effets des investissements en transport sur la contrainte extérieure délicats à appréhender. Une diminution des coûts de transport par exemple aura deux effets opposés sur cette contrainte extérieure. D'un côté en effet, elle va se traduire par un accroissement des exportations, et donc cela va stimuler la production domestique. Cette baisse des coûts de transport pourrait aussi se traduire par un élargissement du marché de l'emploi (ainsi que celui des autres facteurs de production), débouchant sur une plus grande concurrence entre les salariés et se traduire par une baisse des salaires. Mais d'un autre côté, cela va engendrer une croissance des importations, donc une plus grande concurrence des produits importés qui va pousser les entreprises à se restructurer, à faire des efforts d'innovation. Le processus est le même que celui de l'élimination des barrières douanières, tarifaires comme non-tarifaires. Aussi, il n'est pas impossible de voir apparaître des effets inattendus du genre, puisque le coût du transport baisse cela peut se traduire par des phénomènes de congestion importants, de saturation du réseau, et par la même une hausse du coût du transport. Cela explique pourquoi il est indispensable de tenir compte des trafics induits dans l'évaluation socioéconomique des investissements en transport.

2.2sur l'emploi

Il est évident que l'usage des MEG ne peut permettre de clarifier les nombreuses questions qui restent en suspens sur les effets des investissements en infrastructures de transport sur l'emploi. Comme souligné précédemment, les MEG macro-économétriques, parce qu'ils admettent la possibilité de déséquilibres temporaires sur le marché de l'emploi, peuvent permettre de mesurer les créations d'emplois, mais transitoires, et les MEGC/MEGA font une hypothèse de plein emploi des facteurs de production, il n'y a donc pas de déséquilibre à résoudre.

Par ailleurs, comme dit plus haut aussi, sans l'hypothèse d'un progrès technique endogène dont le moteur de la croissance est l'effet des externalités d'infrastructures sur la PGF, il est quasi impossible d'isoler l'éventuel impact de ces investissements sur la croissance et l'emploi.

Si l'on reprend par exemple l'étude de la DG Trésor¹, dans laquelle les avantages socioéconomiques sont supposés se traduire essentiellement en des gains de temps pour les salariés et les transports de marchandises, c'est-à-dire que cette étude choisit de traduire les avantages transports en augmentation de la productivité du travail plutôt que de tenter de les traduire en des baisses de coûts de production qu'il serait vain de quantifier (notamment la répartition de ces baisses entre les différents facteurs de production). Dans le modèle Mésange utilisée dans cette étude en effet, le progrès technique, qui détermine le niveau de croissance de l'économie, porte uniquement sur le travail (progrès technique neutre au sens de Harrod), les gains d'avantages socioéconomiques du fait du Grenelle sont supposés se concrétiser uniquement sur la durée de vie des infrastructures et s'annuler à long terme, le volet « transport » du Grenelle ne permet donc pas d'augmenter structurellement ou durablement la productivité du travail par rapport au scénario de référence. La hausse de la productivité du travail est donc temporaire et se concentre entre 2013 et 2032 au moment de la mise en service des nouvelles infrastructures, pour atteindre un pic en 2024 puis un palier entre 2025 et 2031 autour de 0,2 points de PIB environ puis décroître progressivement.

Ce n'est donc pas un hasard si cette étude de la DG Trésor aboutit au résultat sans ambiguïté suivant : « ..., l'impact du programme d'infrastructures de transports du Grenelle sera bénéfique à court terme, apportant de l'ordre de 0,5 point de croissance et 60 000 emplois supplémentaires à horizon de 5 ans. Les hausses de salaires induites du fait des tensions causées sur le marché du travail conjuguées au coût du financement pour les dépenses publiques atténuent toutefois rapidement cet effet positif, qui disparaît avant 10 ans. À moyen-long terme (20 ans), l'activité sera diminuée de 0,1 point de PIB et l'on détruira 50 000 emplois par rapport au scénario de référence. Si l'impact sur le PIB devrait disparaître à partir de 2035, la perte d'emplois ne devrait se résorber que très lentement et s'éteindre avec les dernières dépenses publiques (prévues ici pour 2079) ».

Néanmoins, si on se réfère plutôt à l'étude de Duranton et Turner (2013), portant sur les effets des investissements en infrastructures autoroutières périurbaines sur la croissance des villes aux États-Unis entre 1983 et 2003, les résultats sont légèrement

(1) Philippe Briard et al., 2010, *op. cit.*, p. 91.

plus nuancés. Ces auteurs montrent en effet qu'une augmentation de 10 % du stock d'autoroute périurbaine pour une ville américaine engendrait une hausse de l'emploi dans cette ville de 1,5 % sur les 20 années analysées. Il y a donc aussi un effet sur l'emploi local, même si celui-ci est extrêmement marginal. D'autant que, comme l'explique assez bien aussi ces auteurs, ces effets des infrastructures sur l'emploi des villes considérées, parce que ces infrastructures nouvelles engendrent des restructurations des marchés de l'emploi locaux, elles auront sans doute aussi des conséquences sur la demande de biens publics locaux, tels que les écoles ; ce qui n'est pas pour plaire nécessairement aux autorités publiques locales en charge de la planification de ces biens publics locaux.

Au-delà de ces considérations méthodologiques, une autre difficulté qui apparaît quand on veut mesurer ainsi les effets de ces investissements sur l'emploi au niveau national, est qu'il est difficile d'avoir une traçabilité des origines professionnelles et géographiques des personnes qui trouvent un emploi grâce à la réalisation de l'infrastructure ; ces emplois peuvent simplement être transférés/déplacés d'ailleurs dans le pays, il n'y a donc dans ce cas aucune création nette d'emploi qui puisse être imputée à l'investissement. Par ailleurs, il y a sans doute des emplois qui sont créés pour la construction et la maintenance de l'infrastructure. Mais, même si ces emplois étaient des créations nettes, se pose alors la question de leur pérennisation et des éventuels effets « densité » d'agglomération qu'ils pourront générer.

Ces deux remarques appellent à beaucoup d'humilité et de prudence quand il s'agit d'analyser les emplois nets créés par les investissements en infrastructures de transport au niveau macro-national ; mais les choses sont assez différentes quand il s'agit d'évaluer ces emplois au niveau local comme on le verra plus bas.

On peut néanmoins revenir sur les mécanismes qui régissent les interactions entre les investissements en infrastructures des transports et les créations d'emplois.

Comme évoqué précédemment, les transports interagissent doublement sur le marché de l'emploi. D'une part, la réduction du coût des migrations alternantes, dus à la baisse des coûts des transports, peut avoir deux types de retombées complémentaires. Elle peut, comme nous l'avons vu, entraîner un élargissement du marché du travail qui se traduit inéluctablement par une plus grande concurrence entre les salariés, qui peuvent effectuer des trajets plus longs, et donc par une pression à la baisse des salaires. D'autre part, on peut aussi observer le même phénomène dans le sens inverse, l'élargissement peut entraîner une plus grande accessibilité des salariés locaux aux emplois extérieurs, et cela peut se traduire par une hausse généralisée des salaires domestiques, notamment dans les entreprises qui souhaitent garder leurs salariés. Par ailleurs, les fluctuations des salaires peuvent avoir des répercussions importantes sur les coûts salariaux unitaires et la compétitivité des entreprises, ainsi que sur la demande de main-d'œuvre, en raison des interactions avec l'offre de main-d'œuvre.

Tout cela, ce tissu complexe d'interactions montre clairement que le résultat final d'une modification donnée peut combiner, dans des proportions variables plusieurs types d'impacts ayant des retombées parallèles sur les marchés de l'emploi et, partant, celui du logement.

2.3 ...sur le développement territorial

Comme pour la croissance et l'emploi, la contribution des investissements en infrastructures de transport au développement des régions concernées, et qui participent fortement à leur financement, est très difficile à évaluer.

L'impact sur le développement territorial des infrastructures est souvent analysé au prisme de leur influence sur la localisation des investissements, de leur capacité à générer des externalités positives de localisation. Or, en général, au moment de la décision d'investir dans la réalisation d'une infrastructure donnée, nul ne sait où les principaux avantages de cet investissement se feront sentir ; et, au niveau macroéconomique, les avantages retirés par un territoire peuvent l'être au dépens d'un autre, rendant ainsi le bilan global net difficile à mesurer. À titre d'illustration, la création de zones industrielles autour d'une infrastructure routière par exemple, peut ne représenter qu'un transfert d'activités d'une autre région ou d'une autre zone de la même région. De la même façon, il est connu que les TGV favorisent l'emploi et stimulent l'activité dans les centres des villes desservies, mais ces villes ont la particularité d'avoir souvent déjà un revenu moyen par habitant supérieur à la moyenne régionale. En outre, les lignes dédiées à ces trains sont souvent financées au détriment de d'autres lignes régionales jugées moins rentables.

Par ailleurs, les études existantes montrent largement que les infrastructures ont un effet marginal au développement territorial¹, du fait par exemple que leur exploitation ne concourt de façon significative ni à l'accroissement du produit régional, ni à la création d'emplois permanents – destinés surtout aux péages, à l'exploitation et à l'entretien de l'infrastructure –, ni à un transfert de technologie. En conséquence, il est inutile d'utiliser les modèles MEG pour évaluer la contribution des investissements en infrastructures de transport sur le développement et la création d'emplois dans les régions concernées, il faut des modèles à même de prendre en compte tous les effets endogènes de ce développement à l'échelle locale, les effets d'agglomérations.

3 Conclusion

Les réponses apportées par les modèles MEG à certaines controverses sur les impacts économiques des infrastructures de transport

Nous allons dans cette partie conclusive essayer d'apporter des éléments de réponse très sommaires à quelques-unes des nombreuses questions qui se posent encore sur les apports de l'usage des modèles MEG en complément du calcul économique standard. Nous ne visons aucunement l'exhaustivité et, bien évidemment, compte tenu de la complexité des questions abordées, les éléments de réponse apportés sont parfaitement amendables et critiquables, leur seule vocation est de susciter le débat.

Les modèles permettent-ils de calculer des surplus collectifs ?

Comme souligné précédemment, les modèles MEG considèrent, par construction, l'équilibre général de l'économie. Leur description du bien-être économique, du

(1) Voir par exemple la synthèse faite par Flavia Palanza, « Contribution de grandes infrastructures routières et ferroviaires au développement régional », Unité d'évaluation de la BEI, août 1998.

surplus collectif, parce qu'elle intègre l'ensemble des bénéficiaires, mais aussi des coûts et des dommages, sur l'ensemble des acteurs de tous les secteurs de l'économie, est donc par définition plus riche et plus appropriée que celle des modèles traditionnels de calcul économique public. La mesure du surplus collectif à l'aide des MEG permet en outre de tenir compte des compensations ou effets multiplicateurs sectoriels. C'est-à-dire par exemple que suite à une baisse des salaires due à l'élargissement du marché du travail consécutive à une réduction des coûts de transport, l'impact sur le pouvoir d'achat des individus, et donc leur perte de bien-être, sera explicitement pris en compte, alors que cela n'est pas possible lorsque l'on utilise que des modèles microéconomiques d'équilibre partiel.

Il est important de souligner par ailleurs que la notion de surplus, telle qu'appréhendée au travers des modèles MEG, correspond à la contribution de l'infrastructure au bien-être collectif. Cela est donc plus large que l'acceptation du surplus faite dans les évaluations microéconomiques standards, qui ne s'intéressent qu'au bien-être des acteurs (usagers, opérateurs et tiers) directement concernés par l'infrastructure.

Les modèles MEG permettent-ils de déterminer les effets des investissements en infrastructure sur la croissance ?

La réponse est clairement non au niveau national, sauf dans le cas de modèles qui seraient construits à cet effet, c'est-à-dire des modèles de croissance endogène biens spécifiques, à la Barro (1990).

Comme nous l'avons en effet vu, que ce soient dans le cas des modèles macro-économétriques, de structure keynésienne, qui admettent donc la possibilité d'existence de déséquilibres de court terme, les effets multiplicateurs de ces investissements ne sont perceptibles qu'à un très court terme et s'amenuisent très vite ; et dans le cas des MEGC, il n'y a par construction aucun effet possible de ces investissements sur la croissance, car quelle que soit leur taille, ils ne représentent qu'une infime partie du stock de capital agrégé, source de croissance.

Pour pouvoir mesurer explicitement les effets des investissements en infrastructures sur la croissance, il faudrait construire un MEG spécifique, celui-ci n'existe pas dans les MEG aujourd'hui recensés. Des modèles de croissance endogène existent (des extensions des modèles Nemesis ou GEM E3), mais l'endogénéité de la croissance trouve ses sources dans les externalités positives engendrées par la diffusion technologique, ou par l'accumulation de capital humain, par l'éducation ou l'apprentissage, etc¹. Aucun n'est néanmoins construit sur la base d'un modèle à la Barro (1990) en supposant que la source principale de croissance endogène est l'effet externe positif qu'induisent les investissements en infrastructures sur la PGF. Or cela nous semble l'un des seuls moyens d'avoir un lien direct entre croissance et investissements en infrastructures.

La réponse à cette question est plus nuancée quand on ne s'intéresse qu'à un territoire donné. Même si la croissance de ce territoire peut se faire au dépend d'autres territoires, il n'en demeure pas moins que les effets locaux des investissements en infrastructures, liés par exemple à des relocalisations d'activités ou à des effets de densification des emplois, sources potentielles d'externalités

(1) Pour une revue de la littérature sur l'usage des nouvelles théories du progrès technique dans les modèles, voir Zagamé (2008).

d'agglomération, peuvent, ne serait-ce que pendant la phase de construction de l'infrastructure, être sources de stimulation de l'activité et donc de création de richesse. Cela plaide pour la mise en œuvre, à côté du calcul économique national et européen, un calcul économique plus décentralisé et analysé, comme le suggèrent Didier et Prud'homme (2007), projet par projet.

Les modèles MEG permettent-ils de déterminer les effets des investissements en infrastructure sur l'emploi ?

La réponse est de même nature que celle sur la croissance, **au niveau national on ne peut affirmer qu'il y a un quelconque effet durable de ces investissements sur l'emploi, alors qu'au niveau local il peut y avoir des effets de long terme, même marginaux.**

Au niveau national, comme le montre l'étude de la DG Trésor, si on utilise un MEG qui permet des déséquilibres de court terme, on peut avoir des effets sur l'emploi à cet horizon temporel là, mais il est clair qu'à long terme tous ces effets sont annulés. Les choses sont encore plus claires quand il s'agit d'un MEGC, dont les équilibres sont supposés être de plein-emploi avec des réponses aux chocs quasi instantanées, qui se font par des ajustements par les prix et les salaires.

Par contre au niveau local, certains effets sur l'emploi peuvent se faire jour. En effet les investissements en infrastructure peuvent se traduire par un élargissement du marché de l'emploi local qui permet d'attirer de la main d'œuvre extérieure, pour peu que cette main d'œuvre nouvelle ait une productivité en moyenne plus faible que celle déjà présente sur le marché locale, elle va voir sa productivité s'améliorer ; on assisterait donc à la réalisation d'externalités d'agglomération dues à la densification du marché du travail local, et donc source de richesse et d'emplois nouveaux, ce qui est assez vraisemblable au moins pendant la phase de construction, toute la question est de savoir comment s'assurer de la pérennisation de ces emplois. Un autre phénomène peut aussi être observé au niveau local, dans certaines régions en effet, ayant un marché du travail très déprimé et des forts taux de chômage, comme certains anciens territoires miniers du Nord de la France, où les taux de chômage sont records avec une main d'œuvre abondante et souvent très peu qualifiée, la réalisation de tels investissements peuvent avoir des effets structurants insoupçonnables (resocialisation, requalification, réductions des coûts de prise en charge sociale du chômage, etc.)

Les modèles MEG permettent-ils de déterminer les effets des investissements en infrastructure sur les finances publiques ?

L'un des avantages indéniables des modèles MEG est que, contrairement aux modèles microéconomiques, ils permettent justement d'intégrer le bouclage financier des investissements, en prenant en compte toutes les formes de contribution au financement, par emprunt, par l'impôt ou en partenariat avec le privé. Comme le montre si bien l'étude de la DG Trésor, même sans tenir compte explicitement des effets d'éviction sur les investissements privés du financement de ces investissements publics, c'est en partie la charge de ce financement qui pèse tant sur le revenu disponible des ménages que sur la compétitivité des entreprises qui finit par annihiler sur le long terme les effets multiplicateurs de court terme.

Si on veut aller plus loin, on sait que traditionnellement, dans un contexte économique standard, sans choc ni crise majeurs, il est admis que les investissements publics, quels qu'ils soient, lorsqu'ils sont financés totalement ou même partiellement, génèrent des effets d'éviction sur les investissements privés. C'est-à-dire en d'autres termes que tout euro public utilisé pour financer un projet, qu'il soit financé par emprunt ou par impôt, du fait de l'équivalence ricardienne, se traduira par une ponction sur le revenu disponible des ménages ; cela limite de fait leurs capacités d'épargne et grève par conséquent la capacité d'emprunt et donc d'investissement des entreprises privées. Une manière de tenir compte de ces effets d'éviction de l'usage des finances publiques, ou d'essayer de les compenser, est de renchérir le coût de cette usage. Cela passe dans la pratique soit par l'application d'un coefficient multiplicateur aux euros publics dépensés, soit encore par une augmentation du rendement exigé pour les investissements qui ont recours aux fonds publics, donc par l'augmentation du taux d'actualisation.

Par ailleurs, et c'est l'argument le plus souvent évoqué, les capacités de financement public étant limitées, il est utile de tenir compte du coût d'opportunité des fonds publics (COFP), qui correspond dans ce cas à la définition même d'un coût d'opportunité, c'est-à-dire ce que l'on aurait pu obtenir si on avait utilisé ces finances pour d'autres types d'investissements. Dans un contexte de raréfaction des ressources publiques, comme c'est le cas aujourd'hui, qui crée une concurrence très forte entre les différents projets éligibles à un financement public, il est de bon sens de relever le rendement exigé pour les quelques projets financés sur fonds publics. D'autant que si on élargit la définition du COFP et que l'on considère les investissements structurels (éducation, recherche, etc.) qui ont des certains sur le capital humain, et donc la croissance, à long terme, le COFP devrait être beaucoup plus élevé.

On peut néanmoins noter que tout cela n'a de sens que dans un environnement « standard ». En situation de crise économique et financière, comme celle qui sévit aujourd'hui, où tous les engrenages/canaux de transmissions de l'économie sont de plus en plus enroutés, incapables de fonctionner de manière autonome ; bref quand la machine économique semble dysfonctionner, l'usage des fonds publics peut s'avérer salutaire. Sans vouloir rentrer dans des considérations keynesiennes de base, on peut tout de même penser qu'en situation de crise, des investissements publics sur des projets structurants et générateurs de développement économique, peuvent engendrer des externalités positives, en termes d'emploi local et de développement économique local. Bref, peut-être devons-nous accepter les effets multiplicateurs de ces investissements à court terme, ils seraient susceptibles de nous permettre de relancer, de désenrouer la machine économique ? Mais les modèles MEG ne permettent pas de rendre compte de ces situations « non-standards ».

Les modèles MEG permettent-ils de déterminer les effets des investissements en infrastructure sur la contrainte extérieure ?

On retient la définition de l'origine de la contrainte extérieure proposée par Alain Bernard en 1982¹, et qui est une transposition au commerce international de la théorie des équilibres à prix fixés, elle serait due au fait que « les échanges commerciaux

(1) Alain Bernard, « contrainte extérieure, aléas macroéconomique et prix fictif pour le calcul économique », *Cahiers du Séminaire d'économétrie*, n° 24, 1982.

s'effectuent selon des prix qui n'assurent pas l'équilibre des marchés et qui mettent donc en jeu des mécanismes de rationnement ».

Comme le souligne Alain Bernard, cette contrainte n'est pas explicitement prise en compte dans le calcul économique standard ; il propose en conséquence d'introduire dans l'évaluation des projets d'investissement les prix implicites reflétant les contraintes réelles de l'économie, dont la contrainte extérieure. Exercice très difficile à mettre en œuvre, car non seulement il faut évaluer ces prix implicites, mais en plus il faut s'assurer qu'une partie de ces prix n'est pas déjà intégré dans l'évaluation. Quand on introduit par exemple l'hypothèse selon laquelle la baisse des coûts du transport va se traduire par une plus forte concurrence, et donc par une stimulation de l'innovation technologique et de la productivité des modes ; hypothèse généralement admise en économie des transports.

Les modèles MEG, s'ils sont conçus en économie ouverte, ont l'avantage d'endogénéiser cette contrainte extérieure, d'en tenir compte implicitement. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, une diminution des coûts de transport a deux effets opposés sur cette contrainte extérieure : elle peut se traduire par un accroissement des exportations, et va donc stimuler la production domestique ; mais elle peut aussi se traduire par une croissance des importations, donc une plus grande concurrence des produits importés qui va pousser les entreprises à se restructurer, à faire des efforts d'innovation. L'effet net des investissements en infrastructures de transport sur la balance commerciale, et par la même sur la contrainte extérieure, n'est pas immédiate ; les modèles MEG en économie ouverte permettent de calculer explicitement cet effet net.

Les modèles MEG permettent-ils de prendre en compte les imperfections de la concurrence ?

La réponse à cette question est simple, à notre connaissance, tous les modèles MEG existants, considèrent des structures de marché concurrentielles. Aucun de ces modèles n'intègre des structures de marché oligopolistiques ou monopolistiques, plus conformes à la réalité ; ou les moindres interactions stratégiques des agents économiques, indispensables pour comprendre et anticiper leur comportement réel. Les autres formes d'imperfections de marché ne sont pas non plus prises en compte par ces modèles.

Les modèles MEG permettent-ils de prendre en compte les effets redistributifs sur les revenus ?

Les modèles MEG peuvent parfaitement prendre en compte les effets redistributifs des investissements en infrastructures de transport, à condition qu'ils soient conçus pour, c'est-à-dire qu'ils intègrent des hétérogénéités de revenu entre les individus. À notre connaissance, seul le modèle IMACLIM-S (Gherzi et Hourcade, 2006 ; Gherzi *et al.* 2009¹), même s'il n'intègre pas explicitement à ce jour le secteur des transports, a une description assez finie des revenus des ménages pour permettre de telles évaluations des effets redistributifs.

(1) Le modèle IMACLIM-S est un modèle d'équilibre général calculable conçu pour des exercices de statique comparative (Samuelson, 1947). Il représente une économie française ouverte, désagrégée en quatre catégories d'agents (ménages répartis en vingt classes de revenu, entreprises, administrations publiques et 'reste du monde') et quatre produits (pétrole brut, carburants, autres énergies, et un bien composite agrégeant l'ensemble des biens et services non énergétiques).

Dans le cadre de ce modèle, l'analyse des effets distributifs repose sur une répartition des ménages en vingt classes de niveau de vie économique, qui ont chacune des caractéristiques spécifiques de structure de revenu et de dépenses, de taux d'épargne et d'imposition, et de position financière nette.

Les effets distributifs résultent donc de l'hétérogénéité :

- *des potentiels d'économie d'énergie des ménages* ; la capacité des classes à alléger le fardeau de la taxation du carbone est d'autant plus réduite qu'elles sont proches de leurs besoins incompressibles ;
- *de la sensibilité des structures de revenus* aux variations de salaire et de taux d'intérêt, étant données les hypothèses d'indexation des allocations et prestations sociales sur ces salaires ;
- *de la situation des classes sur le marché du travail* : les variations d'emploi sont réparties entre classes sociales en fonction de leur taux de chômage et de leur taux de cotisation sociale propres ; de plus, les variations de revenu qui accompagnent le passage du chômage à l'activité ou de l'activité au chômage sont spécifiques à chaque classe.

4 Références

Aschauer, « Is Public Expenditure Productive ? », *Journal of Monetary Economics*, 23, 198.

Barro (1990).

Behrens Kristian, Duranton Gilles and Robert-Nicoud Frédéric, “Productive cities: Sorting, selection and agglomeration”, *Working Paper University of Toronto*, 2012.

Bernard Alain, « contrainte extérieure, aléas macroéconomique et prix fictif pour le calcul économique », *Cahiers du Séminaire d'économétrie*, n° 24, 198.

Briard Philippe et al. « Impacts macroéconomiques du Grenelle de l'environnement », *Les Cahiers de la DG Trésor – 2010-06 – décembre 2010*.

Didier Michel et Prud'homme Rémy, « Infrastructure de transport, mobilité et croissance », *Rapport du Conseil d'analyse économique*, n°69, août 2007.

Duranton Gilles, Morrow Peter and Turner Matthew, “Road and Trade: Evidence for the US”, *Working Paper University of Toronto*, 2011.

Duranton Gilles and Turner Matthew, “Urban Growth and Transportation”, *Review of Economic Studies*, forthcoming, 2013.

Fernald John, “Road to Prosperity ? Assessing the link between public capital and productivity”, *American Economic Review*, 1999.

Gherzi et Hourcade, “Macroeconomic consistency issues in E3 Modeling: The continued fable of the elephant and the rabbit”, *The Energy Journal*, 2006.

Gherzi et al., « IMACLIM-S : Impact assesment of Climate Policies », in Gerlagh, Bosetti, Schleicher (ed.), “Modeling Sustainable Development”, Edward Elgar, 2009.

OCDE, « Évaluer les avantages des transports », *Actes de la conférence européenne des ministres des transports*, 2001.

Palanza Flavia, « Contribution de grandes infrastructures routières et ferroviaires au développement régional », Unité d'évaluation de la BEI, août 199.

Venables A, Gasiorek M, “The welfare implications of transport improvements in the presence of market failure, Part 1”, *SACTRA, Ministère de l'environnement, des transports et des régions*, Londres, 199.

Zagamé Paul, « Modèles de l'énergie et nouvelles théorie du progrès technique », *Conseil Français de l'Energie*, décembre 200.