

Étude interdisciplinaire sur le genre des prévisions économiques

Laurine Lièvremont

6 octobre 2024

Avertissement

Ce document a pour objectif de présenter les problématiques sur lesquelles je travaillerai en thèse, en détaillant les hypothèses et leurs fondements et en intégrant ce travail dans les domaines de recherche dans lesquels il s'inscrit. La thèse que j'ai entamée il y a quelques semaines, tout comme la bourse CDSN que j'ai obtenue à la fin de ma scolarité, sont un peu particulières : j'ai pour projet de réaliser une enquête interdisciplinaire sur les biais de genre dans les prévisions économiques, en mobilisant et combinant des outils issus des sciences sociales et des mathématiques. L'approche profondément interdisciplinaire que je souhaite adopter va plus loin que le fait de préparer deux demi-thèses dans chacune des disciplines. Il s'agit au contraire de faire en sorte que les perspectives disciplinaires se nourrissent l'une de l'autre pour produire des analyses plus riches, complètes et précises que si elles s'appuyaient uniquement sur les outils d'une discipline.

Ce document ne peut donc pas présenter un travail uniquement mathématique : pour introduire correctement et de manière compréhensible mon domaine de recherche, il me faut faire appel à des arguments issus des deux champs de recherche. Ce document sera structuré ainsi : je commencerai par une présentation générale des questionnements qui ont conduit à mon sujet pour tenter de les rendre intelligibles et intéressants aux yeux des lecteur·ices, puis je présenterai dans une première partie les travaux sociologiques qui nourrissent mon projet de recherche ainsi que les hypothèses, questionnements et pistes de recherches qu'ils impliquent, avant de développer dans une partie plus mathématique d'autres manières de répondre à la problématique posée avec des suggestions de pistes à explorer.

0 Introduction générale et problématique

Qu'est-ce que « l'économie » ? Ce terme a pris au fil du temps, et prend selon le contexte, des sens variés et parfois flous. Parle-t-on de tous les échanges monétaires s'effectuant sur un territoire ? De l'ensemble des entreprises qui orchestrent tout ou partie de ces échanges ? De la valeur du PIB ? (Et si oui comment la calcule-t-on ?) Les historien·nes s'accordent à dire que ce qu'est l'« économie française », par exemple, a réellement pris un sens au cours du XXe siècle lorsque des méthodes pour la quantifier et la mettre en forme ont été mises en place et lui ont donné de l'épaisseur [Ang23]. Ce sont ainsi des instruments de quantification de son présent (la statistique économique : calcul du PIB, de la croissance, des flux entrants et sortants) et de son futur (la prévision et la planification économique) qui lui ont donné sa consistance et la font exister en tant qu'entité collective à laquelle on peut se référer de manière relativement évidente [Did12, Did09, Des10, Mit02, Ang11]. Le développement de ces savoirs a dans le même temps fait de l'économie nationale un objet d'étude scientifique, parfois imprévisible, et une catégorie d'action publique, faisant des méthodes de quantification de l'économie des instruments de gouvernabilité à part entière [Des13]. La prévision économique, permettant de donner une consistance au futur de l'économie pour mieux le contrôler, s'est donc construite à partir des années 1930 avec les premiers modèles macroéconomiques [Did12, Des10], et s'est perfectionnée en parallèle de la macroéconométrie qui émerge dans les années 1960 et à laquelle elle emprunte ses méthodes de modélisation [Ang23, Ser17].

La mesure et la quantification du futur de l'économie rassemblent des enjeux scientifiques, politiques et économiques stratégiques et importants. Une personne en mesure de savoir quelle sera la croissance du PIB l'année suivante et dans quels secteurs elle se situera pourra ainsi investir financièrement avec

un rendement assuré, mais elle pourra aussi justifier d'un projet de loi pour diminuer les aides sociales des travailleur-euses dans ce secteur par exemple. De la même manière, si elle peut prévoir qu'un autre secteur d'activité connaîtra une chute de ses bénéficiés, elle pourra légitimer la restructuration de ce secteur, le licenciement préventif de ses salarié-es ou encore l'apport d'investissements publics pour moderniser ces activités. En dévoilant ou non ces informations, la personne bénéficierait également d'un pouvoir important sur la suite des événements. Les outils qui permettent de produire une certaine image du futur de l'économie, à travers des prévisions, sont donc des instruments convoités autour desquels se matérialisent des jeux de pouvoir pour les utiliser, les améliorer ou se les approprier. Jusqu'ici, les sciences économiques et les laboratoires ou institutions en charge de produire des prévisions sont restés des lieux dominés par les hommes [Kim23] : quels effets cela a-t-il sur les instruments de prévisions et leurs résultats ? L'hypothèse de ce projet est qu'on ne peut comprendre les prévisions et leurs outils (mathématiques et macroéconomiques) sans se pencher sur le regard masculin qui les a construits, et que ce geste devient toujours plus nécessaire au fil des transformations des technologies et des processus produisant la prévision économique.

Cette pratique a en effet beaucoup évolué depuis les années 1930 : aujourd'hui mises en oeuvre dans une multitude d'institutions étatiques ou indépendantes, nationales ou internationales (DG Trésor, Banque de France, OFCE, Banque centrale européenne, Fond monétaire international,...), les techniques de prévision ont suivi l'introduction de nouveaux modèles macroéconométriques, notamment les modèles DSGE (*dynamic stochastic general equilibrium*, modèles dynamiques stochastiques d'équilibre général, nous verrons plus loin ce que cela signifie) [Ser17], et les outils de la discipline ont été profondément transformés par le développement des ordinateurs. La macroéconométrie est progressivement devenue une discipline « outillée » [PF17] s'appuyant sur des modèles mathématisés complexes, mais aussi sur des outils numériques de plus en plus spécialisés et efficaces [BCZDS23, BC16]. Ainsi, l'usage de logiciels de résolution numérique de modèles s'est généralisée au cours des trente dernières années [CSS23, Ren11], transformant en profondeur les pratiques des institutions de prévisions et influençant leur choix de modèles [CSS23, GSC+24]. Le développement de ces outils numériques rend plus rapide la modélisation, et lui redonne de l'importance face à d'autres méthodes de prévisions alternatives (comme les enquêtes psychologiques [Dec17]), tout en soulevant de nombreuses questions épistémologiques parmi les économistes [Ren04, Ren11, McC09] mais aussi les sociologues [YB06].

Comme je le mentionnais plus haut, alors qu'elles gagnent en technicité et en scientificité grâce aux méthodes macroéconométriques académiques, les méthodes de prévisions économiques ont été et restent élaborées majoritairement par des hommes, de manière encore plus marquée que dans les sciences économiques [Kim23, BR16, Did21]. La présence d'hommes n'est bien sûr pas équivalente au développement de certaines formes de masculinités. Cependant, elle donne très souvent lieu à la caractérisation des pratiques correspondantes comme masculines, surtout lorsqu'elle s'additionne à l'usage intensif de technologies perçues comme « performantes ». Le monopole masculin sur ces pratiques est alors renforcé par cette catégorisation qui décourage les femmes d'y participer [Waj91, GO93, Ler03]. Une hypothèse raisonnable concernant l'impact du système de genre, de la présence très majoritaire d'hommes et de la technicisation croissante de la prévision macroéconomique, serait de dire que certaines formes de masculinités spécifiques aux sciences économiques structurent les prévisions et sont visibles jusque dans les descriptions et quantifications du futur économique qui sont produites. C'est déjà ce qui est déjà suggéré par des études sur le sentiment de supériorité des économistes et leur manière de concevoir leur discipline [FOA15]. Cette hypothèse a des conséquences importantes. En effet, la sociologie de l'économie a montré le caractère *performatif* de cette discipline [Did20, MMS07, MC13], à savoir son influence sur l'objet qu'elle se propose d'étudier. L'impact des prévisions économiques sur l'économie et plus largement sur la vie politique est quant à lui encore plus flagrant, qu'il soit direct par la publication des prévisions ou indirect par les interventions de l'État qu'elles motivent et justifient. Si certaines masculinités sont constitutives des activités de prévision, elles influencent alors le futur qu'elles concourent à former et participent ainsi à faire exister une économie renforçant les rapports sociaux de genre. Partant de ces remarques, il semble particulièrement intéressant d'essayer d'investiguer et de caractériser les prévisions macroéconométriques et leur processus de production sous l'angle des dynamiques de genre. Plus précisément, je propose ici de s'interroger sur la place qu'occupent ou sont en voie d'occuper les masculinités dans le cadre de la prévision macroéconométrique outillée, en lien avec l'utilisation croissante de la modélisation et de technologies de résolution numérique dans ce domaine.

Avant de détailler les questions auxquelles mon projet de thèse vise à répondre, il s'agit de d'ex-

pliciter ce qu'on entend par masculinités. La perspective que j'ai décidé d'adopter dans le cadre de ma thèse est celle initiée par Raewyn Connell dans son ouvrage *Masculinities*, fondateur des études des masculinités [Con05] : plutôt que de tenter d'homogénéiser ou d'essentialiser la masculinité, on la considérera dans son aspect dynamique, en tant que résultat de processus, de rapports et de relations qui construisent un ordre de genre. Ainsi, la masculinité ne sera pas définie comme une norme, un idéal ou un ensemble fixe de caractéristiques, il s'agit au contraire de considérer qu'il existe plusieurs formes de masculinités, qui sont chacune propres à des agencements particuliers et qui se construisent par des pratiques existant dans et faisant exister une structure de genre. En d'autres termes, les masculinités sont des positions d'opposition vis-à-vis de la féminité (le rejet, l'instrumentalisation, la dégradation, l'objectification, le dénigrement, l'opposition...) qui agissent sur les rapports sociaux de cell-eux qui les mettent en œuvre et plus généralement sur le monde social qu'ils occupent.

Mon travail de thèse propose alors d'investiguer les questions suivantes : quelles sont les formes de masculinités, et plus généralement les biais de genre, qui structurent les processus de production de prévision macroéconométrique ? Comment ces influences sont-elles rendues visibles dans les pratiques ordinaires des prévisionnistes et des développeurs de logiciels de modélisation économiques ? Peut-on retrouver leur trace dans le futur économique produit par les prévisions ? Caractériser des masculinités imprégnant les prévisions économiques, telles qu'on les a définies, demande ainsi une attention particulière aux pratiques ordinaires qui les font exister, aux dynamiques dans lesquelles elles s'inscrivent ainsi qu'au cadre dans lequel elles existent. Le travail que j'entame cette année repose sur deux approches complémentaires pour pondre à ces problématiques. D'une part, je m'appuierai sur trois axes théoriques issus des sciences sociales pour établir des hypothèses et des pistes d'enquête dans un premier temps, puis pour analyser les matériaux recueillis sur le terrain dans un second temps. Ces axes se complètent et sont interdépendants, leur étude permet de saisir la place des dynamiques de genre tout en les caractérisant. Je détaillerai ces trois approches sociologiques dans la première partie de ce document, chacun permettant d'identifier une articulation spécifique entre masculinités, outils de modélisation et prévision économique. D'autre part, je réaliserai un travail de recherche en mathématiques et informatique pour tenter de résoudre numériquement des modèles macroéconomiques spécifiques qui éliminent une partie des biais de genre qui auront été identifiés. Cela permettra à la fois de tester certaines hypothèses sociologiques, en observant la réaction des prévisionnistes, des développeurs mais aussi des logiciels eux-mêmes à ce nouveau type de modèle, tout en construisant des pistes pour des méthodes de prévision économique s'indépendantisant du système hiérarchique de genre. Les éléments économiques et mathématiques nécessaires pour comprendre cette approche et expliciter les pistes que je suivrai lors de ma thèse seront présentées dans une seconde partie de ce document.

1 Approches sociologiques

Comme mentionné dans l'introduction, un aspect de ma thèse se concentrera sur la réalisation d'une enquête qualitative dans les lieux de production des prévisions économiques pour évaluer l'influence du système de genre, et notamment des masculinités, sur les méthodes et les résultats des prévisions économiques. Avant de présenter en quoi constituera l'enquête, je donne les trois axes de cadrage théorique sur lesquels s'appuiera cette facette de mes recherches.

1.1 Cadrage théorique

L'étude de plusieurs objets proches de la macro-économétrie, caractérisés par une forte technicité et scientificité, a documenté le rôle des masculinités selon trois modes, qui fournissent une trame pour l'étude des prévisions économiques. Le premier cadre théorique sur lequel s'appuie mon travail est issu de **l'histoire culturelle de l'informatique**. Nathan Ensmenger appartient à ce courant, et dans ses travaux, il a montré qu'il était possible de retracer la création d'identités masculines associées à l'informatique à travers des éléments aussi variés que les tests d'aptitudes demandés à l'embauche encourageant les caractéristiques « masculines », la hiérarchisation interne de la discipline, l'image progressivement construite de l'informatique comme incompréhensible sauf pour quelques « matheux fous » ou pour les *nerds*, et même le désintérêt pour les interactions humaines comme attitude partagée et encouragée [Ens10, Ens15]. En rapprochant ces travaux d'autres études sur la construction d'identités masculines [Ber97], une première méthode pour enquêter sur les masculinités au sein des pratiques de prévisions se dessine : identifier les attitudes et valeurs favorisées par l'environnement de

travail et le recrutement, ainsi que les identités professionnelles partagées qu’elles produisent. Si l’attitude des hommes économistes par rapport à leurs collègues femmes a déjà été largement documentée [BRVW17, BC19, Wu20, DSMN⁺21, Hen22], c’était davantage pour expliquer l’absence de femmes dans ce domaine plutôt que pour caractériser des identités masculines en économie, bien que ces dernières participeraient à l’exclusion des femmes (ces travaux restent par ailleurs cantonnés à la science économique au sein des universités, sans mentionner le cas de la prévision macro-économétrique). Pour éviter d’appliquer une définition fixe de ce que sont les valeurs de la masculinité, je me reposerai surtout dans mon enquête sur le fait que les identités en jeu empruntent de nombreux éléments à des formes de masculinités identifiées ailleurs, et qui ont émergé d’une situation d’exclusion croissante des femmes et des valeurs « féminines » [Ens10], en cohérence avec un modèle dynamique du genre. L’hypothèse que l’on peut tirer de ce premier courant théorique est que l’usage croissant de logiciels dans le cadre de prévisions modélisées donne lieu à la création d’identités masculines similaires à celles décrites par Ensmenger, sans qu’elles soient forcément l’apanage unique des hommes. Il semble qu’au moins **deux identités masculines coexistent et se construisent l’une en relation avec l’autre**, comme dans d’autres contextes déjà documentés [KR94] : celle des économistes chargés des prévisions, se reposant sur leur intuition d’experts pour choisir des arbitrages dans les modèles, existant dans un contexte fortement hiérarchisé, et celle des concepteurs des logiciels de modélisation économique, plus proches de l’identité *nerd*, avec un attrait pour la technicité et des codes qui paraissent « incompréhensible ». Ces catégories masculines, loin d’être opposées, s’articuleraient en un continuum entre les lieux de production des logiciels de modélisation et ceux de leur utilisation à des fins opérationnelles, espaces poreux entre lesquels les économistes transitent. Pour mieux les appréhender et les décrire, il sera particulièrement intéressant pendant la thèse de croiser les analyses en termes de dynamiques de genre à celles liées aux origines et positions sociales des différent-es acteur-ices. En effet, les espaces institutionnels de production de prévision économique sont souvent très proches voire au service des hautes administrations publiques. Le profil des prévisionnistes est donc souvent similaire à celui des haut-es fonctionnaires. Pour caractériser les identités masculines des prévisionnistes et des développeurs de leurs outils, on pourra alors s’inspirer de constats formulés dans ce cadre [Fav15, Fav20, JLMP16, JCD⁺22, BJ18].

Le deuxième axe théorique alimentant mes recherches s’inspire des travaux d’Emily Martin et d’Evelyn Fox Keller en **épistémologie féministe**, qui ont mis en lumière l’importance d’une dichotomie hiérarchique de genre dans les métaphores et les descriptions scientifiques en biologie, avec des conséquences concrètes sur les orientations de la recherche [Mar91, Kel95]. En effet, que ce soit le récit du spermatozoïde pénétrant l’ovule, ou celui des chromosomes actifs au sein du cytoplasme passif, ces métaphores invisibilisent certains processus biologiques avec pour conséquence un désintérêt de la part des chercheurs qui pourraient les étudier ainsi qu’une concentration des recherches sur les éléments qui sont décrits comme « actifs », et donc masculins en comparaison d’un pôle féminin « passif ». L’étude des métaphores est en ce sens cruciale, puisqu’elle permet d’éclairer certaines directions prises par une discipline à la lumière des images « genrées », et donc hiérarchisées, qui la travaillent. Les travaux de Philip Mirowski qui établit une parenté entre les métaphores économiques et les descriptions de la physique [Mir89], et ceux de Julie A. Nelson qui a directement questionné la masculinité dont elles pouvaient être empreintes [Nel92, Nel95] sont un point de départ pour la discussion de ces images, mais restent limités par leur dimension normative et peu empirique, ainsi que l’absence de problématisation des effets de ces métaphores. Il s’agira dans mon travail à venir de tenter de dépasser ce geste en enquêtant sur la place de la masculinité dans les métaphores en macroéconométrie, tout en décrivant la manière dont ces images orientent la recherche. Ce sont les dichotomies hiérarchiques de genre que je tenterai de mettre en lumière dans les images mobilisées au cours de la production de prévisions, sans présumer de leur contenu a priori. L’hypothèse qu’il est possible de tirer des travaux inspirant cette perspective sociologique est que, comme Nelson l’évoque, **nombre de métaphores utilisées dans les modèles macro-économiques** (celle du marché, de l’*homo economicus*, des anticipations rationnelles ou des agents homogènes) **mais également celles utilisées dans les récits fait du futur économique** qui laissent une grande place à l’imaginaire [BB18], **sont marquées par des biais masculins**. Les conséquences de cette hypothèse sont que les aspects économiques dévalorisés par ces métaphores genrées sont délaissés et ne sont plus investis que par l’économie féministe, courant à la marge de l’économie et absent des théories macro-économiques. Certains angles d’approche de l’économie, voire certains chiffres, sont ainsi mécaniquement évacués des modèles macro-économétriques et des prévisions qui sont produites.

Le troisième aspect théorique qui nourrit mes recherches s’appuie majoritairement sur les **science**

and technology studies (STS) et la **sociologie des usagers** qui en est issue, en s'intéressant à la manière dont les outils et les technologies renforcent eux-même des rapports sociaux de genre. Cette approche s'inspire des travaux de Madeleine Akrich qui replace les usagers au centre de la sociologie de l'innovation, avançant que les objets techniques comportent tous un *script*, à savoir des usages prédéterminés lors de leur conception qui définissent des usagers privilégiés et en excluent d'autres [Akr90, Akr10]. À partir de ce constat, des travaux ont montré que dans le cadre d'objets techniques informatiques, les minorités de genre ainsi que les personnes des classes sociales défavorisées étaient souvent exclues des usages tels qu'ils étaient prévus par les concepteur·ices à cause des conditions matérielles dans lesquelles ces personnes se trouvaient [OP03, ORS04]. de même, des outils de production, initialement conçus pour être ouverts à tous et toutes comme ceux de l'*open source*, entraînaient une organisation et un environnement de travail décourageant les personnes ayant des caractéristiques perçues comme féminines d'y participer [Naf12]. Ces analyses suggèrent d'envisager les logiciels de modélisation et de simulation économique sous cet angle : il s'agit alors d'identifier les scripts que ces logiciels comportent et les masculinités qui peuvent les caractériser, en exposant leur inscription dans des dichotomies genrées ou de classe hiérarchisées, cette fois matérialisées et non plus métaphoriques. Enquêter, dans le cadre de la prévision, sur les processus de production de ces outils, notamment sur les portraits implicites qui sont faits des usager·es potentiel·les, ainsi que sur leurs usages conformes ou non à ceux prévus, permet alors de dresser un tableau des exclusions (genrées et autre) qu'ils provoquent, mettant en lumière les formes de masculinités que ces objets techniques portent. L'hypothèse de mon projet de thèse, issue du courant théorique présenté dans ce paragraphe, est que **les concepteur·ices comme les utilisateur·ices des logiciels de modélisation doivent apprendre leurs usages par essai et erreur, tout en possédant au préalable de connaissances importantes en macroéconomie**, en mathématiques et en informatique, des domaines très peu féminisés. **Ce script favoriserait les usager·es adeptes de la « débrouille » et de l'apprentissage « sur le tas »**, en opposition à une approche pédagogique plus claire et organisée qui serait dénigrée car perçue comme féminine, excluant dans le même temps les usagers potentiels n'ayant pas accès à une certaine éducation académique sélective.

Ces trois aspects complémentaires des pratiques de la prévision économique fournissent ainsi des pistes qui devraient permettre de caractériser les présupposés masculins structurant les prévisions et qui se constituent à travers des identités, des métaphores ou des outils structurant tous la production de prévisions économiques. Ces axes d'études sont interdépendants : l'attachement à des identités masculines donne souvent lieu à l'usage de métaphores marquées de masculinité et conduit à concevoir des outils qui favorisent les usagers partageant cette identité. De la même manière, l'utilisation d'outils aux scripts empreints de masculinité participent à la création d'identités communes autour de ces objets. Ainsi, les axes d'études présentés n'ont pas pour unique but de caractériser les masculinités macro-économétriques mais aussi et surtout d'en mesurer l'impact sur les pratiques ordinaires de prévision et sur leurs productions, qui participent à modeler le futur économique.

1.2 Perspectives d'enquête

Cette section a pour but de donner quelques éléments sur les procédés d'enquête empiriques sociologiques que j'envisage de mettre en place au cours de ma thèse. Ils ont pour but la collecte de matériaux pour répondre aux problématiques énoncées plus haut, et le choix de lieux d'enquête et d'approches correspond aux hypothèses que j'ai fait émerger ci-dessus. Ainsi, pour tenter de mettre au jour les éléments extraits du système de genre qui structurent les prévisions économique, je projette d'utiliser l'ethnographie d'un lieu de production d'un logiciel de modélisation économique et de deux lieux de production de prévisions macro-économiques aux méthodes différentes comme moyen principal pour constituer les matériaux d'enquête.

J'envisage tout d'abord de poursuivre l'ethnographie que j'ai menée entre septembre 2023 et février 2024 dans le cadre de mon mémoire de M2 à l'EHESS, au sein de l'équipe de développement du logiciel libre de simulation et modélisation économique Dynare. Cette équipe d'une dizaine de personnes est hébergée par l'Observatoire de macroéconomie du Cepremap, et est dirigée par Sébastien Villemot et Stéphane Adjemian, économistes tout les deux. Ce premier cadre d'enquête est particulièrement intéressant par la position qu'occupe le logiciel Dynare dans le paysage des prévisions économiques : moteur de l'adoption des modèles DSGE par de nombreuses institutions de prévisions [CSS23], il est aujourd'hui en situation de quasi-monopole (ses concurrents principaux TROLL et EViews n'étant aujourd'hui plus mis à jour). Il est utilisé par la Banque centrale européenne, la Commission euro-

péenne, le Fond monétaire international, ainsi que la Banque de France qui est en voie de l'adopter. Dans le cadre de l'enquête, il sera pertinent de d'abord mener des entretiens préparatoires avec chacun des membres de l'équipe (tous des hommes) pour identifier les aspects de leurs activités dans lesquels les masculinités se rendent visibles. Puis, je prévois d'être présente en observation un jour par semaine (le seul jour de présence de l'équipe Dynare), d'assister aux réunions entre l'équipe Dynare et les institutions auxquelles elle fournit le logiciel et qui se tiennent souvent en visioconférence, ainsi qu'à leurs réunions internes d'équipe. Les entretiens préparatoires permettent bien souvent d'identifier des éléments spécifiques sur lesquels se concentrer pendant l'observation. L'observation participante que j'avais pu entamer se révélera aussi très utile pour enquêter sur le logiciel : ma formation en mathématiques me permet en effet de participer aux activités de l'équipe. Lors de mon enquête de M2, j'ai produit une évaluation des performances de certaines fonctionnalités du logiciel à destination de l'équipe Dynare [Lie24], et j'envisage cette fois de participer directement à la programmation du logiciel dans le cadre de ma thèse. La manière dont j'envisage cette participation et son contenu mathématique seront présentés dans la partie suivante. Additionnellement à cette participation active aux activités des développeurs, la plateforme Mattermost de l'équipe, une messagerie collective sur laquelle les développeurs échangent quotidiennement et sur laquelle je suis déjà présente, est un outil précieux pour suivre les activités de maintenance et de développement du logiciel. Enfin, l'équipe entretient un site sur lequel se trouve une grande quantité de documentation, ainsi qu'un forum où les utilisateurs peuvent poser des questions auxquelles l'équipe répond. Je projette donc de mobiliser cette variété de ressources pour repérer, tracer et caractériser les structures genrées au sein des outils de la prévision économique. Ce premier terrain est ainsi riche en éléments empiriques correspondant aux trois axes d'étude envisagés : d'abord, l'analyse des différentes ressources en ligne permet de caractériser à la fois la manière dont le logiciel est présenté dans les diverses documentations et les identités qui se créent au sein des communautés d'utilisateurs sur le forum. L'observation participante et non-participante rend quant à elle possible une analyse du script de l'objet technique qu'est le logiciel, ainsi que la caractérisation des identités masculines partagées par l'équipe de développeurs. Enfin, étudier les modèles pour lesquels Dynare propose ou non des méthodes d'estimation ou de simulation permettra d'identifier quels modèles sont exclus de cet outil mais aussi quelles métaphores structurent les modèles inclus dans le logiciel. Plus généralement, ma présence au sein de l'équipe devrait être l'occasion d'identifier et d'analyser les métaphores centrales dans le développement de logiciels de modélisation économique. Il est dans ce contexte important de porter une attention particulière à la matérialité des pratiques ordinaires qui permet bien souvent d'exhiber les exigences et les normes qui régissent une pratique. Dans notre cas, les traces matérielles comme les documents de travail, les versions successives du code, les échanges avec les institutions ou au sein de l'équipe sont autant d'éléments qui fournissent des indications sur les identités, les métaphores et les scripts masculins qui se constituent conjointement au logiciel Dynare.

Le second terrain ethnographique que je prévois d'explorer est le service d'Études Macroéconomiques et de Prévision, au sein de la Direction de la Conjoncture et des Prévisions macroéconomique de la Banque de France. Ce terrain est un lieu de production de prévisions s'appuyant sur l'usage du logiciel de modélisation Dynare, l'enquête aura donc pour but d'en suivre les usages. J'ai déjà pu rencontrer Matthieu Lemoine, chef de ce service, ainsi que deux autres membres du service avec qui j'ai réalisé des entretiens lors de mes recherches de master. Anastasia Zhutova, macro-économiste-modélisatrice dans ce service s'est notamment dite ouverte à l'idée de m'encadrer pour que je puisse effectuer une observation des activités de prévision macro-économique à la Banque de France. Je compte également faire à nouveau de l'observation participante en contribuant à l'élaboration et à l'impémentation du modèle utilisé pour la production de prévisions par la Banque de France. Ce terrain est pertinent pour les enjeux théoriques évoqués dans la partie précédente : la Banque de France étant en train de modifier ses procédures de prévision pour commencer à utiliser Dynare en décembre 2024, il devrait être possible de suivre les effets de l'adoption de ce logiciel en termes de modification des pratiques et des identités au sein du service. La présence de six femmes sur dix-sept membres dans ce service, contrairement à l'équipe Dynare qui est entièrement constituée d'hommes, sera l'occasion d'étudier comment les masculinités qui peuvent y exister se construisent vis-à-vis des ces femmes macro-économistes : adoptent-elles également ces identités masculines ? Au contraire, les renforcent-elles en servant de repoussoir ? Certains travaux permettent déjà d'éclairer les agencements possibles [KR94], et se pencher sur le cas particulier des services de prévision précisera ces dynamiques en mesurant leur effet sur l'organisation du travail et les prévisions produites.

Dans un second temps, je prévois d'enquêter sur un troisième terrain ethnographique au sein du service Diagnostic et prévisions France de la direction générale du Trésor (DG Trésor) pour pouvoir faire une comparaison avec la Banque de France. Les deux services sont chargés de produire des prévisions, mais alors que la Banque de France utilisera bientôt le logiciel Dynare, la DG Trésor continue de coder elle-même son modèle macro-économétrique OPALE et met en place sa résolution numérique directement dans le langage R. Les formes de masculinités présentes dans les instances de prévisions sont-elles les mêmes selon que les prévisionnistes utilisent ou non des logiciels? Ce troisième terrain sera crucial pour évaluer le lien entre le recours à des logiciels de modélisation, dont le développement et l'entretien sont externalisés, et le développement de masculinités qui y sont associées. Il s'agira majoritairement dans ce troisième terrain d'effectuer des entretiens pour avoir des éléments de comparaison vis-à-vis de la Banque de France, de participer à nouveau aux activités de modélisation de l'économie, en assistant à quelques réunions pour comparer les manières d'être, de parler et de travailler des prévisionnistes de la Banque de France et de la DG Trésor.

Pour compléter ces observations et préciser la comparaison, j'envisage de faire une analyse textuelle qualitative et quantitative des bulletins de prévision produits par la Banque de France et par la DG Trésor (les premiers sont intitulés *Projections macroéconomiques de la Banque de France* et sont disponibles sur leur site, ceux de la DG Trésor constituent le *Rapport économique, social et financier de la DG Trésor* qui est une annexe au projet de loi de finances annuel). Ce travail sera l'occasion de quantifier les usages des métaphores genrées que j'aurais pu identifier comme structurant le discours des prévisions, afin de caractériser leur évolution et d'analyser leur place. Ce travail d'analyse textuelle devrait également être l'occasion de constater les effets des choix influencés par les dynamiques de genre faits en amont lors de l'élaboration des prévisions. Additionnellement, il me sera possible d'utiliser le forum Dynare et le dépôt Git contenant les différentes versions du logiciel comme un fond d'archives, en plus d'une utilisation ethnographique, comme l'a fait Gabriel Alcaras pour d'autres logiciels libres [Alc22]. Cette utilisation pourra alors permettre d'historiciser les identités masculines et les scripts mis au jour lors de l'enquête ethnographique en retraçant leur construction au fil des échanges de questions et réponses sur le forum, ou des orientations prises par le développement du logiciel ainsi que des commentaires laissés dans le code. Enfin, je compte étudier les archives internes de recrutement de la Banque de France pour retracer, comme a pu le faire Ensmenger, les processus de recrutement, les qualités mises en valeur et l'évolution du profil des économistes du service de prévision.

2 Approches mathématiques

Le premier volet d'analyses que je souhaite réaliser dans ma thèse sera complété par une seconde perspective cette fois issue des mathématiques et de l'informatique. En effet, si le travail sociologique permet de comprendre les biais genrés existant dans les prévisions macroéconomiques, et les raisons sociales de leur perpétuation, les méthodes mathématiques que je souhaite mettre en place devrait éclairer les éléments scientifiques qui obtruent pour le moment la mise en place d'outils de production de prévisions économiques moins masculins tout en proposant des moyens d'aller dans cette direction. En effet, la classe de modèles actuellement utilisée par les acteur·ices de la prévision présente de nombreux éléments issus d'une perspective masculine, que l'on peut déjà identifier facilement. Je proposerai donc dans cette partie, après avoir brièvement présenté ces modèles classiques, quelques pistes de travail mathématiques pour développer l'usage de modèles dit à « agents hétérogènes » dans le cadre des prévisions économiques.

La classe principale de modèles dont le logiciel Dynare permet la résolution est celle des modèles d'équilibre général dynamique stochastique (DSGE selon l'acronyme anglais) qui modélisent les consommateur·ices sous la forme d'un unique agent économique représentatif. L'une des propositions principales de l'économie féministe pour réduire les conséquences des biais masculins sur les modélisations macro-économiques est de concevoir des modèles à agents hétérogènes [Fon13, Jac20], à savoir des modèles dans lesquels il n'y a pas un unique agent économique considéré comme représentatif mais différents agents aux situations et comportements économiques différents, dans lesquels des différences de situations matérielles entre hommes et femmes peuvent être intégrées. Les résultats issus de l'étude ethnographique des masculinités permettront tout d'abord de valider, de nuancer et de préciser ces critiques, et il s'agira ensuite dans cette partie mathématique d'utiliser ces constats pour mieux choisir le modèle utilisé pour la prévision. Je prévois ensuite de développer des méthodes de résolution numérique de modèle à agents hétérogènes pour ensuite pouvoir les implémenter dans le logiciel Dynare. Ce

travail sera l'occasion d'évaluer les hypothèses sociologiques formulées précédemment : si les modèles et leur implémentation sont structurés par des perspectives masculines, est-il possible d'un point de vue technique et mathématique de s'en détacher ? En investiguant la résolution et l'implémentation dans Dynare de modèles réduisant ces biais, il s'agira de voir si des outils initialement masculins peuvent accueillir des méthodes qui le sont moins, ce qui fournirait des pistes directes pour les faire évoluer.

Il me semble pertinent, pour commencer, de travailler d'abord sur un modèle DSGE aux agents hétérogènes (souvent appelé HANK pour *heterogeneous agents neo-keynesian*), présenté ci-dessous, qui est une première étape pour introduire une perspective moins masculine dans l'économie. Il permet en effet de garder le cadre théorique néo-keynésien général et classique en macro-économétrie tout en rendant compte du fait que les agents économiques se trouvent dans des situations économiques distinctes selon leur genre (moins de facilités d'accès à l'emploi, une charge de travail domestique trop importante pour avoir un emploi à plein temps, etc). Ce type de modèle est détaillé à travers l'exemple classique de Krussell-Smith [KS98], avant de présenter les méthodes de résolution envisagées, leur optimisation possible, leur implémentation et les généralisations envisagées.

2.1 Modèle de Krussel-Smith et généralisation

La modélisation d'une population de consommateur·ices hétérogènes se fait comme suit : on considère qu'elle est suffisamment large pour qu'on puisse la modéliser par un ensemble continu de consommateur·ices (appelé·es agents économiques), de masse totale 1. Chaque agent possède une certaine quantité de capital. La distribution de capital des agents évolue au cours d'un temps discret indexé par $t \in \mathbb{N}$. La valeur que les agents associent à leur consommation est modélisée par une fonction d'utilité $u(c)$ où c est la consommation. Les agents peuvent se trouver dans n_e états différents (qui déterminent souvent si elles¹ sont employées ou au chômage, mais qui peuvent également modéliser les inégalités matérielles de genre, en particulier le fait que certains agents aient ou non une charge de travail domestique les obligeant à travailler à temps partiel, ou qu'elles aient un salaire moins élevé que d'autres agents), quantifiés par un nombre, et à chaque période t , elles passent d'un état $e \geq 0$ à un autre e' avec la probabilité exogène $P(e, e')$ (ces probabilités sont choisies en fonction de la signification des états). On dénote par π la distribution stationnaire de P , et on suppose que la masse d'agents dans une situation e est toujours $\pi(e)$, ce qui rend la résolution du modèle présenté ci-dessous déterministe. Les agents travaillent un nombre exogène d'heures n et gagnent donc un revenu $w_t en$, où w_t est le revenu par heure de la période t . Les agents peuvent investir leur revenu dans du capital qu'elles possèdent ensuite en quantité k avec un taux de revenu r_t par période, et on suppose dans ce modèle qu'elles ne peuvent pas emprunter. Un agent individuel possédant un capital k_- et étant dans l'état e au début de la période t résoudra un problème d'optimisation pour maximiser son utilité anticipée², avec pour résultat la valeur de sa fonction de valuation V_t . Ce modèle suppose que les agents forment des anticipations rationnelles, à savoir qu'elles comprennent le fonctionnement de l'économie et connaissent leurs chances de changer d'état, la valeur V_t tient donc compte de ces probabilités ainsi que des optimisations qu'elles feront dans le futur :

$$V_t(e, k_-) = \max_{c, k} [u(c) + \beta \sum_{e'} V_{t+1}(e', k) P(e, e')] \quad (1)$$

sous les conditions $c + k = (1 + r_t)k_- + w_t en$,

$k \geq 0$.

Les conditions données représentent le fait que les agents ne peuvent emprunter (leur capital doit être positif ou nul), ainsi que l'égalité entre leur revenu et ce qu'elles investissent ou dépensent. Ici β est un paramètre représentant l'importance que les agents accordent à leur utilité future. On note $c_t^*(e, k_-)$ et $k_t^*(e, k_-)$ les valeurs de c et k résolvant le problème (1), qui sont des fonctions de la trajectoire future $\{r_s, w_s\}_{t \geq s}$ appelées *policy-functions*. Le fonctionnement du marché est le suivant : la production est assurée par une entreprise compétitive selon la fonction de Cobb-Douglas

$$Y_t = Z_t K_{t-1}^\alpha N_t^{1-\alpha} \quad (2)$$

1. On utilise ici le féminin générique, en conservant le terme *agent* qui est celui utilisé dans la littérature.

2. L'économie féministe a formulé plusieurs critiques de l'idée selon laquelle les agents optimiseraient toujours leur utilité (leur profit), que je tenterai d'investiguer dans cette thèse mais qu'on laissera de côté pour le moment.

où Z_t est le facteur de productivité total (l'état agrégé de l'économie), K_{t-1} le capital agrégé au temps $t - 1$, N_t le temps total travaillé au temps t , et $\alpha \in [0, 1]$ un facteur exogène. On considère que la productivité marginale du capital est $r_t + \delta$, et celle du travail est w_t , ce qui donne les conditions de premier ordre

$$\begin{aligned} r_t &= \alpha Z_t \left(\frac{K_{t-1}}{N_t} \right)^{\alpha-1} - \delta \\ w_t &= (1 - \alpha) Z_t \left(\frac{K_{t-1}}{N_t} \right)^{\alpha} \end{aligned} \quad (3)$$

qui permettent de relier les trajectoires $\{r_t, w_t\}$ aux trajectoires exogènes $\{Z_t, N_t = \sum \pi(e)en\}$. On suppose qu'avant le temps $t = 0$, les valeurs du salaire w_{ss} et du taux marginal r_{ss} sont constantes et correspondent à un état stationnaire pour N et Z fixés. Il y a alors une unique solution à l'équation (1). Il est classique de montrer que ce type de système d'équations possède une trajectoire d'équilibre déterministe (on parle ici de la trajectoire des valeurs prises par le capital et sa distribution entre les agents), et que cette trajectoire est stable sous une perturbation du paramètre de productivité Z . On peut par exemple remarquer qu'une fois donné le capital initial K_{-1} et la trajectoire exogène de la productivité $\mathbf{Z} = (Z_0, Z_1, \dots)$, on peut déterminer la trajectoire du capital K_t en exprimant les conditions d'équilibre du marché. Le capital total possédé par les agents doit ainsi être égal à celui de l'entreprise produisant le bien sur le marché, et le premier peut s'exprimer par :

$$\mathcal{K}_t(\{r_s, w_s\}_{s \geq 0}) = \sum_e \int_{k_-} k_t^*(e, k_-) D_t(e, dk_-)$$

où $D_t(e, K)$ est la mesure des agents dans l'état e et détenant un capital appartenant à un ensemble K au début de la période t , qui peut récursivement s'exprimer en fonction de $\{r_s, w_s\}_{s \geq 0}$ par l'expression

$$D_{t+1}(e', K) = \sum_e D_t(e, k_t^{*-1}(e, K)) P(e, e'),$$

où $k_t^{*-1}(e, \cdot)$ est la fonction inverse de $k_t^*(e, \cdot)$. L'équilibre du marché s'exprime donc en termes de l'annulation d'une fonction H :

$$H_t(\mathbf{K}, \mathbf{Z}) := \mathcal{K}_t \left(\left\{ \alpha Z_s \left(\frac{K_{s-1}}{\sum \pi(e)en} \right)^{\alpha-1} - \delta, (1 - \alpha) Z_s \left(\frac{K_{s-1}}{\sum \pi(e)en} \right)^{\alpha} \right\}_{s \geq 0} \right) - K_t = 0. \quad (4)$$

Cette fonction permet de ainsi calculer la trajectoire déterministe des variables agrégées de l'économie, et donc l'évolution asymptotique de la distribution de capital parmi les agents. L'intérêt de ce type de modèle est ensuite de quantifier l'effet sur ces variables d'un choc exogène (avancée technologique, nouvelle politique monétaire, incident climatique, etc.) : un tel choc représente une perturbation de la trajectoire déterministe calculée plus haut, la stabilité de cette trajectoire (dont on ne détaillera pas la preuve ici) permet de savoir que le comportement de l'économie s'en rapprochera asymptotiquement, tout l'enjeu consiste alors à quantifier ce phénomène. Puisque les équations ci-dessus ne sont pas linéaires en une variation de \mathbf{Z} , c'est un exercice particulièrement difficile mathématiquement et on détaillera quelques pistes ci-dessous.

Ce modèle de Krussell-Smith est un exemple d'une classe de modèles plus générale, qui peuvent s'écrire en termes de vecteurs d'*inputs* agrégés \mathbf{X}_t , d'*outputs* agrégés \mathbf{Y}_t , de fonction de valuation \mathbf{v}_t et de distribution des agents \mathbf{D}_t pour lesquels il existe des fonctions (exprimées sous la forme de matrices et vecteurs v, Λ et y) telles que :

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_t &= v(v_{t-1}, \mathbf{X}_t), \\ \mathbf{D}_{t+1} &= \Lambda(\mathbf{v}_{t+1}, \mathbf{X}_t)^T \mathbf{D}_t, \\ \mathbf{Y}_t &= y(\mathbf{v}_{t+1}, \mathbf{X}_t)^T \mathbf{D}_t. \end{aligned} \quad (5)$$

On peut montrer que tous les modèles HANK peuvent s'écrire de cette manière, même s'ils sont plus complexe que celui présenté ici [ABRS21]. Une fois la trajectoire déterministe et stable déterminée, on peut de la même manière essayer d'évaluer l'impact d'un choc sur l'économie lorsqu'elle est préalablement dans un état stationnaire, et les méthodes présentées ci-dessous ont vocation à être adaptées à toute cette classe de modèles.

2.2 Choc exogène et méthodes de calcul

Un choc exogène sur une économie modélisée comme ci-dessus est une variation de courte durée imprévisible pour les agents, que l'on modélise souvent comme une variation du facteur de productivité \mathbf{Z} : un choc est alors une variation $d\mathbf{Z} = (dZ_0, dZ_1, \dots)$. Calculer numériquement l'impact d'un tel choc sur un modèle à équilibre général et agents hétérogènes est un problème mathématique qui est aussi rencontré dans les modèles physiques dont la forme est similaire, et qui, dans ses applications à la macroéconomie, a connu une attention récente et soutenue [Rei09, Haa97, ABRS21]. Les enjeux principaux sont que la distribution de richesse entre les agents est un objet de dimension infinie, et que les modèles sont non-linéaires en les chocs. La méthode principale mise en place pour calculer les effets d'un choc exogène appliqué à l'équilibre consiste à agréger la distribution des agents pour obtenir un nombre fini de variables, et à utiliser une méthode dite « de perturbation ». Il s'agit en effet de faire une approximation du premier ordre, ou parfois à des ordres plus élevés, des dynamiques du modèle autour de l'état stationnaire.

Dans l'exemple donné ci-dessus, il est par exemple possible d'approximer linéairement une à une les différentes équations agrégées, pour trouver l'état stationnaire puis calculer numériquement les effets d'un choc. Cette méthode initiée par Reiter [Rei09] fournit un nombre fini d'équations sur l'espace des états, c'est-à-dire qu'il existe une collection d'équations pour chaque période temporelle t ayant pour solution des vecteurs dont chaque coefficient est une variable de l'état de l'économie à la période t (masse des agents possédant un certain capital, capital agrégé, etc). Des travaux plus récents [ABRS21] proposent de travailler directement sur l'espace des trajectoires, à savoir linéariser des équations où les solutions sont des suites correspondant aux trajectoires totales de chaque variable du modèle. Par exemple, dans le modèle Krussel-Smith présenté ci-dessus, la linéarisation d'un choc $d\mathbf{Z} = (dZ_0, dZ_1, \dots)^T$ s'écrit

$$d\mathbf{K} = -\mathbf{H}_{\mathbf{K}}^{-1} \mathbf{H}_{\mathbf{Z}} d\mathbf{Z} \quad (6)$$

avec $\mathbf{H}_{\mathbf{Z}}$ et $\mathbf{H}_{\mathbf{K}}$ les matrices jacobiniennes de H respectivement selon \mathbf{Z} et selon \mathbf{K} .

Auclert et ses collègues [ABRS21] proposent alors un algorithme pour calculer numériquement ces jacobiniennes, dans le cas plus général (5). Sans rentrer dans les détails, cet algorithme s'appuie sur les symétries et spécificités des jacobiniennes issues de modèles à agents hétérogènes pour diminuer fortement le temps de calcul. Cette piste sera la première que je prévois d'investiguer durant ma thèse, sous la supervision de l'équipe Dynare : je commencerai par coder l'algorithme proposé dans [ABRS21] en MATLAB pour pouvoir l'intégrer au logiciel Dynare, car il n'est pas détaillé, ce qui rend leurs résultats non-réplicables pour le moment. Dans un second temps, je me propose d'essayer d'améliorer cet algorithme de calcul, en distinguant plusieurs catégories de modèles à agents hétérogènes parmi la classe plus large étudiée, ce qui permettrait d'exploiter davantage de symétries des jacobiniennes, dans le but d'obtenir un code permettant un calcul numérique plus rapide.

J'envisage ensuite de travailler sur le développement de méthodes d'approximation à des ordres plus élevés qui ont été développées pour les modèles DSGE à agent représentatif ([SGU04] par exemple) mais qui ne sont pour l'instant pas mises en oeuvre dans le cas des modèles à agents hétérogènes. Si les modèles sont similaires, les agents hétérogènes augmentent comme on l'a vu la dimension de l'espace des états de manière considérable, et les méthodes d'approximation au second ordre développées pour les modèles DSGE à agent représentatif requièrent donc des adaptations importantes. Certains travaux ont tenté d'adapter cette méthode en approximant à l'ordre supérieur une à une les équations du modèle, en fournissant des formules récursives (en fonction du temps) permettant de calculer les coefficients uns à uns [BBEG]. Le travail de ma thèse pourra consister à développer des méthodes sur l'espace des trajectoires plutôt que sur celui des états, de manière similaire aux méthodes d'ordre 1 présentées ci-dessus mais cette fois à l'ordre supérieur. De telles méthodes permettraient potentiellement de diminuer drastiquement le temps de calcul par rapport à celles déjà existantes tout en améliorant la précision des résultats numériques.

Enfin, j'envisage la généralisation de ces méthodes à des hétérogénéités des agents plus larges que simplement le capital possédé et l'état économique dans lequel elles se trouvent, pour mieux coller aux propositions faites par l'économie féministe. Je propose par exemple d'ajouter des variables continues (comme la quantité de travail domestique non-payé effectué), voire une hétérogénéité dans les fonctions d'utilité u (qui permettraient d'éviter certains biais masculins d'indépendance totale des agents, en prenant en compte le fait que les femmes ont souvent des enfants à charge, dont les besoins doivent également être pris en compte lors de leur choix de consommation). Ceci requiert de faire des changements importants dans les calculs présentés plus hauts, et je me propose donc d'écrire

un algorithme généralisant celui de [ABRS21] pour mettre les modèles sous la forme (5), afin de lui appliquer les méthodes de perturbation précédemment implémentées. Je pourrai notamment utiliser les résultats de l'enquête sociologique pour choisir les changements à intégrer au modèle pour le rendre moins masculin, ce qui offrira aux utilisateur-ices une plus grande liberté de modélisation de l'économie et une possible réduction des biais identifiés.

Conclusion

Ce document donne ainsi à voir les articulations possibles entre mathématiques et sciences sociales pour répondre à une même problématique, à savoir celle des biais de genre dans la modélisation macroéconomique et dans les prévisions qui en découlent. Les deux approches disciplinaires se nourrissent l'une de l'autre. L'enquête ethnographique n'est rendue possible que parce que mes compétences mathématiques me permettent d'accéder mais surtout de comprendre mon terrain : je peux alors ne pas me contenter d'analyser des normes sociales « de l'extérieur » mais au contraire, comprendre en profondeur les productions scientifiques des milieux étudiés, leurs enjeux et les normes plus subtiles qui les régissent dans la tradition des STS. Le travail mathématique de résolution numérique de modèles s'appuie quant à lui au préalable sur une connaissance sociologique des enjeux portés par chaque modèle et ces connaissances appuient les choix mathématiques qui sont faits, notamment dans les directions choisies pour diversifier la classe de modèles résolus par Dynare. Les conclusions de l'enquête sociologique ont ainsi vocation à alimenter et guider le travail mathématique de conception et de résolution de modèle, pour que ce dernier puisse se concentrer sur les biais masculins les plus importants et proposer des outils alternatifs de modélisation complets (modèle, méthode de résolution et implémentation dans un logiciel). Une telle approche bi-disciplinaire permet de répondre à la problématique par des éléments de compréhension du contexte social et de ses mécanismes, avant d'agir directement sur les instruments de prévision pour les faire évoluer.

Références

- [ABRS21] Adrien Auclert, Bence Bardóczy, Matthew Rognlie, and Ludwig Straub. Using the Sequence-Space Jacobian to Solve and Estimate Heterogeneous-Agent Models. *Econometrica*, 89(5) :2375–2408, 2021.
- [Akr90] Madeleine Akrich. De la sociologie des techniques à une sociologie des usages. In *Techniques et culture*, page 83, 1990.
- [Akr10] Madeleine Akrich. Comment décrire les objets techniques? *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, (54-55) :205–219, June 2010.
- [Alc22] Gabriel Alcaras. *Des logiciels libres au contrôle du code : l'industrialisation de l'écriture informatique*. These de doctorat, Paris, EHESS, November 2022.
- [Ang11] Thomas Angeletti. Faire la réalité ou s'y faire? La modélisation et les déplacements de la politique économique au tournant des années 1970. *Politix*, 95(3) :47–72, 2011.
- [Ang23] Thomas Angeletti. *L'invention de l'économie française*. Les Presses de Sciences Po, Paris, June 2023.
- [BB18] Jens Beckert and Richard Bronk, editors. *Uncertain Futures : Imaginaries, Narratives, and Calculation in the Economy*. Oxford University Press, Oxford New York, NY, August 2018.
- [BBEG] Anmol Bhandari, Thomas Bourany, David Evans, and Mikhail Golosov. A Perturbational Approach for Approximating Heterogeneous Agent Models.
- [BC16] Roger Backhouse and Beatrice Cherrier. 'It's Computerization, Stupid!' The Spread of Computers and the Changing Roles of Theoretical and Applied Economics, October 2016.
- [BC19] Roger E. Backhouse and Béatrice Cherrier. Paul Samuelson, gender bias and discrimination. *The European Journal of the History of Economic Thought*, 26(5) :1053–1080, September 2019.
- [BCZDS23] Marcel Boumans, Cléo Chassonnery-Zaïgouche, Pierrick Dechaux, and Francesco Sergi. The Computerization of Economics : Three Lessons for Economics. *Æconomia. History, Methodology, Philosophy*, (13-3) :637–655, September 2023.

- [Ber97] Boel Berner. L'ingénieur ou le génie du mâle : masculinité et enseignement technique au tournant du XXe siècle. *Les Cahiers du Genre*, 19(1) :7–25, 1997.
- [BJ18] Laure Bereni and Alban Jacquemart. Diriger comme un homme moderne. Les élites masculines de l'administration française face à la norme d'égalité des sexes. *Actes de la recherche en sciences sociales*, 223(3) :72–87, 2018.
- [BR16] Amanda Bayer and Cecilia Elena Rouse. Diversity in the Economics Profession : A New Attack on an Old Problem. *Journal of Economic Perspectives*, 30(4) :221–242, November 2016.
- [BRVW17] Linda Babcock, Maria P. Recalde, Lise Vesterlund, and Laurie Weingart. Gender Differences in Accepting and Receiving Requests for Tasks with Low Promotability. *American Economic Review*, 107(3) :714–747, March 2017.
- [Con05] Raewyn Connell. *Masculinities*. Polity Press, Cambridge, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, 2005.
- [CSS23] Beatrice Cherrier, Aurélien Saïdi, and Francesco Sergi. 'Write Your Model Almost as You Would on Paper and Dynare Will Take Care of the Rest!', August 2023.
- [Dec17] Pierrick Dechaux. *L'économie face aux enquêtes psychologiques 1944 -1960 : unité de la science économique, diversité des pratiques*. These de doctorat, Paris 1, December 2017.
- [Des10] Alain Desrosières. *La politique des grands nombres : Histoire de la raison statistique*. La Découverte, Paris, August 2010.
- [Des13] Alain Desrosières. *Gouverner par les nombres : L'argument statistique II*. Sciences sociales. Presses des Mines, Paris, April 2013.
- [Did09] Emmanuel Didier. *En quoi consiste l'Amérique ?* La Découverte, Paris, April 2009.
- [Did12] Emmanuel Didier. La consistance du futur. La prévision statistique aux États-Unis et la Grande Dépression. *Raisons politiques*, 48(4) :65–83, 2012.
- [Did20] Emmanuel Didier. Chapter 10. Do Statistics “Perform” the Economy? In *Chapter 10. Do Statistics “Perform” the Economy ?*, pages 276–310. Princeton University Press, June 2020.
- [Did21] Emmanuel Didier. Postface : La statistique, n. fem. In *Quantifier l'égalité au travail. Outils politiques et enjeux scientifiques*. Presses Universitaires de Rennes, April 2021.
- [DSMN+21] Pascaline Dupas, Alicia Sasser Modestino, Muriel Niederle, Justin Wolfers, and The Seminar Dynamics Collective. Gender and the Dynamics of Economics Seminars, February 2021.
- [Ens10] Nathan Ensmenger. Making Programming Masculine. In Thomas J. Misa, editor, *Gender Codes*, pages 115–141. Wiley, 1 edition, July 2010.
- [Ens15] Nathan Ensmenger. “Beards, Sandals, and Other Signs of Rugged Individualism” : Masculine Culture within the Computing Professions. *Osiris*, 30(1) :38–65, 2015.
- [Fav15] Elsa Favier. « Pourquoi une présence au bureau de quinze heures par jour ? » Rapports au temps et genre dans la haute fonction publique. *Revue française d'administration publique*, 153(1) :75–90, 2015. Place : Strasbourg Publisher : Institut national du service public.
- [Fav20] Elsa Favier. *Énarques et femmes : le genre dans la haute fonction publique*. These de doctorat, Paris, EHESS, November 2020.
- [FOA15] Marion Fourcade, Etienne Ollion, and Yann Algan. The Superiority of Economists. *Journal of Economic Perspectives*, 29(1) :89–114, February 2015.
- [Fon13] Marzia Fontana. Gender In Economy-Wide Modelling : Looking back, looking forward. In *New Frontiers in Feminist Political Economy*. Routledge, 2013.
- [GO93] Eileen Green and And Others. *Gendered by Design ? Information Technology and Office Systems. Gender and Society : Feminist Perspectives on the Past and Present Series*. Taylor and Francis, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007., 1993.
- [GSC+24] Aurélien Goutsmedt, Francesco Sergi, Béatrice Cherrier, Juan Acosta, Clément Fontan, and François Claveau. To change or not to change. The evolution of forecasting models at the Bank of England. *Journal of Economic Methodology*, 0(0) :1–21, 2024.

- [Haa97] Wouter J. Den Haan. SOLVING DYNAMIC MODELS WITH AGGREGATE SHOCKS AND HETEROGENEOUS AGENTS. *Macroeconomic Dynamics*, 1(2) :355–386, June 1997. Publisher : Cambridge University Press.
- [Hen22] Erin Hengel. Publishing While Female : are Women Held to Higher Standards? Evidence from Peer Review. *The Economic Journal*, 132(648) :2951–2991, November 2022.
- [Jac20] Joyce P. Jacobsen. Feminist macroeconomics and economic growth. In *Advanced Introduction to Feminist Economics*, pages 103–110. Edward Elgar Publishing Ltd, Cheltenham, UK Northampton, MA, USA, September 2020.
- [JCD+22] Alban Jacquemart, Marion Charpenel, Marion Demonteil, Reguina Hatzipetrou-Andronikou, and Catherine Marry. Chapitre III. La fabrique genrée des dirigeant·es. In *Le genre des carrières*, Questions de culture, pages 83–118. Ministère de la Culture - DEPS, Paris, 2022.
- [JLMP16] Alban Jacquemart, Fanny Le Mancq, and Sophie Pochic. Femmes hautes fonctionnaires en France. L’avènement d’une égalité élitiste. *Travail, genre et sociétés*, 35(1) :27–45, 2016.
- [Kel95] Evelyn Fox Keller. *Refiguring life : metaphors of twentieth-century biology*. Wellesley library lectures. Columbia University Press, New York Chichester, 1995.
- [Kim23] Marlene Kim. The Problem of Gender in Economics. *Review of Radical Political Economics*, 55(4) :639–650, December 2023.
- [KR94] Elin Kvande and Bente Rasmussen. Men in male-dominated organizations and their encounter with women intruders. *Scandinavian Journal of Management*, 10(2) :163–173, June 1994.
- [KS98] Per Krusell and Jr. Smith, Anthony A. Income and Wealth Heterogeneity in the Macroeconomy. *Journal of Political Economy*, 106(5) :867–896, 1998.
- [Ler03] Nina Lerman. *Gender and Technology : A Reader*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, October 2003.
- [Lie24] Laurine Lievreumont. Les outils informatiques de la quantification économique, enquête sur le logiciel de modélisation dynare. Master’s thesis, Master HSTS, EHESS, 2024.
- [Mar91] Emily Martin. The Egg and the Sperm : How Science Has Constructed a Romance Based on Stereotypical Male- Female Roles. *Signs*, 16(3) :485–501, 1991.
- [MC13] Fabian Muniesa and Michel Callon. 8. La performativité des sciences économiques. In *Traité de sociologie économique*, Quadrige, pages 281–316. Presses Universitaires de France, Paris cedex 14, 2013.
- [McC09] B. D. McCullough. The Accuracy of Econometric Software. In *Handbook of Computational Econometrics*, pages 55–79. John Wiley & Sons, Ltd, 2009.
- [Mir89] Philip Mirowski. *More Heat than Light : Economics as Social Physics, Physics as Nature’s Economics*. Historical Perspectives on Modern Economics. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- [Mit02] Timothy Mitchell. *Rule of Experts : Egypt, Techno-Politics, Modernity*. University of California Press, November 2002.
- [MMS07] Donald MacKenzie, Fabian Muniesa, and Lucia Siu, editors. *Do Economists Make Markets? : On the Performativity of Economics*. Princeton University Press, 2007.
- [Naf12] Dawn Nafus. ‘Patches don’t have gender’ : What is not open in open source software. *New Media & Society*, 14(4) :669–683, June 2012.
- [Nel92] Julie A. Nelson. Gender, Metaphor, and the Definition of Economics. *Economics and Philosophy*, 8(1) :103–125, April 1992.
- [Nel95] Julie A. Nelson. Feminism and Economics. *Journal of Economic Perspectives*, 9(2) :131–148, June 1995.
- [OP03] Nelly Oudshoorn and Trevor Pinch, editors. *How Users Matter : The Co-Construction of Users and Technology*. The MIT Press, October 2003.

- [ORS04] Nelly Oudshoorn, Els Rommes, and Marcelle Stienstra. Configuring the User as Everybody : Gender and Design Cultures in Information and Communication Technologies. *Science, Technology, & Human Values*, 29(1) :30–63, January 2004.
- [PF17] Erich Pinzón-Fuchs. Economics as a 'Tooled' Discipline : Lawrence R. Klein and the Making of Macroeconometric Modeling, 1939-1959, May 2017.
- [Rei09] Michael Reiter. Solving heterogeneous-agent models by projection and perturbation. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 33(3) :649–665, March 2009.
- [Ren04] Charles G. Renfro. Econometric software : The first fifty years in perspective. *Journal of Economic and Social Measurement*, 29(1-3) :9–107, July 2004.
- [Ren11] Charles G. Renfro. Econometrics and the Computer : Love or a Marriage of Convenience? *History of Political Economy*, 43(suppl_1) :86–105, December 2011.
- [Ser17] Francesco Sergi. *De la révolution lucasienne aux modèles DSGE : réflexions sur les développements récents de la modélisation macroéconomique*. These de doctorat, Paris 1, March 2017.
- [SGU04] Stephanie Schmitt-Grohe and Martiin Uribe. Solving dynamic general equilibrium models using a second-order approximation to the policy function. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 28(4) :755–775, January 2004.
- [Waj91] Judy Wajcman. *Feminism Confronts Technology*. Polity Press, Cambridge, UK, August 1991.
- [Wu20] Alice H. Wu. Gender Bias among Professionals : An Identity-Based Interpretation. *The Review of Economics and Statistics*, 102(5) :867–880, December 2020.
- [YB06] Yuval Yonay and Daniel Breslau. Marketing Models : The Culture of Mathematical Economics. *Sociological Forum*, 21(3) :345–386, December 2006.