

L'EFFET DU COÛT DES ÉTUDES SUPÉRIEURES SUR LES CHOIX DE FILIÈRES STRATÉGIQUES, SCIENTIFIQUES ET MATHÉMATIQUES AU QUÉBEC ET AU CANADA

CHRISTIAN BELZIL
JORGEN HANSEN
JULIE PERNAUDET



Les rapports de projet sont destinés plus spécifiquement aux partenaires et à un public informé. Ils ne sont ni écrits à des fins de publication dans des revues scientifiques ni destinés à un public spécialisé, mais constituent un médium d'échange entre le monde de la recherche et le monde de la pratique.

Project Reports are specifically targeted to our partners and an informed readership. They are not destined for publication in academic journals nor aimed at a specialized readership, but are rather conceived as a medium of exchange between the research and practice worlds.

Le CIRANO est un organisme sans but lucratif constitué en vertu de la Loi des compagnies du Québec. Le financement de son infrastructure et de ses activités de recherche provient des cotisations de ses organisations-membres, d'une subvention d'infrastructure du gouvernement du Québec, de même que des subventions et mandats obtenus par ses équipes de recherche.

CIRANO is a private non-profit organization incorporated under the Quebec Companies Act. Its infrastructure and research activities are funded through fees paid by member organizations, an infrastructure grant from the government of Quebec, and grants and research mandates obtained by its research teams.

Les partenaires du CIRANO – CIRANO Partners

Partenaires Corporatifs - Corporate Partners

Autorité des marchés financiers
Banque de développement du
Canada
Banque du Canada
Banque Nationale du Canada
Bell Canada
BMO Groupe financier
Caisse de dépôt et placement du
Québec
Énergir
Hydro-Québec
Intact Corporation Financière
Investissements PSP
Manuvie
Mouvement Desjardins
Power Corporation du Canada
VIA Rail Canada

Partenaires gouvernementaux - Governmental partners

Ministère des Finances du Québec
Ministère de l'Économie, de
l'Innovation et de l'Énergie
Innovation, Sciences et
Développement Économique
Canada
Ville de Montréal

Partenaires universitaires - University Partners

École de technologie supérieure
École nationale d'administration
publique
de Montréal
HEC Montreal
Institut national de la recherche
scientifique
Polytechnique Montréal
Université Concordia
Université de Montréal
Université de Sherbrooke
Université du Québec
Université du Québec à Montréal
Université Laval
Université McGill

Le CIRANO collabore avec de nombreux centres et chaires de recherche universitaires dont on peut consulter la liste sur son site web.
CIRANO collaborates with many centers and university research chairs; list available on its website.

© Janvier 2025. Christian Belzil, Jorgen Hansen, Julie Pernaudet. Tous droits réservés. *All rights reserved.* Reproduction partielle permise avec citation du document source, incluant la notice ©. *Short sections may be quoted without explicit permission, if full credit, including © notice, is given to the source.*

Les idées et les opinions émises dans cette publication sont sous l'unique responsabilité des auteurs et ne représentent pas les positions du CIRANO ou de ses partenaires. *The observations and viewpoints expressed in this publication are the sole responsibility of the authors; they do not represent the positions of CIRANO or its partners.*

ISSN 1499-8629 (version en ligne)

L'effet du coût des études supérieures sur les choix de filières stratégiques, scientifiques et mathématiques au Québec et au Canada

Christian Belzil^{}, Jorgen Hansen[†], Julie Pernaudet[‡]*

Résumé/Abstract

Une politique favorisant de faibles frais de scolarité a-t-elle un effet sur la fréquentation des filières scientifiques et quantitatives ? Nous estimons l'effet causal d'une variation des coûts des études supérieures et séparons les effets de composition, mesurés par les différences de compétences entre les étudiants attirés par l'université à cause de la baisse des coûts, des effets structurels (ou comportementaux) mesurés par les changements de filière universitaire induits par cette même baisse. Nos résultats indiquent que toute expansion du système universitaire induite par de nouveaux étudiants attirés par une réduction des coûts, contribuerait à changer la répartition des filières choisies et en particulier à diminuer la proportion d'étudiants STIM, mais réduirait aussi la propension des étudiants déjà inscrits à choisir la filière STIM.

Do policies favouring low tuition fees have an effect on enrolment in scientific and quantitative fields of study? We estimate the causal effect of a change in the cost of higher education and separate the compositional effects, measured by the differences in skills between students attracted to university because of the lower costs, from the structural (or behavioural) effects measured by the changes in university stream induced by this same reduction. Our results indicate that any expansion of the university system induced by new students attracted by a reduction in costs would contribute to changing the distribution of the fields of study chosen and in particular to reducing the proportion of STEM students, but would also reduce the propensity of students already enrolled to choose the STEM field.

Mots-clés/Keywords : Choix de Filières, Aide Financière, Etudes Scientifiques, STIM / Choice of courses, Financial aid, Scientific studies, STEM

Pour citer ce document / To quote this document

Belzil, C., Hansen, J., & Pernaudet, J. (2025). L'effet du coût des études supérieures sur les choix de filières stratégiques, scientifiques et mathématiques au Québec et au Canada (2025RP-05, Rapports de projets, CIRANO.) <https://doi.org/10.54932/GOTH7434>

^{*} CREST-Institut Polytechnique de Paris, IZA et CIRANO

[†] Université Concordia, IZA et CIRANO

[‡] Université de Chicago

Sommaire Exécutif

Le travail ayant mené à ce rapport avait pour but général de répondre à la question suivante : une politique favorisant de faibles frais de scolarité a-t-elle un effet sur la fréquentation des filières scientifiques et quantitatives ?

Pour ce faire, nous utilisons une combinaison de données individuelles uniques dans la littérature sur l'évaluation des politiques publiques puisque nous utilisons à la fois l'expérience de terrain « Volonté d'Emprunter » (Willingness to Borrow) qui a eu lieu durant la période allant de l'automne 2008 au printemps 2009 dans diverses écoles secondaires et Cégeps au Canada (Québec, Ontario, Manitoba et Saskatchewan) ainsi qu'une enquête de suivi administrée à un sous-ensemble des participants à l'expérience entre 2019 et 2021.

À l'aide d'un modèle structurel, il nous est possible d'estimer l'effet causal d'une variation des coûts, elle-même générée par le paiement de bourses d'études sur une base aléatoire. Notre modèle nous permet de séparer les effets de composition, mesurés par les différences de compétences entre les étudiants attirés par l'université à cause de la baisse des coûts, des effets structurels (ou comportementaux) mesurés par les changements de filière universitaire induits par cette même baisse.

Nos résultats indiquent que le paiement de bourses de 2000 \$ augmente la fréquentation universitaire d'environ 2 %. Ils indiquent aussi que les étudiants attirés vers les études universitaires par une réduction des coûts tendent à avoir des niveaux d'habiletés cognitives (spécialement quantitatives) en dessous de la population inscrite à l'université sous le statu quo et à favoriser des filières autres que les sujets STIM.

Cela veut essentiellement dire, en d'autres termes, que toute expansion du système universitaire induite par de nouveaux étudiants attirés par une réduction des coûts, contribuerait à changer la répartition des filières choisies et en particulier, à diminuer la proportion d'étudiants STIM.

Cependant, cette relativement faible élasticité de la fréquentation universitaire par rapport aux bourses cache un autre élément beaucoup plus déterminant et pratiquement jamais étudié par les économistes : la forte sensibilité des choix de filières à une diminution des coûts de l'éducation supérieure pour environ les deux tiers de notre population. Cela est tout particulièrement vrai pour la filière STIM. Pour chaque millier de dollars, la probabilité moyenne d'obtenir un diplôme STIM est réduite de 0,14, alors que la filière commerce est celle qui augmente le plus avec un effet mesuré de 0,08, suivi par les filières Sciences Sociales, Humanités et

Education.

Dans la mesure où les filières STIM sont celles qui requièrent le plus d'effort académique, ce résultat indique que l'effort académique fourni par l'étudiant se réduit lorsque l'état prend en charge une part plus large du coût économique des études. Cet impact, qui constitue un effet inattendu et non désiré d'une politique préconisant de faibles coûts de l'éducation supérieure, touche l'ensemble de la population et se superpose à l'effet de composition.

Finalement, en comparant l'effet des bourses à ceux des mesures de compétences cognitives et non cognitives, nos estimés indiquent que l'effet négatif de 1000 \$ de bourse sur l'inscription en STIM est compensé par un effet positif équivalent d'un écart-type de la mesure de compétence en math et un peu plus d'un écart-type du facteur mesurant la motivation. Cependant, il est intéressant de noter que le score obtenu au test international EIIA (Enquête Internationale sur l'Alphabétisation et la Compétences des Adultes), reconnu pour mesurer essentiellement les mêmes compétences que le test PISA, n'a aucune valeur prédictive sur la fréquentation des filières STIM. Ce résultat est particulièrement intéressant à la lumière de l'intérêt suscité par les résultats de l'enquête PISA dans les médias et dans la sphère publique.

Finalement, l'ensemble de nos résultats indiquant que l'effet négatif de l'aide financière agit sur les choix de filières un peu comme un effet revenu classique réduisant l'effort de travail ou l'effort de recherche d'emploi, il faut donc concevoir des politiques qui vont perturber le coût et/ou le rendement relatif de la filière STIM par rapport aux autres de façon à créer un effet de substitution favorable.

Il serait donc très difficile de stimuler une augmentation de la fréquentation de ces filières scientifiques sans une intervention ciblée (fiscale ou autre) des pouvoirs publics.

1- Introduction et Préambule

Depuis plusieurs années, il est commun d’entendre les représentants de différents organismes nationaux ainsi que des institutions internationales tels que l’OCDE exprimer le besoin d’augmenter la fréquentation des filières stratégiques et scientifiques au niveau universitaire. Cette assertion est généralement motivée par l’importance grandissante de l’utilisation du numérique dans les activités quotidiennes des sociétés modernes et par le rôle clé que l’intelligence artificielle est susceptible de jouer dans un futur rapproché.

Au Québec, on retrouve aussi cet intérêt grandissant pour la formation dans des filières stratégiques, scientifiques et quantitatives dans des initiatives gouvernementales telles que « BOURSE PERSPECTIVE QUÉBEC ¹ » et « OPÉRATION MAIN-D’ŒUVRE : MESURES CIBLÉES POUR DES SECTEURS PRIORITAIRES² ».

En parallèle, les mêmes organismes sont susceptibles de prioriser des politiques éducatives ayant pour but de garder les coûts de l’éducation supérieure à un niveau le plus bas possible. Par exemple, de nombreux états financent directement les universités en s’assurant que les frais de scolarité demeurent à un niveau le plus bas possible. Ces investissements affectent non seulement le coût direct des études supérieures, mais peuvent aussi affecter les besoins de financement pendant les études.

Si c’est le cas, l’implémentation de politiques fixant les frais de scolarité à un faible niveau peut aussi affecter les filières choisies puisque ces dernières peuvent aussi dépendre du financement des études. On peut effectivement penser qu’un individu qui doit emprunter pour maintenir sa consommation pendant les études cherche à choisir une filière lui permettant de rembourser sa dette. En même temps, il est logique de se demander si une politique de quasi-gratuité des études peut affecter le niveau d’effort académique fourni par l’individu. Dans d’autres contextes, il est reconnu que la générosité de divers pans de la sécurité sociale a un effet désincitatif sur les comportements individuels.

Par exemple, de nombreuses recherches ont démontré que la générosité du système d’assurance chômage réduit la recherche d’emploi et augmente la durée moyenne des périodes de chômage. De même, il est généralement reconnu que les prestations

¹ <https://www.quebec.ca/education/aide-financiere-aux-etudes/bourses-perspective/programmes-admissibles>

² https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/emploi-solidarite-sociale/documents/RA_operation_mainoeuvre.pdf

d'aide sociale tendent à réduire l'offre de travail, tout particulièrement chez les moins qualifiés. Dans le contexte de l'aide financière aux études, une variation du niveau d'effort investi dans les études peut se traduire par un changement de filière puisque de nombreuses études ont démontré que le temps investi dans le travail académique varie énormément entre différentes filières et en particulier que certaines filières requièrent plus d'effort (tout particulièrement les filières STIM) que d'autres.

Ces observations suggèrent la possibilité qu'une politique favorisant de faibles frais de scolarité pourrait avoir un effet sur la fréquentation des filières scientifiques et quantitatives. Il est donc naturel de se poser la question suivante : lorsque l'état paye une proportion majeure du coût économique des études supérieures, cela affecte-t-il la distribution des filières choisies ?

Le travail ayant mené à ce rapport avait pour but général de répondre à cette question ainsi qu'à diverses sous-questions suggérées implicitement par la nature de la problématique envisagée dans ce travail.

Pour ce faire, nous utilisons une combinaison de données individuelles uniques dans la littérature sur l'évaluation des politiques publiques puisque nous utilisons à la fois l'expérience de terrain « Volonté d'Emprunter » (Willingness to Borrow) qui a eu lieu durant la période allant de l'automne 2008 au printemps 2009 dans diverses écoles secondaires et Cégeps au Canada (Québec, Ontario, Manitoba et Saskatchewan) ainsi qu'une enquête de suivi administrée à un sous-ensemble des participants à l'expérience entre 2019 et 2021.

À partir de la méthodologie détaillée ci-dessous, il nous a été possible d'utiliser le processus de « randomisation » de bourses d'études utilisé dans l'expérience initiale afin d'estimer l'impact causal d'une variation induite du coût des études supérieures sur la distribution des choix de filières.

Bien qu'il n'existe pas à notre connaissance d'expérience ayant manipulé les frais de scolarité des individus, dans l'expérience utilisée dans cette recherche, des bourses d'études ont été distribuées aléatoirement contribuant ainsi à réduire le coût des études supérieures pour certains individus.

L'objectif global de ce projet, que nous allons préciser dans la prochaine section, est donc d'utiliser cette variation exogène du coût des études supérieures afin de quantifier dans quelle mesure une variation de ces coûts peut affecter les choix de filières universitaires stratégiques et scientifiques (STIM).

Avant de préciser ces objectifs, et pour bien comprendre l'effet de la générosité du système éducatif sur les filières, il faut faire la différence entre les étudiants qui fréquenteraient les études supérieures sous le statu quo et ceux qui le feraient à cause de l'expansion du niveau de générosité.

2 Objectifs et Questions de Recherche

Nos objectifs précis sont illustrés dans les questions énoncées ci-dessous. Les deux premières ont pour but d'évaluer l'importance des « effets de composition ». Pour ce faire, nous apporterons des réponses aux deux questions suivantes dans la Section 6 :

- Comment un changement dans le coût des études supérieures affecterait-il la composition de la population étudiante ?
- Que peut-on dire des compétences quantitatives des étudiants induits à choisir d'autres filières à cause d'une augmentation de la générosité et de ceux qui au contraire, s'inscrivent dans une filière STIM précisément à cause de l'aide financière supplémentaire ?

Les deux questions précédentes ne concernant pas le changement de comportement d'un individu faisant face à une variation (diminution) du coût des études, nous répondons aussi à la question suivante :

- Dans quelle mesure un changement du coût des études supérieures induit-il les jeunes étudiants à modifier leur filière d'étude, toutes choses étant égales par ailleurs ?

Cette dernière occupera entièrement la Section 7 de notre rapport.

Afin de comparer l'effet de l'aide financière à celui des caractéristiques individuelles mesurées dans l'enquête précédant l'expérience de terrain, nous répondons aussi aux questions suivantes dans la Section 8 :

- Comment l'effet de l'aide financière se compare-t-il à celui des différences individuelles au niveau du score EIACA, des autres mesures de compétences (mathématique, verbale) et de la motivation ?
- À compétences égales, comment les Québécois et les Ontariens se comparent-ils en termes de probabilité de succès dans les filières STIM ?
- À compétences égales, comment les garçons et les filles se comparent-ils en termes de probabilité de succès dans les filières STIM ?

Finalement, l'objectif ultime de notre recherche est de dégager des pistes utiles à l'élaboration de politiques publiques qui puissent à la fois combler le désir d'offrir des programmes d'éducation supérieure à un moindre coût, mais aussi induire le plus

grand nombre d'étudiants à choisir la filière scientifique. Cela fera l'objet de la conclusion.

3 Une Revue de la Littérature économique sur l'aide financière et les choix de filières d'étude

Notre recherche se situe à l'intersection des domaines de recherche suivants : le design optimal des programmes de prêts étudiants, l'évaluation économétrique des effets de ces mêmes programmes et la modélisation des choix de filières.

3.1 Le Design de l'aide financière

Dans la littérature économique récente dont le sujet est le design optimal des programmes de soutien financier aux études supérieures, la problématique envisagée est généralement centrée sur le niveau de prêt optimal et sur l'impact de la dette étudiante. Le coût direct des études (frais de scolarité ou autres) joue usuellement un rôle secondaire et de plus, la décision analysée est toujours purement quantitative et est donc représentée par une simple décision binaire entre participation et non-participation aux études supérieures.

Dans leur contribution, Chatterjee et Ionescu (2012) s'intéressent au design optimal qui réduit le risque d'échec (non-diplomation) ou qui en minimise les conséquences pour l'étudiant potentiel. Dans un cadre dynamique, les auteurs démontrent qu'en absence d'aléa moral (c'est-à-dire en faisant l'hypothèse que tout agent apporte un niveau d'effort maximal aux études et sur le marché du travail), une politique d'effacement de la dette étudiante en cas d'échec pourrait être optimale. Cependant, les auteurs reconnaissent qu'une telle politique risquerait d'être difficile à implémenter dans le cas où il serait impossible de distinguer statistiquement un échec scolaire d'un abandon volontaire. En d'autres termes, les auteurs concluent que la présence d'aléa moral viendrait fort probablement invalider leur conclusion.

Dans un papier un peu plus récent, Hanushek, Leung et Yilmaz (2014) analysent divers types de soutien financier dans un contexte d'équité et d'efficacité. Ils démontrent que dans leur cadre théorique, les politiques basées sur l'excellence (*merit-based* dans la terminologie anglo-saxonne) performant moins bien que celles basées sur les besoins (*need-based*) principalement à cause de la forte corrélation (positive) entre revenu des parents et compétences cognitives.

Les auteurs prétendent aussi que des politiques de remboursements échelonnés comme le « Pay as you Earn » aux États-Unis, qui seraient appliquées dans un

contexte d'équilibre budgétaire, pourraient avoir des effets pervers en subventionnant les étudiants ayant des faibles revenus sur le marché du travail, mais bénéficiant de hauts transferts familiaux au détriment de ceux qui proviennent de milieux plus défavorisés, mais générant de hauts revenus après leurs études.

Dans un contexte théorique quelque peu différent, et dans lequel le problème d'aléa moral joue un rôle central, Gary-Bobo et Trannoy (2015) concluent aussi que tout système permettant un remboursement de dette échelonné ou admettant un effacement de cette même dette peut être relativement inefficace. Cela s'explique simplement par le niveau endogène d'effort fourni à la fois pendant les études et sur le marché du travail.

De façon générale, il est relativement clair que l'ensemble des travaux de ces divers auteurs impliquent que le système actuel de prêts et bourses basé sur les besoins individuels (tel qu'il existe aux É.-U., au Canada, et au Royaume-Uni) reste le système le plus adéquat pour réduire les contraintes de liquidité sans induire trop d'inefficacités.

3.2 Évaluation économétrique des programmes d'aide financière

Un des domaines de recherche les plus actifs dans le domaine de l'évaluation des politiques publiques est celui traitant de l'impact des programmes d'aide financière. Tout comme la littérature théorique, celle-ci se concentre souvent sur l'effet d'un changement de politique modifiant l'accès aux prêts étudiants (montant maximal, conditions d'accès...) et beaucoup moins sur des variations de coût.

Comme cela est illustré clairement dans l'article récent de Dynarski, Page et Scott-Clayton (2022), le nombre d'études évaluant les effets de l'aide financière a littéralement explosé dans un passé récent. Cette littérature est cependant très difficile à synthétiser de façon succincte puisque chaque exercice d'évaluation se concentre sur un programme spécifique offrant un type d'aide particulier (prêt, bourse, ou une combinaison des deux) et ayant potentiellement ses propres conditions d'admissibilité basées sur des aspects précis (besoins financiers, performances académiques, excellence...).

Par exemple, certains ont étudié l'impact des « Pell Grants » (qui constituent le programme d'aide fédérale le plus important aux États-Unis) sur les choix éducatifs. D'autres ont étudié certains systèmes mis en place par quelques grands états américains (Californie, Texas, Floride). Cependant, les variations du niveau de soutien identifiable dans beaucoup de bases de données sont souvent trop faibles pour permettre d'obtenir un niveau de significativité suffisante des paramètres mesurant

son impact.

De plus, non seulement, les effets trouvés sont généralement modestes, mais aussi l'utilisation de modèle du type « Regression Discontinuity Design » implique par définition que les paramètres estimés ne s'appliquent qu'à une sous-population bien spécifique et sont donc difficilement extrapolables. En d'autres termes, la validité externe de ces estimés est fortement questionnable.

Or, et mis à part les données utilisées dans notre étude, il n'existe à proprement parler que très peu d'expériences randomisées visant une population représentative d'individus et qui soient implémentées avant que la décision d'opter ou non pour des études post-secondaires soit exercée.

Les données expérimentales générées dans le cadre des programmes d'aide de la Fondation Susan Thompson Buffet, qui financent depuis plusieurs décennies les étudiants provenant du Nebraska, sont celles qui s'apparentent le plus aux nôtres. Angrist, Autor et Pallais (2022) les utilisent afin d'estimer l'impact des bourses offertes sur la propension à obtenir un diplôme universitaire (4-year college degree dans la terminologie américaine). Bien que les auteurs présentent des résultats indiquant un effet positif sur le taux de diplomation, l'impact se retrouve essentiellement sur le nombre de crédits obtenus en première année. Cependant, contrairement au protocole utilisé dans l'expérience que nous utilisons, les bourses offertes par la Fondation Susan Thompson Buffet ne ciblent que des individus provenant de familles à faible revenu et ayant obtenu un niveau académique minimum (une forme de « Merit Based Financial Aid »). Comme cela sera mentionné avec plus de détails dans la prochaine section, l'expérience « Willingness to Borrow » n'impose aucune restriction d'éligibilité, autre que celles déterminées de façon endogène par les choix de l'étudiant lui-même.

3.3 Modélisation des choix de filières

Dans la littérature économique dédiée aux choix éducatifs individuels, l'immense majorité des travaux empiriques se concentre sur une approche quantitative de l'éducation essentiellement basée sur le niveau général d'études évalué en nombre d'années réussies. Cette préférence notable s'explique à la fois par l'utilisation de modèles traitant l'éducation comme une variable unidimensionnelle représentant le niveau d'études et aussi par la rareté relative d'informations plus détaillées sur l'aspect qualitatif des études, telles que le champ d'études, la spécialisation, ou toute autre dimension.

Bien que moins volumineuse, il existe une littérature dévouée aux choix qualitatifs tels que les choix de filières (le terme « *college major* » étant utilisé dans la littérature anglo-saxonne). Nous allons aussi la synthétiser dans cette section du rapport. Cependant, et avant toute chose, nous présentons une brève description des concepts de compétences cognitives et non cognitives puisque ces mesures joueront un rôle central dans les analyses présentées ci-dessous.

L'ensemble des résultats mentionnés dans la section précédente est basé sur une analyse purement qualitative du niveau d'éducation mesuré en nombre d'années ou à partir d'indicateur de participation ou de diplomation.

Pourtant, il est peu réaliste de réduire les choix individuels simplement à une transition de l'école secondaire aux études supérieures. Une représentation plus réaliste des choix individuels commanderait plutôt d'introduire une dimension qualitative incluant les décisions regardant le domaine d'étude.

L'importance de la dimension choix de filière pourrait être motivée de plusieurs façons, mais les différences de rendements financiers entre filières constituent sans doute l'angle le plus saillant. En effet, tel que rapporté dans certains travaux empiriques concernant principalement les États-Unis (Altonji, Blom, et Meghir, 2012 et Altonji, Arcidiacono, et Maurel, 2016), il existe presque autant de disparités de revenus entre les diplômés universitaires de différentes filières qu'entre l'ensemble des diplômés du secondaire et ceux du niveau universitaire. En d'autres termes, les différences de filières d'études contribuent presque autant aux inégalités de revenu que le différentiel secondaire-études universitaires.

Cela est particulièrement vrai lorsqu'on compare les revenus moyens des diplômés des matières scientifiques, technologiques, de l'ingénierie et des mathématiques (les STIM dans le jargon des économistes) et ceux des sciences humaines et des lettres. Par exemple, pour les États-Unis, il est souvent observé que la filière la plus intéressante financièrement est celle du Génie électrique tandis que les études en éducation (menant principalement à l'enseignement primaire et secondaire) et en sciences sociales et humanités constituent la filière d'études qui offre le moins de rétribution financière.

Contrairement à la littérature modélisant l'éducation de façon quantitative (avec une emphase sur la transition Secondaire-Supérieur), il n'existe qu'un nombre limité d'études sérieuses modélisant les champs d'études. Dans la littérature récente, il semble exister un consensus parmi les économistes pour affirmer que les choix de filières sont relativement inélastiques aux différences de rendements financiers.

En effet, un certain nombre d'études ont mis l'emphase sur la possibilité que les choix de filières soient principalement motivés par une dimension non pécuniaire qui, elle-même, est probablement fortement corrélée aux habilités individuelles. Pour ce faire, un certain nombre d'études récentes, et basées sur des données provenant des États-Unis, ont favorisé des méthodologies de recherche s'appuyant sur l'élicitation des attentes individuelles quant aux niveaux salariaux futurs et leur ajustement à l'obtention d'information objective sur ces mêmes différences (Wiswall et Zafar, 2015, Arcidiacono, Hotz, et Kang, 2012).

Malgré son caractère novateur, cette branche de la littérature (analysée en détail dans Montmarquette, 2020) souffre de certaines faiblesses. Premièrement, malgré le processus d'élicitation mis en place par les auteurs, ces expériences ne permettent pas de séparer les effets de goûts (de préférences) des effets d'habileté puisque ces études ne bénéficient généralement pas de mesures cognitives ou non cognitives. De plus, l'interprétation du facteur résiduel comme étant une forme de préférence intrinsèque repose sur plusieurs hypothèses implicites puisque ces études n'incorporent généralement pas d'information sur les antécédents familiaux ou sur le niveau d'aide financière perçue.

Deuxièmement, plusieurs études sont basées sur des données incorporant une population déjà inscrite à l'université. Par ce fait même, ces études se concentrent sur une sous-population ayant déjà déterminé sa participation aux études supérieures (souvent dans des universités d'élite telles que Duke et NYU), mais ne donnent pas d'information sur les déterminants des choix exercés dans la population potentielle. Comme cela deviendra sans doute clair plus loin, notre étude nous permet de contourner ces deux faiblesses puisque non seulement nous modélisons les choix de filières en fonction des capacités quantitatives (avec le test de numératie EIACA et une mesure subjective de compétence en mathématiques), des habilités verbales et de différentes mesures de traits non cognitifs, mais aussi parce que les données utilisées nous permettent d'estimer l'impact de toutes ces mesures avant que le choix de participation aux études supérieures ne soit réalisé (c'est-à-dire avant la fin des études secondaires).

Il est intéressant de noter qu'il n'existe à peu près pas d'étude reliant le coût des études et les choix de filières mis à part Cornwell et coll. (2006) et Sjoquist et Winters (2015) qui concluaient en l'existence d'un effet négatif de la générosité de l'aide financière basée sur le mérite sur la fréquentation des filières STIM. D'ailleurs, dans leur revue récente de la littérature sur les choix de filières, Patnaik, Wiswall et Zafar (2020) concluent que la relation entre aide financière et choix de filière est pratiquement inconnue.

Ce vide, aussi bien au niveau théorique qu'empirique, est compréhensible. En effet, il est certain que le niveau d'effort académique requis diffère considérablement entre filières (Arcidiaco et coll., 2024). De plus, comme le travail pendant les études peut se concevoir comme un substitut à l'endettement ou aux transferts familiaux, mais qu'il peut aussi avoir un impact négatif sur l'effort académique fourni, il est hasardeux de dissocier le choix des méthodes de financement des études des choix individuels de filière.

De plus, on peut penser qu'une baisse du coût des études puisse non seulement réduire l'effort académique fourni, mais aussi le besoin de choisir une filière générant de hauts revenus de travail. En d'autres termes, au fur et à mesure que l'étudiant paye une plus petite partie de ses études, il peut se créer une substitution en faveur de filières générant un plus haut niveau de consommation immédiat et en défaveur de filières demandant un niveau d'effort académique plus élevé.

4 Construction des données : fusion d'une expérience randomisée et de données d'enquête

Le travail de recherche qui a été accompli pour ce rapport se base sur deux sources de données complémentaires et qui sont uniques dans le domaine de l'évaluation économique des politiques de soutien financier aux études supérieures.

Avant de fournir de plus amples détails, et de façon plus synthétique, nos données se présentent comme suit. Afin d'estimer l'impact du soutien financier sur certaines mesures de réussite économique sur la phase initiale du cycle de vie, nous utilisons une enquête de suivi auprès des étudiants ayant participé à une expérimentation dans des écoles secondaires dans quatre provinces (ce qui inclut le Cégep pour certains étudiants au Québec).

Pour bien visualiser l'essence de nos données, il est utile de les décomposer en 3 phases distinctes. La première phase est constituée de l'expérience elle-même. La deuxième phase désigne la période écoulée entre la fin de l'expérience elle-même (mars 2009) et le paiement effectif des montants de soutien financier. La troisième phase est constituée de la collecte de données faite à partir de l'enquête de suivi menée entre 2019 et 2021.

Cette expérimentation, qui a eu lieu en 2008-2009, avait été financée par la Fondation du Millénaire et conçue principalement par l'économiste Claude Montmarquette en collaboration avec le CIRANO et la SRSA (Société de Recherche Sociale Appliquée).

La première partie de nos données est basée sur l'expérience de terrain (*field experiment*) conçue par le CIRANO, la SRSA et la fondation du Millénaire en 2008-2009. Cette expérience est souvent désignée « Projet Willingness to Borrow ». Dans cette expérience, les concepteurs avaient rassemblé 1248 jeunes Canadiens fréquentant des écoles secondaires ou des Cégeps (au Québec) entre octobre 2008 et mars 2009. Les sujets avaient majoritairement entre 17 et 18 ans durant la tenue des sessions.

Le design de cette expérimentation est unique puisqu'il a permis de conférer une dimension aléatoire (randomisée) aux paiements effectués. Avant la phase de participation à l'expérience, les concepteurs s'étaient assurés de collecter des données sur les compétences cognitives et non cognitives de tous les participants, ainsi que des informations sur les antécédents familiaux.

Les données de l'expérience elle-même, ainsi que celles provenant de l'enquête préalable, ont d'ailleurs déjà été analysées dans Johnson et Montmarquette (2015), Belzil, Maurel et Sidibé (2021), et Belzil, Pernaudet et Poinas (2021), Jagelka 2024. D'ailleurs, ces mêmes données sont également décrites dans deux rapports du CIRANO-MFQ récents (2024RP-06 et 2023RP-15).

La complétion de l'expérimentation avec un suivi d'une profondeur de dix années sur un échantillon d'une telle ampleur est encore plus inédite, et nous permet de répondre à des questions économiques importantes. Nous présentons maintenant en détail la teneur des données qui ont été générées par l'expérimentation initiale ainsi que l'enquête de suivi.

4.1 Les enquêtes précédant l'expérience

Environ une semaine avant le déroulement de l'expérience elle-même, les parents ainsi que le participant devaient répondre à une enquête contenant de vastes éléments d'informations sur le profil cognitif et non cognitif de l'étudiant et sur ses antécédents familiaux.

Pour mesurer les compétences cognitives, nous disposons des mesures suivantes :

- Le test de numératie de l'Enquête Internationale sur l'Alphabétisation et les Compétences des Adultes (EIACA ou IALS en anglais) géré par l'Organisation de Coopération et de Développement économique (OCDE) dans le cadre du programme PEICA (PIACC en anglais).
- Une mesure de l'habileté mathématique provenant d'une auto-évaluation de l'étudiant
- Une mesure d'habileté verbale et de la capacité en lecture provenant d'une

auto-évaluation de l'étudiant

De plus, l'enquête contient des mesures de capacité non cognitives :

- Un facteur mesurant le niveau de motivation pour les études en cours et identifié à partir de 7 items différents
- Le score « Pearlin » mesurant le degré de contrôle perçu sur sa vie

Finalement, nous utilisons deux variables pouvant approximer le niveau de stress financier prévalant dans la famille :

- Une mesure subjective du niveau de contrainte financière du ménage dont l'étudiant est issu
- Une mesure du revenu parental, tel que déclaré dans l'enquête administrée aux parents de l'étudiant

Tableau 1

Statistiques Descriptives des Caractéristiques Individuelles
et Déterminants de la Probabilité de Ré-interview (suivi)

	Moyenne	Prob(suivi)
EIACA	0.21	0.0721**
Math	0.12	0.0196
Verbal	0.05	-0.0155
Motivation	0.07	-0.0110
Pearlin	0.03	-0.0017
Rural	0.17	-0.0597
Femme	0.59	0.0994**
Revenu (in 000's\$)	74.27	0.0008
Stress Financier	-0.03	-0.0039
R carré	-	0.0597
# Individus	1247	1247

Note: Tous les facteurs (EIACA, Math, Verbal, Motivation, Pearlin) ainsi que Stress Financier sont standardisés. Estimés avec ** (*) sont significatifs 1% (5%).

Note: Le nombre d'individus dans l'échantillon de suivi (# de 0's dans la variable mesurant le ré-interview) égal à 512.

Tableau 2

Corrélations entre Facteurs Cognitifs et Non-Cognitifs

	EIACA	Math	Verbal	Motivation	Pearlin
IALS	1.00	-	-	-	-
Math	0.40	1.00	-	-	-
Verbal	0.20	0.28	1.00	-	-
Motivation	0.14	0.24	0.22	1.00	-
Pearlin	0.10	0.16	0.19	0.28	1.00

Note: Tous les facteurs (EIACA, Math, Verbal, Motivation, Pearlin) sont standardisés.

On retrouve des statistiques descriptives sur toutes ces variables dans le Tableau 1, qui présente dans la première colonne la moyenne de chaque variable dans l'échantillon initial, et dans la deuxième colonne la différence avec l'échantillon de suivi. Par exemple, la première ligne du tableau indique que les étudiants ont en moyenne un score EIACA de 0.21 écart-type dans l'échantillon initial, comparé à 0.28 écart-type dans l'échantillon de suivi, suggérant que les étudiants présents dans la ré-interview tendent à avoir un niveau supérieur en maths. Ce tableau est suivi par un autre (Tableau 2) qui documente les corrélations entre chacune des mesures cognitives et non cognitives dans l'échantillon initial de 1247 étudiants.

Sans surprise, les résultats nous montrent que les scores EIACA, Mathématiques et Lecture sont positivement corrélés. On note que la corrélation EIACA-Math (0,40) est beaucoup plus forte que la corrélation Math-Lecture (0,20) et aussi que le score EIACA est positivement corrélé avec le niveau de motivation (0,14) et le score « Pearlin » (0,10). Cependant ces deux dernières corrélations sont plus faibles que celles observées entre l'habileté en Math et ces deux mêmes mesures non cognitives (0,24 et 0,16).

Ces différences peuvent être interprétées de différentes façons. Une possibilité crédible réside dans le fait que la performance individuelle dans le test de numération EIACA n'a aucune conséquence sur le déroulement subséquent et n'offre donc aucune incitation. Par contre, les notes obtenues en classe sont susceptibles d'avoir un impact sur l'expérience académique de l'étudiant. Cette hypothèse est d'ailleurs cohérente avec les résultats publiés dans Gneezy, List et coll. (2019), qui dans le cadre d'une expérience évaluant les différences de performances mesurées dans le test PISA entre un groupe de contrôle n'ayant aucune incitation financière à la performance et un groupe de traitement recevant une prime liée à la performance, trouvent justement que les performances des jeunes Américains sont très sensibles à

leur niveau de rémunération.

4.2 Une description de l'expérience « Willingness to Borrow »

Les concepteurs du projet ont ébauché un ensemble de choix que les jeunes individus pouvaient réaliser entre des paiements en argent comptant ou du soutien financier pour les études supérieures. Cette expérience a été décrite en détail dans l'étude de Johnson et Montmarquette (2015) et dans Belzil, Maurel et Sidibé (2021) ainsi que Belzil, Pernaudet et Poinas (2021).

Le déroulement de l'expérience peut être décrit comme suit. Dans un premier temps, chaque individu doit exercer une série de 108 choix discrets (essentiellement binaires) entre des paiements offerts à différentes dates et permettant d'estimer leur préférence temporelle ainsi que des paiements entre diverses loteries de niveaux de risque et de rendement différents permettant d'évaluer leur préférence pour le risque. Cette partie de l'expérience est tout à fait représentative de l'ensemble des expérimentations que l'on retrouve dans la littérature expérimentale (en laboratoire).

4.2.1 Choix entre aide financière et argent comptant

Cependant, l'aspect le plus original est celui lié aux choix entre argent comptant et soutien financier, soit 22 choix binaires à exercer à la suite des 108 choix décrits ci-dessus. Chaque choix se fait entre un montant d'argent immédiat et du soutien financier conditionnel à l'inscription aux études supérieures dans un délai de deux ans.

Plus précisément, au début de l'expérience, les individus étaient informés des conditions pouvant générer le paiement des montants en question. Pour le recevoir, il fallait que le choix tiré au hasard parmi les 130 choix réalisés (108 + 22) se trouve parmi les 22 choix impliquant du soutien financier, et que, dans ce choix particulier, l'individu ait choisi le soutien financier (et non l'argent comptant). Ensuite, le paiement ne pouvait être effectué que dans le cas où l'étudiant recontactait la SRSA avec une preuve d'inscription à une institution d'études supérieures.

Tableau 3A

Décisions entre Aide Financière et Argent Comptant
dans l'Expérience Initiale

Choix possibles			A choisi l'aide
Argent	Prêt	Bourse	
25\$	2000\$	0	0.46
700\$	2000\$	0	0.05
300\$	1000\$	0	0.11
300\$	2000\$	0	0.17
300\$	4000\$	0	0.28
300\$	0	1000\$	0.69
25\$	0	1000\$	0.88
300\$	0	2000\$	0.76
300\$	0	4000\$	0.84
100\$	0	1000\$	0.83
700\$	0	1000\$	0.41
300\$	0	500\$	0.38
25\$	1000\$	1000\$	0.83
300\$	1000\$	1000\$	0.64
700\$	1000\$	1000\$	0.39
300\$	400\$	400\$	0.29
300\$	2000\$	2000\$	0.73
25\$	1000\$*	1000\$	0.85
300\$	1000\$*	1000\$	0.66
700\$	1000\$*	1000\$	0.38
300\$	400\$*	400\$	0.29
300\$	2000\$*	2000\$	0.74

Tout comme les montants d'argent immédiats, les 22 offres de soutien financier varient considérablement d'un choix à l'autre. Parmi les 22 offres, on retrouve 5 prêts, 7 bourses, et 10 offres composites contenant à la fois un prêt et une bourse.

Ces dix offres se répartissent entre cinq combinaisons prêt-bourse dans lesquelles le prêt requiert un processus de remboursement standard, et cinq combinaisons dans lesquelles le remboursement du prêt peut être retardé en cas de perte d'emploi ou de baisse inopinée des revenus (*income contingent loans*).

De façon générale, les prêts sont offerts à des taux identiques à ceux consentis par les institutions gouvernementales qui prennent en charge le soutien aux étudiants (voir Belzil, Maurel et Sidibé, 2021). Le contenu des 22 choix à exercer est détaillé dans le Tableau 3A.

Les statistiques de la 4^e colonne du Tableau 3A indiquent que les bourses ont été choisies beaucoup plus fréquemment que les prêts. On note par exemple qu'environ 84 % des participants ont choisi la bourse de 4 000 \$ contre 300 \$ en argent comptant. Même lorsque la bourse offerte est de 1 000 \$ et que celle-ci est offerte contre un même montant de 300 \$, 69 % des participants choisissent la bourse.

Les taux d'acceptation des prêts n'atteignent jamais ceux des bourses. Cela est perceptible en consultant les 5 premières entrées du Tableau 3A. En particulier, on voit que seulement 28 % des participants ont préféré un prêt de 4 000 \$ offert contre un paiement de 300 \$.

4.2.2 Endogénéité de l'aide financière reçue

Bien que ce design n'implique pas que les montants offerts aient été randomisés dans notre population de participants, il est néanmoins possible de traiter ces paiements offerts comme étant aléatoires après avoir pris en compte les choix exercés. C'est-à-dire que, toutes choses étant égales par ailleurs, pour chaque individu choisissant le soutien financier, le montant offert est aléatoire puisqu'un seul choix est tiré au hasard et qu'il est soit égal à 0, soit égal au montant correspondant au choix sélectionné.

Il faut retenir deux choses importantes. Premièrement, tel que documenté dans le Tableau 3B, environ 12 % des 1247 participants originaux ont eu l'opportunité de recevoir de l'aide financière après le tirage aléatoire. Cependant ces même 12 % ne représentent pas un groupe contrôle au sens statistique puisque la probabilité de recevoir une offre concrète était plus élevée pour ceux ayant choisi l'option aide financière (versus argent comptant) plus fréquemment.

Deuxièmement, afin de recevoir l'aide financière, l'étudiant devait aussi recontacter la firme SRSA (SRDC) avec une preuve d'inscription aux études supérieures. Cela veut donc dire que la réception de l'aide financière dépendait du comportement de l'étudiant et ne pouvait donc pas être traité comme exogène au sens strict du terme.

Cela s'explique aisément. En effet, un individu ayant tiré aléatoirement un prêt ou une faible bourse était probablement plus susceptible d'éviter ces étapes administratives qu'un autre ayant eu la chance de tirer une bourse de 4000 \$. Ce genre de décision n'est d'ailleurs pas limité à notre expérience, mais correspond au type de décision auquel chaque étudiant peut faire face lorsqu'il ou elle décide d'appliquer pour les programmes d'aide financière existants.

Tableau 3B

Sommaire des Décisions entre Aide Financière et Argent Comptant
et Proportion ayant reçu de l'Aide

Decisions	Proportion choisi aide	Proportion	N
Argent vs Prêt	22%		1247
Argent vs Bourse	74%		1247
Argent vs Hybride	64%		1247
Aide Potentielle (Total)		12%	1247
Aide Potentielle (Suivi)		12%	1247
Aide Reçue (Total)		71%	1247
Aide Reçue (Suivi)		79%	512

Il s'explique aussi possiblement par le fait que, pour certains individus, le soutien financier potentiel était considéré comme tellement marginal qu'ils ont évalué que les coûts psychiques, ou autres, liés au processus de contact avec la SRSA étaient supérieurs aux bénéfices apportés par le soutien escompté. Pour cette raison, ils ont pu s'abstenir de réclamer le montant dû. On peut également noter que le taux de participation est beaucoup plus faible pour les prêts que pour les bourses (22 % vs 74 %), révélant la moindre attractivité de ce type de soutien auprès des étudiants.

Cependant, le paiement effectif a été différent des montants offerts dans l'expérimentation pour une raison supplémentaire. Dans la deuxième, phase de l'expérience, c'est-à-dire dans les mois suivant la fin des sessions, et comme énoncé dans le protocole, la SRSA (agissant en tant que gestionnaire du processus de paiement) a, dans un premier temps, attendu que les bénéficiaires potentiels les recontactent avec une preuve d'inscription aux études supérieures.

Tel que documenté dans le Tableau 3B, 71 % des individus pouvant potentiellement

réclamer du soutien (117 au total) ont recontacté la SRSA afin d'obtenir le paiement auquel ils avaient droit. Ce taux de participation inférieur à 100 % s'explique possiblement par le fait que certains individus qui avaient choisi l'offre de soutien financier plutôt que l'argent comptant, et qui croyaient donc aller aux études supérieures ont finalement changé d'avis.

Une spécificité de cette expérimentation est que la SRSA a décidé unilatéralement de dévier du protocole annoncé et de modifier les paiements dus. En effet, afin de minimiser les coûts de gestion, et dans un effort de simplification, les responsables de la SRSA ont décidé de transformer tous les prêts réclamés en bourses. Cela veut donc dire que chaque individu ayant obtenu le droit à un prêt suite aux choix exercés et grâce au tirage aléatoire, et ayant recontacté la SRSA, a bénéficié d'une bourse surprise du même montant que le prêt normalement attendu. Cependant, les bourses réclamées n'ont pas été affectées par ce changement.

En d'autres termes, les individus réclamant un prêt sont ceux qui ont bénéficié d'un effet de surprise tandis que ceux qui ont réclamé une bourse ont reçu exactement le montant auquel il s'attendait. Cela veut dire essentiellement que nos données nous permettent d'estimer l'impact réel (ex post) d'une réduction des coûts de l'éducation et non l'impact d'une politique d'augmentation de l'offre de prêts puisqu'aucun individu ayant bénéficié de soutien financier dans le cadre de l'expérience n'a eu à rembourser.

Cependant, cela n'implique pas que le choix d'un prêt exercé pendant les sessions de l'expérimentation, soit non informatif. Au contraire, il peut révéler un degré d'hétérogénéité fondamentale entre les individus si, par exemple, ceux qui choisissent un prêt sont aussi ceux qui sont les plus contraints financièrement. Il conviendra donc de mesurer l'impact du paiement effectif en différenciant ces deux sous-populations.

Il est à noter que la décision de transformer les prêts en bourses a été tenue secrète jusqu'au processus de réclamation, et que même les concepteurs de l'expérience (Montmarquette, Johnson et autres) de même que tous ceux qui ont participé au déroulement sur le terrain n'avaient aucune connaissance de cette décision surprise. Il est donc clair que le taux de participation observé (c'est-à-dire la décision de recontacter la SRSA) n'a pu être impacté par cette décision.

Le protocole annoncé et suivi de l'expérience a nécessairement un impact sur l'interprétation économétrique de la randomisation ayant eu lieu au cours de la première phase. En effet, malgré le tirage aléatoire d'un des choix de chaque

individu, le soutien financier réalisé ou observé, que nous appellerons maintenant « soutien effectif », n'est pas purement aléatoire, car en plus de dépendre du choix entre argent et soutien financier exercé durant l'expérience (comme nous l'avons noté), il dépend aussi du comportement des individus pendant la période postérieure à l'expérience, c'est-à-dire de la décision d'aller aux études supérieures et de la décision de recontacter la SRSA. Ce problème n'est pas spécifique à notre étude et a été discuté dans d'autres contextes tels que Ham et LaLonde (1996), par exemple.

En clair, cela implique que la variable mesurant le paiement effectif, pour laquelle nous désirons estimer les effets sur certaines variables économiques clés, est elle-même endogène au sens économétrique (statistique) du terme. Cependant, comme le paiement effectif est fortement affecté par le soutien financier potentiel (qui, lui, est randomisé), cette dernière peut être utilisée comme variable instrumentale générant des variations exogènes dans le niveau de paiement effectif aux participants.

Il convient donc de distinguer entre les choix d'inscription qui doivent être modélisés en fonction des tirages aléatoires et les variables subséquentes (par exemple, la probabilité de diplomation) qui ont été influencées par le soutien effectif qui doit être considéré comme une variable endogène.

Nous reviendrons sur ce point quand nous décrirons notre modèle économétrique, mais notre stratégie se basera essentiellement sur la modélisation du paiement effectif reçu en fonction du paiement potentiel et de variables de contrôle indiquant la propension de chaque individu à choisir ou non l'option soutien financier pendant la première phase (l'expérience de 2008-2009).

Ensuite, il suffira d'utiliser les variations exogènes dans le niveau des paiements effectifs pour estimer l'effet causal de ces derniers sur certaines variables économiques auxquelles l'enquête de suivi nous donne accès.

4.3 Enquête de suivi (2019-2021)

L'autre élément important de nos données est l'enquête de suivi que nous avons construite en partenariat avec la SRSA. Cette dernière a réussi à retracer plus de 40 % des participants (512 sur 1248) entre 10 et 12 années après la participation à l'expérience initiale (entre 2019 et 2021).

À partir de ces données, nous pouvons calculer les proportions d'individus ayant bénéficié d'un paiement effectif. Au total, l'échantillon de suivi contient 63 individus

ayant reçu une offre de soutien financier. Parmi ces 63 individus, 79 % ont reçu un paiement effectif.

Nous avons régressé un indicateur de présence dans l'enquête de suivi (égal à 1 pour ceux qui ont participé au suivi et 0 pour ceux qui ne l'ont pas fait) sur les mesures de compétences et quelques variables socio-démographiques. Le R carré de la régression est par ailleurs de 6,0 % seulement, indiquant un très faible pouvoir explicatif des variables examinées sur la probabilité de participer à l'enquête de suivi.

Ces données jouent un rôle central dans l'implémentation de notre plan de recherche puisqu'elles nous permettent de connaître non seulement les trajectoires éducatives des individus (le niveau d'étude entrepris et terminé, les soutiens parentaux reçus, les heures travaillées), mais aussi les revenus présents ainsi que ceux à l'entrée sur le marché du travail, ou encore le niveau de dette. En combinant les trois sources de données, il est donc possible de répondre à de nombreuses questions se rattachant aux impacts du soutien financier effectif.

Afin d'étudier les choix de filières, nous utilisons l'information contenue dans l'enquête de suivi. En effet, celle-ci contient la filière d'étude correspondant au plus haut diplôme obtenu. La classification est celle utilisée par Statistique Canada, c'est-à-dire la Classification CPE version 1.0. Étant donnée la taille de notre échantillon, il est nécessaire de procéder à l'agrégation de plusieurs domaines. Évidemment, étant donné notre intérêt pour les sujets scientifiques et mathématiques, la filière STIM (sciences, technologie, ingénierie et mathématiques) constitue l'un de nos quatre groupes.

Pour faciliter l'estimation, nous groupons tous les sujets liés aux sciences sociales, humanités et éducations en une seule filière et utilisons l'acronyme SSHE. Ce regroupement est motivé par le fait que les étudiants de ces filières tendent à avoir des scores EIACA, des notes en mathématiques, et des capacités en lecture similaires. De plus, les résultats de diverses régressions linéaires du salaire observé en 2019 sur les variables mesurant les habiletés cognitives et non cognitives des individus, ainsi que des indicateurs de filières nous indiquent que cette filière est celle qui est dotée du plus faible rendement monétaire. Finalement, les filières Commerce et Santé constituent les deux dernières filières considérées.

Tel que documenté dans le Tableau 4A, 47 % du groupe de contrôle a obtenu un diplôme universitaire comparé à 64 % du groupe de traitement. Par contre, malgré cette différence, la proportion d'étudiants ayant choisi un programme STIM est beaucoup plus faible dans le groupe traitement (4 %) que dans le groupe contrôle (13 %). Cette différence est notable et requiert donc une analyse en profondeur.

Tableau 4A

Groupes Traitement et Contrôle

	Traitement	Contrôle
Aide Reçue	Oui	Non
Plus Haut Diplôme Obtenu		
Secondaire	10.0%	14.1%
Supérieur court	26.4%	37.9%
Université	63.6%	47.4%
% des Etudiants Universitaires		
Inscrit en STIM (1er programme)	25%	33%
Diplôme STIM	4%	13%
Travail pendant les Etudes	78%	73%
Aide moyenne reçue	1823\$	0\$
# d'Individus	50	462

Tableau 4B

Compétences et Choix de Filières

	EIACA	Math	Lecture	Motivation
Filière du plus haut diplôme				
Sciences Sociales-Humanités-Educ. (SS-H-E)	0.23	0.01	0.24	0.29
Commerce	0.33	0.42	0.05	0.08
Santé	0.22	0.18	0.17	0.07
Sciences (STIM)	0.63	0.95	0.42	0.54
Supérieur Court	0.02	-0.06	-0.23	-0.08

Note: Mesures standardisées obtenues à partir de l'échantillon de suivi.

Note: SS-H-E denotes Sciences Sociales, Humanités and Education

À partir des statistiques qui se trouvent dans le Tableau 4B, il est possible d'évaluer le degré de sélectivité propre à chaque filière. Les résultats nous montrent un phénomène souvent noté dans les données américaines, c'est-à-dire la domination des étudiants STIM dans l'ensemble des compétences cognitives. Dans nos données, les étudiants STIM dominent dans les résultats obtenus au test EIACA et ont aussi le

plus haut niveau de compétence en mathématiques. Fait intéressant, ils dominent même les étudiants en sciences humaines-humanités et éducation dans le domaine des compétences en lecture puisque ces derniers obtiennent une moyenne de 0,24 tandis que les étudiants STIM ont une moyenne de 0,42.

5 Modélisation

Pour répondre aux questions soulevées précédemment, nous allons estimer un modèle structurel dont les diverses composantes représenteront les différentes phases allant de l'expérience initiale (2008-2009) jusqu'à l'enquête de suivi.

Afin de quantifier les effets de composition mentionnés précédemment, nous évaluerons le niveau d'habileté moyen (quantitatif et verbal) ainsi que la probabilité moyenne de réussir dans une filière scientifique dans la sous-population induite à accéder aux études supérieures à cause d'une baisse potentielle du coût des études.

Au vu de leur complexité, les équations du modèle sont présentées dans leur totalité en annexe de ce rapport. Cependant, dans les lignes qui suivent, nous décrivons chaque équation en insistant sur son interprétation intuitive.

Avant toute chose, il est essentiel de bien comprendre que l'aide financière doit être formellement représentée par 3 variables différentes, selon les étapes modélisées.

- i) L'aide financière sélectionnée (dénotee AFS) pendant l'expérience initiale est mesurée par le nombre de choix où l'aide financière a été préférée à l'argent comptant. Ce vecteur contient trois entrées indiquant le nombre de fois où un prêt, une bourse, ou une offre hybride (prêt et bourse) a été choisi. Ce vecteur détermine les chances d'obtenir l'aide potentielle puisqu'une plus grande proportion de choix implique une plus grande probabilité de tirer aléatoirement une offre d'aide financière.
- ii) L'aide financière potentielle (dénotee AFP) est aussi un vecteur de dimension 3 (montant du prêt, de la bourse, ou de l'offre hybride) qui représente le résultat du tirage aléatoire, qui lui-même indique l'aide financière disponible si toutefois l'étudiant décide de recontacter la firme SRDC avec une preuve d'inscription.
- iii) L'aide financière reçue (dénotee AFR) est la variable mesurant l'aide reçue lorsque l'individu a recontacté SRDC avec une preuve d'inscription. Cette variable est donc un scalaire mesurant le montant de la bourse reçue par

l'individu (étant donné la décision de SRDC de transformer tous les prêts en bourses).

La réalisation de notre projet requiert donc l'estimation d'un modèle structurel incluant les composantes suivantes :

- i) La probabilité individuelle du choix observé entre aide financière et argent comptant dans l'expérience initiale. Cela requiert l'estimation de trois modèles Logit ordonnés (un pour chaque type d'aide offerte dans l'expérience initiale). Chacune de ces équations dépend de variables explicatives (régresseurs) mesurant les compétences cognitives et non cognitives des individus, ainsi que d'un terme d'hétérogénéité non observée qui est lui-même corrélé avec les autres termes d'hétérogénéité non observée appartenant aux autres équations du modèle. L'échantillon disponible pour cette estimation est $N=1247$.
- ii) La probabilité individuelle d'inscription à une université versus un programme d'études courtes (collège, Cégep), spécifiée comme un Logit univarié. Cette probabilité dépend des mêmes régresseurs que ceux affectant les choix effectués durant l'expérience, mais aussi de l'aide financière potentielle (AFP) puisqu'à ce stade, l'individu connaît déjà le résultat du tirage aléatoire. $N=441$.
- iii) La probabilité de choisir une des filières suivantes : STIM, SS-H-S, Commerce ou Santé, conditionnellement à avoir intégré une université. Pour ce faire, nous utilisons un modèle multinomial de choix de filières avec coefficients hétérogènes de façon à pouvoir quantifier la proportion de la population pour qui le soutien financier marginal n'aurait aucun impact. Cette probabilité dépend des mêmes arguments que la probabilité d'intégrer une université, c'est-à-dire les mesures cognitives et non cognitives individuelles et l'aide financière potentielle (AFP). $N=154$.
- iv) La probabilité d'encaisser l'aide financière potentielle, qui est estimée conditionnellement au fait d'être éligible à de l'aide potentielle (suite au tirage aléatoire), est modélisée avec un Logit univarié dont les déterminants sont les mêmes que (ii) et (iii) puisqu'au moment de prendre cette décision, les participants ne connaissent pas encore la transformation opérée par les concepteurs du projet. $N=117$.

- v) La probabilité de travailler pendant les études, définie aussi comme un Logit univarié, dépend des régresseurs ainsi que de l'aide financière reçue (AFR). La dépendance de l'offre de travail à l'aide reçue est motivée par le fait que la mesure de la marge extensive utilisée est en référence à la durée totale du 1^{er} diplôme et que pendant cette période, la mesure d'aide financière pertinente est celle incorporant la décision de transformer tous les prêts en bourses. N=150.
- vi) La probabilité de terminer le premier diplôme est aussi modélisée comme un Logit binaire, mais nous estimons des probabilités distinctes pour les diplômes entrepris dans des institutions d'études courtes et pour les diplômes entrepris dans une filière universitaire. La probabilité de terminer le 1er diplôme dépend dans les deux cas des régresseurs et de l'aide financière reçue (AFR). Pour l'université, la forme récursive de notre modèle nous permet de faire en sorte qu'elle dépende aussi du choix de filière (indicateur=1 pour les STIM) et, sur la marge extensive, de l'offre de travail (un indicateur égal à 1 pour ceux ayant travaillé). Comme cela sera clarifié ultérieurement, cela nous permettra de bien distinguer l'effet direct de l'aide financière sur la diplomation de l'effet indirect mesuré dans le cas où le choix de filière est ignoré (comme dans la quasi-totalité de la littérature évaluant les effets de l'aide financière). N=129 (université) et N=148 (études courtes).
- vii) Le dernier élément de la fonction de vraisemblance est constitué de la fonction de distribution des salaires (en log) observés vers l'âge de 30 ans. Notre intérêt étant sur l'effet de forme réduite de l'aide financière reçue sur le salaire moyen, nous écrivons la moyenne du log salaire comme une fonction linéaire des régresseurs et de l'aide reçue. N=430.

5.1 Identification

L'identification paramétrique est obtenue à l'aide de trois hypothèses principales, qui sont très communes en économétrie structurelle. Premièrement, l'estimation de la distribution des types non observée est rendue possible par la présence supposée d'un facteur latent (non-observable) qui affecte chacune des contributions de la vraisemblance (Carneiro, Hansen et Heckman, 2003). Ce facteur peut s'interpréter comme une dimension cognitive ignorée dans les données (comme c'est le cas dans à peu près toutes les données microéconométriques utilisées dans la recherche économique), mais aussi possiblement par une dimension non cognitive.

Une deuxième hypothèse fondamentale est que chaque composante est indépendante de toutes les autres après avoir conditionné sur l'hétérogénéité observée et non observée. Cette deuxième hypothèse peut être motivée par le fait que chacun de ces choix a une dimension purement aléatoire.

Finalement, l'identification des paramètres est facilitée par une troisième hypothèse qui est de nature comportementale. Précisément, nous imposons une valeur nulle aux coefficients hétérogènes mesurant l'effet de l'aide financière sur la probabilité d'inscription à l'université, sur le choix de filière et sur la distribution des salaires pour deux des quatre types, mais laissons les proportions estimées complètement libres. Cela nous permet donc d'estimer la proportion de la population dont les choix éducatifs (particulièrement les choix de filières) ne sont pas affectés par une augmentation de l'aide financière, quel qu'en soit le montant.

Cette sous-population s'interprète comme étant l'ensemble des individus dont l'unique effet de l'aide financière est d'augmenter leur niveau de consommation pendant les études. Les autres types composent la population qui pourrait être affectée si le montant est suffisamment élevé.

5.2 Estimation

Le modèle est estimé par méthode de vraisemblance mélangée (mixed-likelihood). La vraisemblance est construite comme étant le produit des sept contributions (essentiellement des probabilités de choix discrets) où chacune de ces contributions est exprimée conditionnellement à ses propres paramètres d'hétérogénéité non observables. En termes mathématiques purs, il est nécessaire d'intégrer la distribution multivariée de l'hétérogénéité non observée avant d'obtenir les autres paramètres.

En pratique, cette étape requiert un algorithme numérique permettant d'approximer cette distribution. Comme cela se fait communément, nous définissons cette dernière comme un histogramme multidimensionnel, et remplaçons cette intégrale par une somme pondérée dont les pondérations représentent les proportions des types. Le lecteur peut retrouver en annexe tous les détails nécessaires.

6 Aide financière et effets de composition

Dans cette section, nous présentons un sommaire des résultats les plus importants et qui répondent spécifiquement aux objectifs énoncés précédemment. L'ensemble de

ces résultats, ainsi que bien d'autres, se retrouvent dans un cahier de recherche de nature plus technique (Belzil, Hansen et Pernaudet, 2024). Celui-ci peut être obtenu en contactant n'importe lequel (laquelle) des auteurs (autrice).

Les résultats présentés dans cette section visent à répondre aux deux questions suivantes :

- Comment un changement dans le coût des études supérieures affecterait-il la composition de la population étudiante ?
- Que peut-on dire des compétences quantitatives des étudiants induits à choisir d'autres filières à cause d'une augmentation de la générosité et de ceux qui au contraire, s'inscrivent dans une filière STIM précisément à cause de l'aide financière supplémentaire ?

Ces deux questions, fortement liées, ont pour but d'évaluer l'importance des « effets de composition ». Par effet de composition, on entend généralement la différence au niveau des compétences individuelles entre ceux qui fréquenteraient les études supérieures sous le statu quo et ceux qui le feraient à cause de l'expansion du niveau de générosité.

Pour y répondre, il est nécessaire d'utiliser les paramètres structurels estimés et de les utiliser afin de simuler une population artificielle (contre-factuelle) possédant les mêmes caractéristiques observées ainsi que la même distribution des composantes d'hétérogénéité non observée. Cet exercice nous permet précisément d'analyser le comportement hypothétique de chaque pseudo-individu sous un régime de statu— (celui prévalant hors des cadres de l'expérience) et aussi sous un régime hypothétique dans lequel chacun recevrait une bourse de 2000 \$.

Pour bien distinguer les effets de composition des effets comportementaux, il est nécessaire de saisir l'aspect non monotone des effets d'une augmentation de la générosité de l'aide financière. Grâce à la spécification de notre modèle Logit à coefficient aléatoire qui permet à l'effet de l'aide financière de différer par type, il est possible d'évaluer la proportion de notre population qui serait attirée à l'université par une baisse du coût des études supérieures générée par l'obtention d'une bourse et également la proportion d'individus qui opterait pour des études courtes plutôt que l'université à cause de cette même baisse.

Le Tableau 5 présente une synthèse de tous les groupes qui peuvent être identifiés à partir des simulations. Ces groupes sont caractérisés par leur trajectoire contre-factuelle ; c'est-à-dire par leur choix potentiel sous le statu quo ainsi que sous

l'hypothèse d'une bourse de 2000 \$.

Tableau 5

Effet de composition:

Habillés Cognitives et Non-Cognitives, Filières et Graduation
des différents Sous-Groupes

		%	EIACA	Math	Verbal	Δ Grad
Aide=0\$	Aide=2K\$					
Etudes Courtes						
Supérieur court	Supérieur court	44.0%	-0.323	-0.354	-0.242	0.004
Supérieur court	Non-STIM	7.6%	-0.568	-0.559	-0.468	-0.098
Supérieur court	STIM	0.9%	-0.559	-0.134	-0.243	-0.462
Total		52.5%				
Université						
Non-STIM	Supérieur court	6.5%	0.288	0.049	0.346	0.131
Non-STIM	Non-STIM	20.1%	0.250	-0.024	0.278	-0.021
STIM	Supérieur court	1.9%	0.579	0.862	0.497	0.403
STIM	Non-STIM	8.0%	0.391	0.406	0.400	0.269
STIM	STIM	10.9%	0.550	0.780	0.581	-0.017
Total		47.5%				

Note: Mesures standardisées.

Au total, nous identifions huit groupes différents que nous caractérisons par une paire de décisions ; celle prise sous le statu quo et celle exercée en présence d'une bourse de 2000 \$.

Dans une première étape, il est utile de les séparer en deux sous-groupes en termes de leur décision prise sous le statu quo (c'est-à-dire l'inscription à l'université ou dans une institution à études courtes). Ces deux groupes sont labelisés « Études Courtes » (sous le statu quo) et « Université » (sous le statu quo) dans le Tableau 5.

Pour chacun d'entre eux, nous avons calculé la performance moyenne dans le test EIACA, ainsi que le score en Math et en Lecture-Verbal. Puisque ces scores ont été standardisés, une valeur positive (négative) indique une performance supérieure (inférieure) à la moyenne dans la population. De plus, nous calculons aussi la différence entre la probabilité (proportion) prédite de complétion du diplôme dans

un environnement avec la bourse et celle prédite sous le statu quo.

6.1 Le groupe « Études Courtes » sous le statu quo

Dans la première moitié du tableau, nos simulations indiquent que 52.5 % de notre population choisirait les études courtes sous le statu quo (colonne Aide=0 \$). La majorité de ce groupe, c'est dire 84 % (44.0/52.5) ferait le même choix avec une bourse de 2000 \$ (colonne Aide=2K\$). Les choix de filière des 16 % restants est relativement clairs. Nos simulations indiquent que dans ce sous-groupe, on retrouve huit fois plus d'individus qui choisiraient un sujet autre que STIM (7.6 % comparé à 0.9 %). Il est cependant intéressant d'analyser les compétences quantitatives de cette minorité.

Que peut-on donc dire au sujet des habilités quantitatives de ce groupe minoritaire induit à s'inscrire dans un programme STIM au niveau universitaire ? Les moyennes se retrouvant dans les troisième et quatrième colonnes (EIACA et Math) du Tableau 5 nous indiquent que ce sous-groupe est composé d'individus dotés d'habilités quantitatives sous la moyenne de notre population puisque leurs scores moyens au test EIACA et en Mathématiques (-0.559 et -0.134) sont négatifs. Cela implique tout naturellement que leur probabilité de compléter un diplôme STIM serait relativement faible (de l'ordre de 0,2 selon nos calculs).

De plus, ce groupe étant composé d'individus inscrits en études courtes sous le statu quo, pour lesquelles la probabilité de terminer un diplôme est très élevée, leur transition dans un programme STIM implique une réduction significative de leur probabilité de graduation de l'ordre de -0.462 (colonne Δ Grad).

6.2 Le groupe « Université » sous le statu quo

Dans la deuxième partie du tableau 5, nous remarquons que 47.5 % de notre population choisirait les études universitaires sous le statu quo, mais il faut noter qu'une augmentation de l'aide financière générant une réduction des coûts des études induirait aussi une certaine proportion d'universitaires à choisir des études courtes. Comme nous l'avons déjà mentionné, cela s'explique par l'effet non monotone de l'aide financière.

Nos simulations démontrent que ce phénomène se concentrerait principalement sur les étudiants non-STIM puisque ces derniers représentent 6.5 % de notre population tandis que les étudiants STIM (sous le statu quo) attirés vers les études courtes (à cause de la bourse) représentent 1.9 % de la population. Cependant, ces derniers représentent quand même une proportion significative de l'ensemble des

fréquentations STIM sous le statu quo puisqu'elle représente environ 9 % des fréquentations STIM ($1.9/[1.9+8.0+109]$), chiffres tirés des trois dernières lignes de la section « Université » précédant le Total du tableau, colonne « % »).

Il est important de noter que ce dernier groupe est doté d'un très bon niveau quantitatif moyen avec des scores de 0.579 en EIACA et 0.862 en Math. Ils ont aussi un score bien supérieur à la moyenne au niveau verbal comme indiqué par la valeur de 0.497. Puisque ce groupe choisirait les études courtes aux dépens d'une filière STIM, leur taux de graduation serait aussi automatiquement affecté positivement puisque la filière STIM a un taux de succès beaucoup plus faible. Cela est confirmé avec un gradient de 0.403 se trouvant dans la dernière colonne.

6.3 Sommaire des effets de composition

L'analyse présentée ci-haut montre bien que la dynamique de composition générée par une augmentation de la générosité de l'aide financière se caractérise par deux faits principaux. Les étudiants attirés vers les études universitaires par une réduction des coûts (induite par la distribution de bourses) tendent à :

- avoir des niveaux d'habiletés cognitives (spécialement quantitatives) en dessous de la population inscrite à l'université sous le statu quo
- favoriser des filières autres que les sujets STIM.

Cela veut essentiellement dire, en d'autres termes, que toute expansion du système universitaire provenant de nouveaux étudiants attirés par une réduction des coûts contribuerait à changer la répartition des filières choisies et en particulier, à diminuer la proportion d'étudiants STIM.

Cependant, il faut bien comprendre que ce résultat est basé sur l'estimation des capacités cognitives des « étudiants marginaux », et fait donc abstraction de la possibilité que le comportement des étudiants déjà inscrits à l'université sous le statu quo (et des autres aussi) puisse changer. En effet, il n'est pas impossible qu'un changement dans le coût des études affecte le choix de filière de la population étudiante déjà existante et que l'effet total d'un changement dans le niveau de générosité soit de signe opposé à celui induit par la dynamique de composition. Dans le cas inverse, il pourrait aussi renforcer l'effet négatif expliqué par le changement de composition.

Cette possibilité est de nature différente du phénomène de composition analysée précédemment. Elle questionne le comportement des individus faisant face à une variation (dans ce cas, à une réduction) des frais d'éducation. Cependant, la structure de notre modèle, et tout particulièrement l'utilisation d'un modèle Logistique

multivarié avec coefficients aléatoires, nous permet justement de déterminer si les choix de filières dépendent du coût des études puisque notre modèle internalise le phénomène de sélection causée par la variation du coût des études. La section qui suit est consacrée à cette question.

7 Effet de l'aide financière sur les choix de filières

Après avoir analysé les effets de composition liés à la générosité de l'aide financière, nous utilisons notre modèle afin de répondre à la question suivante :

- Dans quelle mesure un changement du coût des études supérieures induit-il les jeunes étudiants à modifier leur filière d'étude, toutes choses étant égales par ailleurs ?

La réponse à cette question requiert une analyse du comportement des individus dans notre population, et en particulier de ceux qui seraient inscrits à l'université avec ou sans expansion du niveau de générosité. Pour y répondre, il est suffisant d'évaluer les effets marginaux de notre modèle.

Les résultats présentés ci-dessous ont été obtenus en estimant une version synthétique de notre modèle dans lequel la variable mesurant la filière est basée sur la filière associée au plus haut diplôme obtenu. Cela nous permet d'augmenter le nombre d'observations bien que des résultats similaires aient été obtenus avec le modèle complet analysé en Section 6.

7.1 Générosité de l'aide financière

Pour répondre à ces questions, nous avons calculé les effets marginaux pour une variation unitaire de 1000 \$. Pour rappel, les bourses offertes allaient de 500 \$ à 4000 \$. Les écarts-types des effets marginaux sont calculés à partir des écarts-types des paramètres structurels en utilisant une méthode « bootstrap paramétrique ». Ils sont évalués à la valeur moyenne des régresseurs individuels pour chaque type et aussi à la valeur moyenne de l'hétérogénéité non observée (comme cela est fait implicitement dans la littérature utilisant les méthodes d'évaluation plus classiques). Pour une explication plus détaillée des types, nous renvoyons le lecteur à la partie 5.1 ci-dessus et à l'annexe.

Tableau 6

Probabilités des Types et Effets Marginaux de l'Aide Financière sur l'Inscription à l'Université, le Choix de Filière et les Revenus

Modèle: Filière du plus Haut Diplôme (# observations=6280)					
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Moyenne
Probabilité type	0.150	0.197	0.349	0.304	-
Inscrit à l'Université	0.00	0.00	-0.1250**	0.1975**	0.0164**
	-	-	(0.009)	(0.013)	(0.004)
STIM	0.00	0.00	-0.1878**	-0.2404**	-0.1385**
			(0.019)	(0.030)	(0.015)
Commerce	0.00	0.00	0.1584**	0.0760**	0.0784**
			(0.020)	(0.017)	(0.011)
SSHE	0.00	0.00	-0.0740**	0.1637**	0.0238**
			(0.019)	(0.024)	(0.008)
Santé			0.0691**	-0.0114**	0.0206**
			(0.011)	(0.006)	(0.004)
Sans Diplôme Univ	0.00	0.00	0.0343**	0.0122**	0.0157**
	-	-	(0.005)	(0.003)	(0.003)
Revenus (30 ans)	0.00	0.00			-0.0467*
					(0.020)

Note: Tous les effets marginaux sont évalués à la moyenne des régresseurs. Les erreurs-types sont évaluées à partir d'une méthode de bootstrap utilisant la distribution asymptotique des paramètres structurels. Estimés avec ** (*) sont significatifs 1% (5%).

Une revue exhaustive des résultats présentés dans le Tableau 6 révèle trois résultats principaux. Premièrement, à partir des probabilités de types se retrouvant dans la première ligne du tableau, il apparaît que pour plus d'un tiers de la population (15.0+19.7=34.7 %), les décisions d'inscription à l'université ainsi que le choix de filières sont parfaitement inélastiques à l'aide financière. En d'autres termes, pour cette sous-population, l'aide financière ne fait que bonifier leur niveau de consommation ou d'épargne et ne change donc en rien leur projet éducatif. Pour le reste de la population, ces mêmes décisions peuvent varier selon le niveau d'aide.

Un deuxième résultat, déjà mentionné en Section 6, est la non-monotonie de l'effet de l'aide sur la fréquentation universitaire. En effet, bien que l'effet moyen calculé en intégrant la distribution des types discrets soit à égal à 0.0164 (dans la dernière colonne), on observe un effet négatif (-0.1250) pour 34.9 % de la population et un effet positif (0.1975) chez les 30.4 % restants. Comme cela a été expliqué en

Section 6, ce phénomène joue un rôle important dans l'effet de composition.

Cependant, le troisième résultat, probablement le plus frappant, est certainement la forte sensibilité des choix de filières pour les deux tiers de notre population (34,9 % + 30,4 %). Cela est tout particulièrement vrai pour la filière STIM. Pour chaque millier de dollars, la probabilité moyenne d'obtenir un diplôme STIM est réduite de 0.1385, alors que la filière commerce est celle qui augmente le plus avec un effet mesuré de 0.0784 (dernière colonne du tableau).

Ce résultat peut être interprété comme suit. En baissant le coût des études supérieures, une proportion des étudiants qui choisiraient une filière STIM sous le statu quo tendent à se déporter vers un deuxième choix (la filière commerce, en l'occurrence, qui est moins exigeante sur le plan des compétences quantitatives comparée aux filières STIM mais plus exigeante que les autres filières). On note aussi une augmentation de la diplomation en Sciences Humaines-Humanités et Education (SSHE) de l'ordre de 0.0238 en moyenne (dernière colonne).

Ce troisième résultat est intéressant à plus d'un titre. Dans la mesure où les filières STIM sont celles qui requièrent le plus d'effort académique, il indique que l'effort académique fourni par l'étudiant se réduit lorsque l'état prend en charge une part plus large du coût économique des études.

Il est aussi intéressant au vu de l'effet mesuré sur la probabilité de travailler pendant les études. Alors qu'on pourrait s'attendre qu'un mouvement vers la gratuité scolaire tende à réduire le travail pendant les études, nos résultats indiquent le contraire puisque l'effet mesuré est positif (0,02) quoique petit.

Finalement, il est intéressant de coupler l'effet de l'aide sur les choix de filières avec l'effet mesuré sur les salaires vers 30 ans. En effet, ce dernier est estimé à -0.0467, indiquant par le fait même une baisse de salaire à 30 ans de presque 5 % pour chaque 1000 \$ de bourse. Ce paramètre, qui n'a pratiquement jamais été estimé dans la littérature, est difficile à appréhender puisqu'une réduction des frais de scolarité peut à la fois générer une augmentation nette des inscriptions universitaires tendant à augmenter les salaires, mais aussi perturber la distribution des filières choisies en réduisant le choix des filières scientifiques comme nous l'avons démontré plus tôt. Bien que cet effet ne soit pas énorme, sa négativité indique quand même l'importance de l'effet dissuasif de la gratuité sur les filières scientifiques.

8 Caractéristiques individuelles et choix de filières

Le processus de randomisation imbriqué dans l'expérience individuelle nous a permis d'évaluer l'effet d'un changement dans la générosité de l'aide financière et de le distinguer de son impact sur la composition de la population universitaire. Il est maintenant naturel de comparer cet effet à celui des caractéristiques individuelles mesurées dans l'enquête précédant l'expérience de terrain puisqu'il est certain que le choix de filière dépend aussi des compétences individuelles.

À partir des effets marginaux estimés, il est possible de répondre aux questions suivantes :

- Comment l'effet de l'aide financière se compare-t-il à celui des différences individuelles au niveau du score EIACA et des autres mesures de compétences (mathématique, verbale, et motivation) ?
- À compétences égales, comment les Québécois et les Ontariens se comparent-ils en termes de probabilité de succès dans les filières STIM ?
- À compétences égales, comment les garçons et les filles se comparent-ils en termes de probabilité de succès dans les filières STIM ?

Dans le Tableau 7, on retrouve les effets marginaux des facteurs cognitifs et non cognitifs les plus importants sur les probabilités de graduation des quatre filières (STIM, Commerce, Sciences Sociales et autres, et Santé. Dans les deux dernières colonnes, on retrouve aussi l'effet mesurant le différentiel entre Québec et les autres provinces ainsi que le différentiel femme-homme.

Tableau 7

L'Effet des Caractéristiques Individuelles sur la Probabilité D'Inscription à l'Université
et sur la Filière du plus haut Diplôme Obtenu

	Effets Marginaux (Erreur-type)					
	EIACA	Math	Verbal	Motivation	Femme	Québec
Inscription Univ.	0.0492**	0.0471**	0.0628**	0.0750**	0.0139**	-0.4262**
	(0.004)	(0.003)	(0.006)	(0.005)	(0.010)	(0.004)
Filière						
STIM	-0.0116**	0.1317**	-0.0059**	0.0950**	-0.0253*	-0.1037**
	(0.004)	(0.010)	(0.002)	(0.009)	(0.011)	(0.012)
SS-H-S	0.0002	-0.1032**	0.0172**	-0.0233**	0.1241**	0.0004
	(0.005)	(0.009)	(0.006)	(0.008)	(0.009)	(0.008)
Commerce	-0.0394**	0.0490**	-0.0286**	-0.0443**	-0.1195**	0.1313**
	(0.004)	(0.006)	(0.004)	(0.005)	(0.010)	(0.060)
Santé	-0.0018	-0.0128**	0.0042**	0.0258**	0.1011**	-0.0116**
	(0.003)	(0.003)	(0.001)	(0.004)	(0.019)	(0.003)

Note: Tous les effets marginaux sont évalués à la moyenne des régresseurs. Les erreur-types sont évaluées à partir d'une méthode de bootstrap utilisant la distribution asymptotique des paramètres structurels. Estimés avec ** (*) sont significatifs 1% (5%).

8.1 Le Rôle des compétences quantitatives

A ce stade, une question vient naturellement à l'esprit : laquelle de nos deux mesures des capacités en mathématiques prédit le mieux la diplomation dans une filière scientifique ? Nos résultats apportent une réponse assez claire puisque l'effet d'un écart-type dans la mesure académique subjective de compétences en mathématiques [égale à 0,13] est largement supérieur à l'effet estimé pour un écart-type du score EIACA [environ à -0,01].

La différence entre ces deux mesures est aussi tangible lorsqu'on considère leurs effets sur l'obtention d'un diplôme dans les sciences sociales. Alors que le score EIACA n'a pratiquement aucun impact sur propension à obtenir un diplôme en sciences sociales [l'effet estimé est égal à 0,000 2], un plus haut niveau en mathématiques la réduit considérablement puisque l'effet mesuré est -0,10 pour un écart-type.

Ce résultat est d'autant plus intéressant à la lumière de l'intérêt suscité par les résultats de l'enquête PISA dans les médias et dans la sphère publique. Il est reconnu depuis longtemps que l'enquête EIACA mesure essentiellement les mêmes compétences que l'enquête PISA. Il indique donc que le test EIACA n'a aucune valeur prédictive sur les choix de filière, et en particulier, sur les filières STIM, toutes choses étant égales par ailleurs [après avoir conditionné sur les habilités théoriques en maths, et les capacités en lecture]. Il est donc raisonnable d'en conclure que la même chose est vraie du programme PISA.

Un second résultat tout aussi intéressant est l'importance du facteur non cognitif mesurant la motivation à l'école sur la probabilité d'obtention d'un diplôme STIM. L'effet mesuré pour un écart type du facteur motivation [environ 0,10] est de peu inférieur à l'effet d'un écart-type de compétences en maths. D'une certaine façon, ce résultat nous conforte dans le postulat que la filière STIM est celle qui requiert de loin le plus d'effort académique puisque notre mesure de motivation académique peut être aisément interprétée comme une mesure de la propension à fournir des efforts académiques.

8.2 Les différences entre hommes et femmes

Il est bien connu que les femmes ont en général une fréquentation plus basse des programmes scientifiques. Cependant, les études diffèrent souvent quant à la prise en compte de mesures d'habilités cognitives et non cognitives. Dans beaucoup de cas, les études sont basées sur des données qui ne contiennent aucune mesure d'habilité cognitive. Il est donc intéressant de quantifier le différentiel homme-femme persistant après avoir contrôlé pour toutes les mesures disponibles [verbales, mathématiques, et motivation].

Nos résultats ne montrent pas de différence notable entre filles et garçons, puisque notre estimé, bien que négatif, demeure assez faible [-0,025]. Cet effet n'est évidemment pas incompatible avec l'existence d'une forte différence mesurée dans les données brutes. Cependant, il implique qu'à compétence quantitative égale, les jeunes femmes ont une probabilité d'obtention de diplôme STIM légèrement inférieure aux jeunes hommes.

Bien qu'il puisse être étonnant, notre résultat s'explique par le fait qu'il nous est possible de prendre en compte un grand nombre de déterminants psychométriques. La quasi-égalité entre jeunes hommes et jeunes femmes ne veut pas dire que ces deux groupes ont les mêmes préférences pour la filière STIM. Il est fort probable que les différences observées au niveau de nos mesures d'habilités quantitatives soient elles-mêmes le résultat d'une préférence pour les STIM moins développées chez les

femmes que les hommes, et que cette différence soit bien antérieure dans le cheminement scolaire au moment où ces mesures ont été obtenues [c'est-à-dire dans l'enquête précédant l'expérience de 2008-2009].

Finalement, on note aussi une probabilité beaucoup plus grande pour les femmes [de l'ordre de 0,12] d'obtenir son diplôme le plus élevé dans le domaine des sciences sociales ou autres sujets liés.

8.3 La différence entre le Québec et l'Ontario

Nos estimés démontrent des différences importantes en termes de choix de filières entre les étudiants québécois et ceux des autres provinces. En considérant la filière associée au plus haut diplôme obtenu, et à compétences égales, les Québécois ont une probabilité d'obtenir un diplôme STIM moins élevée de 0,10 que les étudiants des autres provinces ayant participé à l'expérience. La probabilité de diplomation en sciences sociales et humanités des Québécois semble beaucoup plus comparable à celle des autres puisque l'effet estimé est pratiquement nul.

La défaveur des Québécois envers la filière STIM semble être compensée par une probabilité plus grande d'environ 0,13 d'obtenir un diplôme universitaire de nature commerciale.

9 Implications pour les politiques publiques

Cette recherche nous a permis de confronter deux objectifs communément partagés dans de nombreux pays ; la volonté d'offrir l'éducation supérieure à un coût le plus bas possible et le désir [plus récent] de stimuler la fréquentation des filières scientifiques [STIM]. Plus précisément, notre étude nous a permis d'évaluer dans quelle mesure ces deux objectifs sont compatibles puisque l'accès à des données uniques nous a permis d'estimer l'effet causal d'une variation aléatoire dans le coût des études supérieures sur les choix de filières.

L'originalité de notre étude nous a permis de présenter les effets de l'aide financière aux études supérieures sous un angle jusque-là pratiquement jamais considéré.

En surface, une réduction des coûts générée elle-même par la distribution aléatoire de bourses d'études augmente comme attendu la fréquentation nette universitaire ainsi que le nombre d'individus obtenant un diplôme universitaire.

Cependant, nos résultats nous ont permis de mettre en lumière certains aspects qui sont normalement indétectables lorsque les choix de filières sont ignorés et/ou lorsque des méthodes d'estimation ne permettant de mesurer l'incidence de la non-

monotonie des effets de l'aide financière sont utilisées.

Précisément, et malgré le fait que l'obtention de bourses ait augmenté la proportion nette d'individus choisissant des études universitaires, il existe parallèlement un effet inverse tendant à pousser les individus à choisir les études post-secondaires courtes plutôt que les études universitaires. Cependant, ces derniers étant moins nombreux que ceux induits à choisir l'université à cause des bourses, l'effet net demeure positif.

Deuxièmement, il apparaît que toute réduction du coût des études change considérablement la composition moyenne de la population étudiante. Nos résultats indiquent que toute expansion de la fréquentation universitaire générée par une réduction des coûts attirerait des étudiants très peu enclins à choisir les filières STIM. Évidemment, ces sous-groupes représentent une proportion relativement faible de la population étudiante.

Troisièmement, et cela représente un effet induit et involontaire de toute politique visant à réduire les coûts de l'éducation supérieure, l'effet négatif de l'aide financière sur la proportion d'étudiants STIM n'est pas explicable que par un effet de composition. Nos résultats indiquent que toutes choses étant égales par ailleurs, la générosité du système d'aide financière affecte les choix de filières et en particulier, réduit la probabilité de fréquentation des filières STIM. Par ce fait même, une réduction des coûts augmente le taux de diplomation universitaire puisqu'elle induit des étudiants à choisir les filières demandant moins d'effort académique.

Bien que nouveaux en soi, nos résultats ne sont pas incompatibles avec d'autres segments de la littérature microéconométrique. En effet, il est généralement reconnu que de nombreux programmes de sécurité sociale tels que l'assurance chômage, les prestations de bien-être social, etc.) ont un effet désincitatif sur le niveau d'effort individuel tel que la participation sur le marché du travail (dans le cas du bien-être social) ou les activités de recherche d'emploi (pour l'assurance-chômage). Il n'est donc peut-être pas surprenant que quand l'état paye une part grandissante des coûts économiques de la formation universitaire, une proportion de la population étudiante réponde par des choix de filières requérant des niveaux d'effort moindre.

Nos résultats illustrent donc l'arbitrage auquel les décideurs publics doivent faire face. Bien que la nécessité d'avoir un fort taux d'inscription et de diplomation ne puisse pas être remise en cause, la poursuite de politiques visant à maintenir les frais de scolarité au plus bas niveau possible semble incompatible avec la volonté d'augmenter la fréquentation des filières STIM. Cela constitue donc un effet caché et certainement non désiré des politiques d'accès aux études supérieures.

À ce stade, une question survient tout naturellement : comment éviter cet effet indésirable ? Pour répondre à cette question, il faut revenir à des principes économiques relativement simples. Puisque l'effet négatif de l'aide financière agit sur les choix comme un effet revenu classique, il faut donc concevoir des politiques qui vont perturber le coût et/ou le rendement relatif de la filière STIM par rapport aux autres filières de façon à créer un effet de substitution en faveur des STIM. On peut penser qu'une subvention conditionnelle à la fréquentation ou la diplomation STIM pourrait y contribuer, du moins si elle était de niveau suffisant. Notre étude ne nous permet pas de répondre à cette question précisément, mais elle pourrait faire l'objet de recherche future.

Évidemment, comme nos résultats le montrent aussi, une barrière importante à la fréquentation des STIM est le niveau de compétences en mathématiques. Cela implique donc qu'une augmentation globale du niveau des compétences en mathématiques réduirait mécaniquement le niveau d'effort requis pour réussir dans ces filières. Cependant, il n'est pas certain que ce genre de politique soit facilement réalisable en pratique puisqu'elle demanderait des investissements volumineux dès la petite enfance.

En conclusion, nos résultats indiquent que sans intervention spécifique visant à altérer les coûts et/ou les bénéfices liés aux filières STIM, il serait très difficile de stimuler une augmentation de la fréquentation de ces filières scientifiques sans une intervention ciblée des pouvoirs publics.

Bibliographie

Altonji, J., Arcidiacono, P., and A. Maurel (2016). The Analysis of Field Choice in College and Graduate School: Determinants and Wage Effects, NBER Working Paper 21,655 and Handbook of the Economics of Education 5, 305–396.

Altonji, J. G., Blom, E., and C. Meghir (2012). Heterogeneity in Human Capital Investments: High School Curriculum, College Major, and Careers. *Annual Review of Economics*, 4(1), 185–223.

Angrist, J., Autor, D., and A. Pallais (2022). Marginal Effects of Merit Aid for Low-Income Students. *Quarterly Journal of Economics*, 137 (2), pp.1039-1090.

Arcidiacono, P., Hotz, V. and S. Kang (2012). Affirmative Action and Sorting across Colleges: The Effects of Prop 209 on Graduation Rates among University of California Campuses. Unpublished manuscript, Duke University.

Belzil, C, Hansen, J. et J. Pernaudet (2024) Separating the Structural and Composition Effects of Randomized Higher Education Financial Aid Generosity on Field of Study, Working Paper (disponible sur demande)

Belzil, C., Maurel, A., and M. Sidibé (2021). Estimating the Value of Higher Education Financial Aid: Evidence from a Field Experiment. NBER Working Paper 23,641, *Journal of Labor Economics*, 39(2), 361–395.

Belzil, C., Pernaudet, J., and F. Poinas (2021). Estimating Coherency between Survey Data and Incentivized Experimental Data. IZA Discussion Paper N°14,594.

Carneiro, P., Hansen, K., and J. J. Heckman (2003). Estimating Distributions of Treatment Effects with an Application to the Returns to Schooling and Measurement of the Effects of Uncertainty on College Choice. *International Economic Review*, 44, no. 2:361—422.

Chatterjee S. and F. Ionescu (2012), Insuring student loans against the financial risk of failing to complete college, *Quantitative Economics*, 3, 393–420

Cornwell, C., Lee H. K. and Mustard, D. B. (2006) The Effects of State-Sponsored Merit Scholarships on Course Selection and Major Choice in College, IZA Bonn Discussion Paper No. 1953

Dynarski, S., L. C. Page, and J. Scott-Clayton (2022). College costs, Financial aid, and student decisions. National Bureau of Economic Research working paper No.w30275.

Gary-Bobo, R. and A. Trannoy (2015), Optimal student loans and graduate tax under moral hazard and adverse selection. CESifo Discussion Paper no. 4279.

Gneezy, U., List, J. A., Livingston, J. A., Qin, X., Sadoff, S., and Y. Xu (2019). Measuring Success in Education: The Role of Effort on the Test Itself. *American Economic Review: Insights*, 1, no. 3:291–308.

Hanushek, E. A., C. K. Y. Leung, and K. Yilmaz (2014), Borrowing constraints, college aid, and intergenerational mobility. *Journal of Human Capital* 8 (1), 141.

Jagelka, T. (2024) Are Economist's Preferences Psychologist's Personality Traits: A Structural Approach. *Journal of Political Economy* 132 (3), 910–970

Johnson, C., and C. Montmarquette (2015). The Lack of Loan Aversion among Canadian High-School Students. *Canadian Journal of Economics* 48, no. 2:585—611.

Ham, J. C., & LaLonde, R. J. (1996). The effect of sample selection and initial conditions in duration models: Evidence from experimental data on training. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 175–205.

Montmarquette, C. (2020). Les déterminants du choix du domaine d'études universitaires. Une revue de la littérature et identification de pistes d'interventions (2020RP-11, Rapports de projets, CIRANO.)

Patnaik, A., M. Wiswall, and B. Zafar (2021). College majors. *The Routledge Handbook of the Economics of Education*, 415–457.

Sjoquist, D. L. and J. V. Winters (2015). State merit aid programs and college major: A focus on Stem. *Journal of Labor Economics* 33 (4), 973-1006.

Wiswall, M., and B. Zafar (2015). Determinants of College Major Choice: Identification using an Information Experiment. *The Review of Economic Studies*, 82(2), 791–824.

Annexe au rapport

L'EFFET DU COUT DES ÉTUDES SUPÉRIEURES SUR LES
CHOIX DE FILIÈRES STRATEGIQUE, SCIENTIFIQUES ET
MATHEMATIQUES AU QUÉBEC ET AU CANADA

Christian Belzil
CREST-Institut Polytechnique de Paris, IZA, et CIRANO

Jörgen Hansen
Université Concordia, IZA, et CIRANO

Julie Pernaudet
Université de Chicago

Présentation du Modèle Econométrique

Stade 1: Choix entre Aide Financière et Argent dans l'Expérience Initiale

Nous créons 3 variables mesurant le nombre de fois où chaque type d'aide a été choisi: $N_{prêt}$, N_{bourse} et $N_{hybride}$. Le vecteur les contenant est dénoté FAD .

La probabilité de choisir un type d'aide o est modélisée à partir d'une équation de valorisation V_i^o :

$$V_i^o = \beta_i^o + \beta_X^o \cdot X_i + \varepsilon_i^o \quad o = prêt, bourse, hybride$$

où le terme ε_i^o suit une loi Logistique, β_X^o mesure l'effet des caractéristiques (vecteur X) et β_i^o est un terme d'hétérogénéité non-observée.

La probabilité de modalité j d'un individu i est la suivante:

$$\begin{aligned} \Pr(\#_{o,i} = j) &= \Pr(\gamma_{j-1}^o < \beta_{0,i}^o + \beta_X^o \cdot X_i + \varepsilon_i^o < \gamma_j^o) \\ &= \frac{\exp(\gamma_j^o - \beta_{0,i}^o - \beta_X^o \cdot X_i)}{1 + \exp(\gamma_j^o - \beta_{0,i}^o - \beta_X^o \cdot X_i)} - \frac{\exp(\gamma_{j-1}^o - \beta_{0,i}^o - \beta_X^o \cdot X_i)}{1 + \exp(\gamma_{j-1}^o - \beta_{0,i}^o - \beta_X^o \cdot X_i)} \end{aligned}$$

où les γ^o 's sont des paramètres "threshold".

Stade 2 et Stade 3: Inscription à l'Université et Choix de Filières

La variable $Univ_i$ est binaire (égale à 1 si l'individu s'est inscrit à l'université et 0 sinon) et la probabilité de fréquentation universitaire est la suivante::

$$\Pr(Univ_i = 1) = \frac{\exp(\beta_i^u + \beta_W^u \cdot W_i + \beta_{PFA,i}^u \cdot PFA_i)}{1 + \exp(\beta_i^u + \beta_W^u \cdot W_i + \beta_{PFA,i}^u \cdot PFA_i)}$$

avec

$$W_i = \{X_i, FAD_i\}$$

Les termes β_i^u et $\beta_{PFA,i}^u$ (mesurant l'effet de l'aide potentielle générée par le tirage aléatoire) sont spécifiques à l'individu i et le vecteur β_W^u mesure les effets des attributs ainsi que de l'aide financière potentielle.

La probabilité de choisir la filière j suit une loi Logit multinomiale à coefficients aléatoires:

$$\Pr(Filière_i = j) = \frac{\exp(\phi_i^j + \phi_W^j \cdot W_i + \phi_{PFA,i}^j \cdot PFA_i)}{\sum_f (\exp(\phi_i^f + \phi_W^f \cdot W_i + \phi_{PFA,i}^f \cdot PFA_i))}$$

ou les ϕ_i^j 's représentent les goûts spécifiques pour chaque filière et les $\phi_{PFA,i}^j$'s mesurent l'effet de l'aide potentielle. Les paramètres ϕ_W^j mesurent les effets des attributs individuels.

Stade 4: L'Acceptation de l'Offre d'Aide Financière

La probabilité d'accepter l'offre d'aide financière, que l'on dénote par $\Pr(Acceptation_i | offre)$, est de forme Logistique:

$$\Pr(Acceptation_i | offre) = \frac{\exp(\beta_i^c + \beta_X^c \cdot W_i + \beta_{PFA}^c \cdot PFA_i)}{1 + \exp(\beta_i^c + \beta_X^c \cdot W_i + \beta_{PFA}^c \cdot PFA_i)}$$

où les paramètres sont définis de façon identique aux équations antérieures.

Stade 5: Travail pendant les Etudes

La décision de travailler ou non pendant les études (la marge extensive) est représentée par la variable $Travail$ (= 1 si individu a travaillé pendant les études et 0 sinon). La probabilité dépend du vecteur W , de l'aide financière réalisée et d'un indicateur de la fréquentation d'un programme STIM. Cette probabilité, aussi de forme Logistique, est de la forme suivante:

$$\Pr(Travail_i) = \frac{\exp(\beta_i^w + \beta_W^w \cdot W_i + \beta_{AFA}^w \cdot AFA_i + \beta_{STIM}^w \cdot STIM_i)}{1 + \exp(\beta_i^w + \beta_W^w \cdot W_i + \beta_{AFA,i}^w \cdot AFA_i + \beta_{STIM}^w \cdot STIM_i)}$$

Stade 6: Complétion du Premier Diplôme

La probabilité de graduation ($Grad = 1$ ou 0) est estimée séparément pour les études courtes et les études universitaires (indice $k = courte, Univ$). Ces probabilités dépendent de l'aide financière reçue, de l'indicateur $Travail$, et aussi de l'indicateur $STIM$:

$$\Pr(Grad_i)^k = \frac{\exp(\beta_i^{g,k} + \beta_{iW}^{g,k} \cdot W_i + \beta_{AFA}^{g,k} \cdot AFA + \beta_{STIM}^{g,k} \cdot STIM_i + \beta_w^{g,k} \cdot Work_i)}{1 + \exp(\beta_i^{g,k} + \beta_W^{g,k} \cdot W_i + \beta_{AFA}^{g,k} \cdot AFA + \beta_{STIM}^{g,k} \cdot STIM_i + \beta_w^{g,k} \cdot Work_i)}$$

$k = courte, Univ$ and $\beta_{STIM}^{g,2Y} = 0$

Stade 7: Revenus vers 30 Ans

Le dernier élément est la distribution (Normale par hypothèse) des revenus annuels vers 30 ans, $E_{i,30}$. Nous l'écrivons sous forme de régression linéaire:

$$E_{i,30} = \beta_i^E + \beta_X^E \cdot X_i + \beta_{AFA,i}^E \cdot AFA_i + \epsilon_{i,30}^E$$

avec des paramètres β_i^E et $\beta_{AFA,i}^E$ propres à l'individu et où $\epsilon_{i,30}^E$ suit une loi Normale de moyenne 0 et écart type σ^E . L'effet de l'aide financière est capté par le paramètre $\beta_{AFA,i}^E$ et la contribution à la vraisemblance est notée par $\phi(E_{i,30})$.

Identification et Estimation

L'hétérogénéité prend la forme d'une fonction de répartition avec des types discrets (comme dans un histogramme multi-dimensionnel). Pour chaque type m , on a un vecteur:

$$\{\beta_m^o, \beta_m^u, \beta_{PFA,m}^u, \phi_m^j, \phi_{PFA,m}^j, \beta_m^C, \beta_m^w, \beta_m^{g,k}, \beta_m^r, \beta_m^E, \beta_{AFA,m}^E\} \quad m = 1, ..4$$

où j représente les différentes filières, o représente les 3 types d'aide de l'expérience initiale et $k = courte, univ$. Chaque type m est tiré aléatoirement d'une population avec des proportions (probabilités) écrites comme suit:

$$\Pr(\text{type } m) = \frac{\exp(t_m)}{\sum_{n=1}^4 \exp(t_n)}$$

Afin d'estimer la proportion d'individus dont les choix éducatifs ne sont pas affectés par l'aide

financière tirée aléatoirement, nous imposons les restrictions suivantes:

$$\begin{aligned}\beta_{PFA,1}^u &= \beta_{PFA,2}^u = 0 \\ \phi_{PFA,1}^j &= \phi_{PFA,2}^j = 0 \text{ pour tout } j \\ \phi_{AFA,1}^E &= \phi_{AFA,2}^E = 0\end{aligned}$$

Nous estimons tous les paramètres du modèle conjointement en formant la vraisemblance totale comme suit (pour un individu i):

$$\begin{aligned}L_i &= \sum_{m=1}^4 \Pr(\text{type}(m)) \cdot \Pr(FAD \mid \text{type } m) \cdot \Pr(RI_i = 1, \text{type } m) \\ &\cdot \Pr(Uni_i \mid \text{type } m) \cdot \Pr(Filière_i = j \mid \text{type } m) \cdot \Pr(Demande_i \mid \text{type } m) \\ &\cdot \Pr(Work_i \mid \text{type } m) \cdot \Pr(Grad_i \mid \text{type } m) \cdot \Pr(\log \text{revenus}_i \mid \text{type } m)\end{aligned}$$