

Les déterminants du choix du domaine d'études universitaires Une revue de la littérature et identification de pistes d'interventions

CLAUDE MONTMARQUETTE

EN
AVANT!
MATH!

Les déterminants du choix du domaine d'études universitaires. Une revue de la littérature et identification de pistes d'interventions

Claude Montmarquette¹
CIRANO et Université de Montréal

Juin 2020

Projet réalisé dans le cadre du projet « En Avant Math », initiative CRM-CIRANO
<https://enavantmath.org/>

1. Motivation et problématique

Pour plusieurs, le développement et la croissance économique des prochaines années seraient particulièrement tributaires d'un niveau élevé en capital humain des populations, et celui associé à une forte formation scientifique. On n'a qu'à penser aux défis que posent les changements climatiques, la maîtrise des nouvelles technologies et l'impact du développement de l'intelligence artificielle pour s'en convaincre. Une opinion répandue est que la technologie, davantage que les changements de comportements des consommateurs, sauvera la planète. Le marché du travail devra s'adapter aux applications liées à l'intelligence artificielle. Bref, une main-d'œuvre particulière sera requise. Deux questions nous interpellent à cet égard. Premièrement, quels sont les déterminants de l'acquisition d'un diplôme universitaire? Deuxièmement, conditionnel à ce premier choix, quels sont les déterminants d'un choix d'un domaine scientifique, notamment, celles exigeant une formation en mathématique importante? Sur la base d'identifier ces déterminants, quelles sont les politiques éducationnelles et économiques en mettre en place pour hausser la diplomation universitaire et inciter des choix de carrières scientifiques?

¹ L'auteur remercie un lecteur du CIRANO pour ses suggestions et ses remarques, notamment sur la question de l'offre éducationnelle.

Poursuivre des études est un investissement rentable tant sur le plan privé que social. **Psacharopoulos et Patinos (2018)** analysant 1120 études portant sur 119 pays au cours de la période 1950 à 2014 montrent que le rendement privé moyen en éducation atteint 9 % par année. Les filles ont en moyenne un rendement supérieur que les garçons. Les rendements sociaux sont également élevés grâce aux recettes fiscales pour l'État et aux externalités positives (par exemple, en réduisant les taux de criminalité) associées à l'éducation.

Les études recensées par les auteurs se réfèrent essentiellement à l'équation de Mincer (**Mincer, 1958**) pour estimer le rendement privé de l'éducation. Cette équation prend la forme suivante :

$$\ln(w_i) = X_i\alpha + rS_i + \beta e_i + \delta e_i^2 + \varepsilon_i$$

w_i est le revenu de travail de l'individu i ; X_i représente diverses variables socioéconomiques le concernant; S_i est le nombre d'années de scolarité de i ; e_i , sont ses années d'expérience sur le marché du travail; ε_i est un terme aléatoire reflétant les variables omises. Le coefficient r représente le rendement privé de l'éducation qui est estimée avec les données des recensements en général. Cette relation entre le revenu de travail et la scolarité est à la base de la théorie du capital humain de Becker (1964). Cette théorie suppose que S années de scolarité sont choisies afin de maximiser la valeur actualisée d'un flux de revenus au cours du cycle de vie de travail, nette des coûts de l'éducation².

Sur données québécoises, **Vaillancourt et al (2018)** présentent les taux de rendement privés et sociaux de l'éducation universitaire du premier et du deuxième cycle pour les années 2005 et 2010. Les taux de rendement des baccalauréats sont calculés par rapport

² Explicitement, la décision optimale de choisir s solutionne l'équation d'équilibre

$$\sum_{t=1}^{T-s} \frac{w_s - w_{s-1}}{(1+r_s)^t} = w_{s-1} + C_s. \quad C_s \text{ est le coût de l'éducation. En supposant } T \text{ relativement grand, } C_s \text{ petit, et}$$

s infiniment divisible, l'équation de Mincer liant w , r et s est une approximation de l'équation d'équilibre.

à un diplôme d'études secondaires. Ceux de la maîtrise le sont par rapport au baccalauréat. L'étude montre des rendements privés variant de 15,7 % (hommes en 2019) et 23,6 % (pour les femmes en 2010) pour le baccalauréat. Les rendements sociaux sont aussi élevés entre 11,8 % et 13,9 %. Les rendements sont nettement inférieurs pour la maîtrise. Selon les domaines d'études choisies, les rendements de l'éducation varient.

Identifier les déterminants du choix d'un domaine d'études est la principale préoccupation de notre étude. **Bettinger (2010)** a identifié deux cadres conceptuels utilisés par les chercheurs pour caractériser le choix des étudiants de leur domaine d'études et de leur occupation sur le marché du travail. Le premier cadre est attribué à **Hollande (1966, 1973)** et relève de la psychologie. Ce cadre est utilisé par les collègues pour aider les étudiants à choisir entre les différents domaines. Ce cadre repose sur six types de personnalité (réaliste, expérimental, artistique, social, entreprenant et conventionnel). **Bettinger (2010)** rappelle que lorsqu'un étudiant veut choisir un domaine d'études, les centres universitaires d'orientation offrent généralement une série de questions visant à déterminer les compétences, les activités, la perception de soi et les valeurs qui intéressent ou caractérisent un étudiant spécifique. L'idée est de réaliser un appariement entre ces traits de personnalité et le choix d'un domaine d'études.

Le deuxième cadre identifié par **Bettinger (2010)** provient du modèle économique du capital humain. Plusieurs auteurs y sont associés, mais **Duru et Mingat (1979)**, et **Berger (1988)** sont certainement parmi les premiers à l'appliquer au choix du domaine d'études. L'idée standard est que les étudiants choisiront un domaine spécifique si la valeur actuelle attendue de l'utilité à vie pour choisir ce domaine d'études est supérieure à la valeur attendue d'un autre domaine : un étudiant choisira le domaine j tant que les revenus attendus dans ce domaine, nets du coût de la formation, seront supérieurs à ceux d'un autre domaine i . Il est supposé que le rendement privé explique ce choix.

Dans **Montmarquette et al (2002)**, et **Boudarbat et Montmarquette (2006, 2009)**, l'affirmation que le choix de poursuivre des études postsecondaires ou universitaires et celui du choix de domaine d'étude reposent fondamentalement sur les rendements

monétaires anticipés liés à ces choix est clairement démontrée en modélisant le risque associé à l'obtention du diplôme convoité et la probabilité de trouver un emploi lié à son champ d'études.

Récemment, **Belfield et al (2019)** montrent qu'outre la perception pécuniaire sur les rendements de l'éducation, la valeur attendue de consommation de l'éducation joue un rôle majeur pour prédire la probabilité déclarée par les étudiants de poursuivre leurs études à plein temps. Dans le même contexte de croyances subjectives sur les bénéfices non pécuniaires, **Zafar (2013)** a relié ces bénéfices aux choix des domaines d'études des garçons et des filles. Comme l'inscription des femmes au premier cycle universitaire domine celle des hommes, cette distinction est importante. Tout en reconnaissant que les revenus attendus et les habilités perçues sont des facteurs déterminants du choix des domaines d'étude, **Wiswall et Zafar (2015a)** insistent sur le fait que le facteur dominant dans le choix des domaines d'études est les préférences hétérogènes.

La littérature économique moderne fourmille de textes sur le sujet du choix du domaine d'études des étudiants. Historiquement, on est passé de choix occupationnels au choix du domaine d'études, d'une situation de certitude sur la réussite à l'incertitude sur cette probabilité de réussir les domaines d'études envisagés, sur la probabilité de trouver un emploi dans le domaine choisi et sur la probabilité d'obtenir le revenu anticipé après diplomation. La probabilité de réussite n'est évidemment pas sans liens avec les traits de personnalité et les préférences des étudiants de sorte que plusieurs études tiennent compte des anticipations subjectives de réussite dans plusieurs domaines et anticipent divers états de la nature, comme le mariage par exemple. Quelques études reconnaissent la possibilité de changer de domaines d'études, et d'autres se sont intéressées à des choix de domaines spécifiques comme celles du STIM. Aux données d'enquêtes et des données administratives, s'ajoutent maintenant des données expérimentales pour étudier ces choix.

Dans ce texte, nous n'allons pas examiner les centaines d'études qui ont été réalisées sur la question du choix des domaines d'études. Nous nous concentrons sur quelques études

que nous jugeons importantes et qui ont mobilisé l'approche du capital humain, et élargi le modèle de base pour mieux incorporer les préférences individuelles.

Faisant suite à cette introduction, nous présentons le modèle du capital humain pour expliquer les choix des domaines d'études. La prise en compte des préférences hétérogènes et individuelles sur le choix des domaines d'études est présentée dans la section 3. Dans la section 4, quelques études reliées au STIM sont examinées. Nous discutons dans la section 5 de pistes d'interventions issues des études précédentes. La section 6 conclut et des analyses complémentaires sont suggérées.

2. L'approche du capital humain sur les choix de domaine d'études

Initialement, plusieurs études ont exploré les impacts du contexte socioéconomique et des caractéristiques personnelles telles que le sexe sur la demande d'éducation et le choix d'une profession. Elles n'ont pas abordé la question plus spécifique des impacts de ces variables sur le choix de la concentration choisie au premier cycle. Une exception importante est l'étude de **Berger (1988)**. L'auteur a montré que dans leur choix de domaines d'études ou de concentrations de cours, les individus sont moins influencés par les niveaux de revenus initiaux dans les professions liées aux différents domaines d'études, mais davantage par le flux de revenus que ces professions devraient générer. **Berger** fait l'hypothèse implicite que différentes professions avec des flux de revenus distincts sont étroitement liées à des choix de concentrations déterminées au niveau collégial. Bien entendu, cette hypothèse est restrictive dans un environnement d'enseignement des arts libéraux tel qu'il existe aux États-Unis, où la spécialisation professionnelle dans leur système d'enseignement intervient généralement dans les programmes d'études supérieures. Néanmoins, même dans un tel contexte éducatif, on peut affirmer que les étudiants perçoivent certains domaines d'études supérieures comme débouchant sur une formation ultérieure leur donnant accès à des métiers offrant des revenus plus élevés et une plus grande sécurité de l'emploi. Par exemple, si on veut entrer en médecine - une profession qui tend à offrir des salaires plus élevés et une plus

grande sécurité de l'emploi - il vaut mieux réussir un diplôme en sciences au niveau collégial.

Toutefois, si le choix d'un domaine scientifique présente pour l'étudiant une probabilité relativement faible de réussite, un étudiant peut choisir un domaine lui offrant une plus grande probabilité de réussite même si ce choix conduit à un flux de revenus anticipés plus faibles. En supposant que le choix de la concentration des études collégiales est un facteur déterminant du succès de carrière, que les domaines les plus risqués sont associés à des flux de revenus ultérieurs plus élevés, et que les étudiants sont motivés dans leur choix par la possibilité d'accéder à des flux de revenus plus élevés, une analyse de l'impact de la probabilité de réussite perçue dans un domaine d'études influe sur le domaine choisi. **Duru et Mingat (1979)** ont été les premiers à présenter un modèle qui prend en compte la probabilité de succès du choix d'un domaine d'études donné. Ils ont retenu l'hypothèse de la présence d'un compromis entre le rendement économique de l'éducation et le risque d'échec sur le choix du domaine d'études. **Paglin et Rufolo (1990)** ont également apporté une contribution dans cette direction en montrant que l'avantage comparatif de réussite influe sur le choix observé de la concentration d'études. Leur étude a exposé des différences observées entre diplômés hommes et femmes en matière de revenus et de choix professionnels. Pour leur part, **Fiorito et Dauffenbach (1982)**, et **Easterlin (1995)** ont insisté sur les déterminants liés aux préférences du choix du domaine d'études.

Altonji (1993) a proposé un modèle théorique où l'éducation est considérée comme une série de décisions en fonction des rendements économiques, des goûts et des capacités personnelles quant à l'opportunité d'aller à l'université, quel domaine d'études choisir, la décision d'abandonner ou non ce choix.

Montmarquette, Cannings et Mahseredjian (2002)

Précédant l'étude de **Montmarquette et al (2002)**, sauf les exceptions notées, les études sur les déterminants du choix du domaine d'études avaient supposé une probabilité de succès constante de toutes les disciplines ou un flux constant de revenus dans les

disciplines sans tenir compte du salaire que l'on touchera si on n'obtient pas le diplôme convoité. Notre modèle ignore ces deux hypothèses restrictives dans le calcul des gains attendus – qui est soumis aux agents extérieurs – pour expliquer la probabilité qu'un étudiant choisisse parmi quatre disciplines : sciences, affaires, éducation, arts libéraux et lettres.

Le modèle théorique suppose que pour des préférences données, l'espérance d'utilité d'un individu i de choisir le domaine j dépend des revenus anticipés.

$$Eu_{ij} = y_{ij}^* = p_{ij}(x)e_{ij}(z) + (1 - p_{ij}(x))e_{i0}(z), \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, M \quad (1)$$

Où x et z sont des facteurs qui influencent respectivement la probabilité de succès et $p_{ij}(x)$ les revenus des diplômés $e_{ij}(z)$. $e_{i0}(z)$ est l'autre source de revenus sans succès si on ne réussit dans aucun domaine.

Un individu i choisira le domaine j sur l'alternative k si, $Eu_{ij} > Eu_{ik}$.

Soit U_{ij}^* le niveau attendu d'utilité indirecte pour l'individu i dans le domaine j , exprimé sous forme de fonction linéaire des revenus attendus de l'équation (1), des caractéristiques de l'individu (w) et une composante aléatoire non observée (ε) qui reflète les particularités des préférences de cet individu pour le domaine j :

$$U_{ij}^* = \beta' y_{ij}^* + \alpha_j' w_i + \varepsilon_{ij}$$

U_{ij}^* n'est pas observable, mais le choix C_{ij} de l'individu l'est : $C_{ij} = 1$, si $U_{ij}^* \geq U_{ik}^*$ pour tout $k \neq j$. $C_{ij} = 0$, autrement.

En supposant que les résidus ε_{ij} sont distribués de manière indépendante et identique à la distribution de valeur extrême de type 1 (ou de Gumbell), nous pouvons dériver un

modèle Logit multinomial du choix discret de la probabilité P_{ij} pour l'individu i choisissant le domaine j ³.

$$P_{ij} = \text{Prob}(C_{ij} = 1) = \frac{\exp(y_{ij}^* + \alpha_j' w_i)}{\sum_{k=1}^n \exp(y_{ik}^* + \alpha_k' w_i)}$$

La construction de la variable de revenus attendus y_{ij}^* nécessite des informations sur la probabilité de réussite perçue de l'élève pour chacun des quatre domaines d'études retenus, sur les revenus prévus des diplômés dans tous les domaines et les revenus attendus pour les étudiants qui ne réussissent pas à terminer leur programme collégial (équation (1)). Utilisant des données de l'enquête longitudinale nationale américaine (the National Longitudinal Survey of Youth, NLSY), soit un échantillon de 851 personnes qui en mai 1979 étudiaient à des niveaux différents dans l'un des quatre domaines retenus, nous avons évalué les chances de succès dans tous les domaines pour toutes les personnes de l'échantillon.

Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

³ Une restriction bien connue du modèle Logit multinomial est l'indépendance des alternatives, ignorant la possibilité de changer de disciplines (**IIA – Independence of Irrelevant Alternatives**). Pour éviter cette restriction, nous avons utilisé le modèle de valeur extrême hétéroscédastique (HEV) développé par **Bhat (1995)** et également le modèle multinomial Probit (MNP). Les résultats sont essentiellement les mêmes que ceux du modèle Logit multinomial.

Moyennes observées et probabilités prédites de succès

	Observées		Perçues							
			Affaires		Arts libéraux		Sciences		Éducation	
	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
Affaires	0,52	0,38	0,52	0,37	0,45	0,47	0,44	0,21	0,48	0,63
Arts libéraux	0,42	0,50	0,45	0,38	0,42	0,50	0,41	0,24	0,51	0,76
Sciences	0,57	0,36	0,60	0,49	0,45	0,54	0,57	0,35	0,52	0,78
Éducation	0,45	0,64	0,35	0,31	0,35	0,43	0,31	0,19	0,46	0,64

Source : **Montmarquette, Cannings et Mahseredjian (2002).**

Plusieurs variables ont été utilisées pour faire ces estimations, en particulier celles qui mesurent les habiletés des étudiants dans différentes sphères, comme la connaissance des mathématiques, des mots ou vocabulaires, et ainsi de suite. Ces tests (**Armed Services Vocational Aptitude Battery test**) dont les scores sont dérivés d'une courbe de réponse d'items psychométriques sont censés être indépendants de la race, du contexte socioéconomique et de la scolarité de l'élève. Les variables qui ont le plus fort impact sur la probabilité de réussite en finances sont les ASVAB de connaissances mathématiques et de vocabulaire. Pour ceux ont choisi les arts libéraux et l'éducation, un modèle Probit prédit que leur probabilité estimée de leur succès en sciences est bien inférieure à la probabilité observée chez ceux qui ont opté pour les sciences. Ceux qui ont entrepris des études en sciences auraient très bien réussi en affaires et en éducation. Le tableau montre également que les étudiants masculins qui ont choisi l'éducation sont particulièrement bien adaptés à ce domaine, alors qu'ils n'auraient pas très bien réussi dans les autres domaines. Les femmes qui se spécialisent en sciences montrent une probabilité prévue de succès meilleure ou égale aux probabilités de succès observées chez les hommes et les femmes dans les domaines des affaires, des arts libéraux et de l'éducation. À l'autre bout du spectre, les femmes qui ont choisi l'éducation auraient eu peu de succès en affaires et en sciences.

Pour chaque individu de notre échantillon, nous avons évalué les revenus prévus dans tous les domaines grâce aux résultats de régressions d'une enquête SRCG menée en 1987 auprès de diplômés récents du collège par **Rumberger et Thomas (1993)**. Cet exercice était possible puisqu'une dizaine de variables se chevauchaient entre l'enquête de la NLSY et celle de la SRCG. La moyenne des revenus prévus des diplômés par domaine indique que les revenus des femmes sont sensiblement plus bas que ceux des hommes. Nous avons observé que c'est le domaine des sciences qui offre les revenus les plus élevés pour les hommes et les femmes, suivi de près par les affaires.

Nous avons aussi obtenu des estimations idiosyncrasiques des revenus que touchent ceux et celles qui ne choisissent pas d'aller à l'université ou qui décrochent en appliquant la condition de participation aux études universitaires à notre échantillon d'étudiants. Puisque la décision d'aller au collège précède le choix du domaine, les revenus attendus après des années d'études doivent être égaux ou supérieurs à l'alternative de revenus escomptés ne correspondant à aucune année d'études universitaires, plus les frais de scolarité et les coûts afférents:

$$\int_s^{n+s} [p_{ij}(x) e_{ij}(z) + (1 - p_{ij}(x)) e_{io}(z)] \exp(-rt) dt \\ \geq \int_0^n e_{io}(z) \exp(-rt) dt + \int_0^s sc_{ij} \exp(-rt) dt ,$$

n est le nombre d'années prévues comme membre de la population active et r le taux d'actualisation de l'étudiant. sc_{ij} inclut les droits de scolarité et autres coûts afférents.

En résolvant pour les intégrales, en supposant que $s=5$, en ignorant les droits de scolarité et en supposant un taux d'escompte de 3%, on obtient :

$$e_{i0} \leq \frac{p_i e_i}{p_i + \exp(rs) - 1}$$

Les résultats du modèle Logit multinomial montrent (tout en contrôlant 14 autres variables) que les revenus attendus sont la variable la plus importante dans le choix d'un domaine d'études. Autrement dit, si vous voulez de meilleurs enseignants, il faut mieux les rémunérer pour attirer les meilleurs candidats. En utilisant des échantillons stratifiés, on observe que les femmes sont moins influencées par cette variable que les hommes, et que les Blancs sont moins sensibles aux revenus attendus que les gens de couleur.

Boudarbat et Montmarquette (2006, 2009)

Les deux textes sont dans le prolongement de l'étude précédente d'une analyse des déterminants du domaine d'études choisi par les étudiants des universités canadiennes. Spécifiquement, les deux études ont examiné l'importance du revenu à vie anticipé après l'obtention du diplôme pour comprendre leur choix. Utilisant les données de l'Enquête nationale auprès des diplômés de Statistique Canada (promotions de 1986, de 1990 et de 1995), nous avons évalué la probabilité de trouver un emploi dans le domaine d'études de chaque étudiant et les revenus correspondants après l'obtention du diplôme. Pour ce faire, nous avons utilisé les données des diplômés des promotions précédentes qui sont disponibles aux étudiants d'une cohorte donnée pour éclairer leur choix. À l'aide d'un modèle Logit multinomial, nous avons estimé les paramètres qui déterminent leur choix individuel d'un domaine d'études. Nous avons retenu sept domaines d'études du premier cycle. Nos résultats ont montré que la variable de revenus anticipés après diplôme est déterminante dans les décisions des étudiants. Toutefois, il y a des différences significatives dans l'impact de cette variable selon le sexe des étudiants. Les résultats indiquent que la pondération qu'un étudiant accorde sur les revenus initiaux et sur le taux de croissance des revenus dépend du niveau d'éducation du parent du même sexe. Les résultats montrent que les hommes sont en général plus sensibles que les femmes aux variations initiales des revenus, tandis que les femmes sont plus sensibles que les hommes aux variations du taux de croissance des revenus. Enfin, nous notons que le choix du domaine d'études est faiblement lié à l'obtention d'un prêt étudiant. Une conclusion importante : des augmentations substantielles des revenus au cours de la vie seraient

nécessaires pour attirer les étudiants dans des domaines d'études qu'ils ne sont pas enclins à choisir initialement.

Autres études

Des études plus récentes liées au modèle du capital humain ont soutenu l'importance du revenu anticipé où introduit un bémol sur l'impact de cette variable.

Kirkeboen et al (2016) estiment que pour de nombreux domaines d'études, leurs avantages financiers anticipés rivalisent avec les droits de scolarité des collèges ou université, ce qui suggère que le choix du domaine d'études est potentiellement aussi important que la décision de s'inscrire à l'un ou l'autre collège ou université. Un autre constat associé à la probabilité de réussite est que les étudiants ont tendance à choisir des domaines dans lesquels ils ont un avantage comparatif.

Beffy et al (2012), sur données d'enquêtes françaises ont estimé une élasticité très faible, mais significative, du revenu attendu sur le choix d'un domaine d'études. Les auteurs de conclure qu'au moins dans le contexte universitaire français, les facteurs non pécuniaires sont un facteur déterminant des choix en matière de scolarisation.

Dans cette dernière étude, comme les précédentes, les auteurs reconnaissent l'existence de variables manquantes, comme les préférences, par exemple, qui sont associées au terme aléatoire des régressions. Comme les modèles utilisés sont non-linéaires, il est difficile de préciser l'adéquation des données aux modèles en termes du pourcentage de la variance expliquée de la variable dépendante (généralement associé au R^2 dans les modèles de régression linéaire). Tous s'entendent pour suggérer que la partie non expliquée des choix des disciplines d'études est souvent plus importante que la partie expliquée. Cette partie non expliquée peut s'identifier aux préférences des étudiants.

Aujourd'hui, tout en reconnaissant l'importance des revenus anticipés et des perceptions de réussite selon les différents domaines, plusieurs études suggèrent que les préférences hétérogènes sont le facteur déterminant sur le choix d'un domaine en essayant de caractériser le terme aléatoire à cette fin. L'étude de **Wiswall et Zafar (2015a)** est importante et intéressante à cet égard.

3. Le rôle des préférences

Il y a un consensus sur le fait que les préférences jouent un rôle important dans le choix des domaines d'études. Des études récentes ont cherché à dépasser l'explication par les résidus des modèles économétriques afin de mieux comprendre le rôle des préférences sur les choix de domaines d'études.

Wiswall et Zafar (2015a)

Les auteurs ont remarqué que 80 % de la variation des préférences pour un domaine donné d'études demeure inexpliquée par des caractéristiques observables. Devant ce constat, Wiswall et Zafar, ont estimé un modèle économétrique de choix de domaines d'études (college major) mobilisant des données de panel sur les croyances subjectives et les perceptions d'étudiants de l'Université de New York (NYU). Tout en reconnaissant l'importance des revenus anticipés et des perceptions de réussite selon les différents domaines, les auteurs montrent que les préférences hétérogènes sont le facteur déterminant sur le choix d'un domaine d'études.

Se référant à ce qu'ils appellent une expérience d'information (information experiment), les auteurs ont recueilli des données sur leurs probabilités de choisir entre plusieurs domaines d'études, de leurs croyances subjectives sur leur habilité de réussite par domaine, et de leurs perceptions de revenus relativement à ces domaines d'études. Les participants sont ensuite confrontés à des données moyennes réelles sur ces points. D'autres éléments d'anticipation sur leur offre de travail et leur statut marital sont aussi examinés.

Les auteurs proposent un modèle théorique dynamique sur le cycle de vie des participants. Comme les participants rapportent un taux élevé d'incertitude au sujet de leur choix, les auteurs tiennent en compte la possibilité de modifier les choix au cours des études. Sommairement, leur modèle se présente comme suit :

En $t = 0$, l'utilité de chacun des domaines d'études k est donné par:

$$V_{0,k} = \gamma_k + \alpha \ln a_k + \eta_k + EV_{1,k}.$$

γ_k représente la préférence exprimée des participants pour chaque domaine k à l'étape de la diplomation.

$\ln a_k$ est la perception subjective de la probabilité de réussir dans chacun des domaines.

η_k sont en $t = 0$, des aléas de préférence (des doutes) qui peuvent apparaître au moment de choisir définitivement un domaine d'études.

Les préférences et croyances post-diplomation sont définies par le terme $EV_{1,k}$:

$$EV_{1,k} = \sum_{t=1}^T \beta^{t-1+g} \int u(X) dG(X / k, t).$$

$g = (1,2,3,4)$, sont les années avant diplomation. β est le taux d'escompte entre 0 et 1.

$u(X)$ est l'utilité après diplôme ou X inclut plusieurs situations, tels les revenus monétaires, l'offre de travail, le mariage, les revenus du conjoint. Il s'agit de situations anticipées qui varient dans le temps. Le terme $dG(X / k, t)$ représente une incertitude que l'on ne peut solutionner.

L'individu choisit le domaine d'études qui maximise l'utilité attendue en $t = 0$:

$$V_0^* = \max \{V_{0,k}, \dots, V_{0,k}\}.$$

Précédant ce choix, les probabilités anticipées de diplômer dans chacun des domaines d'études s'obtiennent de la façon suivante :

$$\pi_k \equiv pr(V_{0,k} = V_0^*) = \int 1\{V_{0,k} = V_0^*\} dF(\eta).$$

$F(\eta)$ est la distribution jointe des chocs qui représentent l'incertitude solvable du modèle.

L'enquête des auteurs élicite les probabilités attendues de chaque participant pour chaque domaine k .

L'échantillon est de 488 participants de l'Université de New York (NYU), tous d'une forte habileté scolaire.

Les estimations économétriques utilisent la forme réduite et structurelle du modèle.

Les résultats montrent une grande hétérogénéité dans les anticipations. En tenant compte d'une grande variété de facteurs, les préférences expliquent la majorité des choix du domaine d'études.

Les auteurs ont trouvé que les hommes, les Asiatiques et les étudiants les plus doués en mathématique (high-SAT Math) montrent une absence de goût pour le domaine des humanités. Ils soulignent la difficulté de modifier les préférences. Le rôle des parents et des pairs serait à étudier.

Sur le plan des politiques économiques, les auteurs préconisent la diffusion d'information sur les rendements en éducation.

Belfield, Boneva, Rauh et Shaw (2019)

Cette étude est basée sur des données d'enquêtes portant sur des élèves du Royaume-Uni pour lesquels on a sollicité des perceptions et des croyances sur la valeur de consommation de poursuivre des études (préférence) et la perception des bénéfices monétaires et des coûts qui sont reliés à la poursuite des études. Les dernières perceptions ne semblent pas jouer un rôle très important relativement aux croyances de consommation. Cette perception de consommation est plus importante pour les filles que les garçons et pour les élèves de milieu favorisé.

En termes de politiques d'intervention, les auteurs préconisent que les autorités publiques mettent davantage en évidence les bénéfices pécuniaires et non pécuniaires de poursuivre des études postsecondaires en particulier auprès des milieux défavorisés.

L'économétrie de cet article n'est pas très sophistiquée (problème d'endogénéité).

Apport de quelques études spécifiques :

Yang et Casner (2019) constatent que les chercheurs qui étudient les décisions en matière d'éducation sont souvent incohérents dans leur choix d'inclure ou non la désutilité de l'éducation. Les auteurs montrent que l'ajout d'un terme de désutilité dans un modèle de choix d'éducation équivaut à supposer une relation entre les décisions liées à la richesse, au risque, et à l'éducation. La désutilité de la scolarisation crée un écart entre l'augmentation du rendement de l'utilité de l'éducation et sa rentabilité financière, ce qui signifie que les agents peuvent refuser de se scolariser même si cela augmentait leur richesse pour la vie. En outre, les revenus d'utilité découlant de l'éducation diminuent la richesse initiale et augmentent les risques liés à la consommation future. Si le degré de risque augmente de manière hétérogène selon les options d'investissement en capital humain, l'aversion pour le risque et le motif d'épargne de précaution peuvent alors s'aggraver ou s'annuler en fonction de l'option qui augmente le plus le risque. Leurs résultats expliquent également les découvertes empiriques récentes, d'une relation entre la richesse et l'éducation, le travail entre les périodes de scolarité et les choix du domaine d'étude au collège.

Selon les auteurs, leur modèle fournit un cadre théorique pour les études montrant que les étudiants tiennent compte des rendements attendus lors du choix de leur domaine d'études universitaires (citant en autres, **Montmarquette et al 2002**). Ils citent **Fricke et al (2018)** pour leurs preuves empiriques de la variabilité des niveaux de désutilité entre les différents domaines d'études.

4. Études reliées au STIM

Comme nous l'avons déjà remarqué, le sujet du choix de domaine d'études est fort bien couvert dans la littérature en économie de l'éducation. Plusieurs de ces études concernent des domaines spécifiques, notamment celles associées au STIM.

Stinebrickner et Stinebrickner (2013)

Les auteurs profitent des données longitudinales (américaines) pour caractériser ce que les étudiants croient au moment de leur entrée collégiale dans un domaine donné. L'objectif est de relier ces croyances aux résultats obtenus dans leurs choix. Leurs analyses des données reposent sur un modèle conceptuel où leur choix final résulte d'un processus d'apprentissage. Essentiellement, selon les auteurs, l'analyse économétrique des données montre qu'il existe un optimisme élevé sur la capacité des étudiants d'obtenir un diplôme en sciences. Comme résultat, les étudiants entrent en sciences avec un grand intérêt, mais surévaluent leur capacité de réussir de sorte que peu d'étudiants finissent par obtenir leur diplôme. En conclusion, les auteurs suggèrent que si l'on souhaite plus de diplômés en sciences, il faut s'assurer que les étudiants entrant au collège soient mieux préparés à étudier les sciences⁴.

Bettinger (2010)

L'auteur s'intéresse au cheminement vers des études de la filière STIM. Utilisant les données des universités de l'Ohio sur une période de quatre ans, son étude montre que les domaines STIM perdent près de la moitié de leurs étudiants en cours d'étude. De plus, Bettinger souligne que le taux de rétention ne s'améliore pas de manière significative lorsqu'on limite l'analyse aux étudiants les plus performants. Parmi ce dernier groupe d'étudiants, près de la moitié ayant manifesté leur intérêt pour les STIM ont quitté pour aller vers d'autres domaines d'études plus lucratifs (les affaires, par exemple). La défection qui résulte d'une décision rationnelle dans les filières des STIM est particulièrement forte chez les femmes les plus performantes.

Bettinger note que plusieurs économistes ont observé des périodes de surplus ou de pénurie endémiques sur le marché des STIM en raison de la formation prolongée requise. Étant donné la sensibilité des étudiants aux salaires, il endosse les conclusions de **Ryoo et Rosen (2004)** « que les politiques publiques qui créent des talents techniques avant la

⁴ Dans une étude précédente, **Stinebrickner et Stinebrickner (2011)** avaient constaté la même défection en cours d'études chez les étudiants en mathématiques.

demande sont mal placées à moins que les décideurs politiques ne disposent de meilleures informations que les participants sur les conditions futures du marché ».

Cette étude nuance celle **de Stinebrickner et Stinebrickner (2013)** sur la préparation aux études du STIM. Il insiste également pour que le marché du travail joue son rôle.

À cet égard, il faudrait distinguer entre le marché privé et celui plus contrôlé du marché public de l'emploi pour les STIM.

Hango, Zarifa, Pizarro, Milian, et Seward (2019)

Cette étude s'appuie sur les cycles 1 à 4 de l'enquête auprès des jeunes en transition de Statistique Canada. Spécifiquement, 'La cohorte A' qui examine les inégalités régionales dans l'accès aux sciences, à la technologie, à l'ingénierie et aux Mathématiques (STIM) sont des domaines liés à la fois à l'université et au collégial. Utilisant un modèle Logit multinomial, les auteurs trouvent que le lieu de résidence a un impact sur les choix de domaines d'études, en particulier les étudiants des régions nordiques et rurales étant moins susceptibles de s'investir dans les programmes universitaires et collégiaux liés aux STIM. Le lieu de résidence a un effet puissant sur les choix du domaine d'études, contrôlant pour les variables sociodémographiques, les influences parentales, la capacité scolaire et les aspirations des étudiants, la structure familiale, et la province de résidence. Par ailleurs, les auteurs ont noté que l'effet du lieu de résidence diminue lorsque des variables parentales relatives au statut socioéconomique étaient incluses. Cette observation suggère qu'une plus grande concentration de familles à statut social supérieur au Sud et l'importance des zones urbaines expliquent les différences observées entre le Sud et le Nord. Plusieurs études antérieures (citées dans leur étude) ont montré que les parents de statut socioéconomique supérieur étaient plus enclins à encourager leurs enfants à entrer dans des domaines plus lucratifs, tels que les STIM.

Dans le contexte du Nord et des régions rurales du Canada, les auteurs croient qu'il faudrait encourager l'entrée dans des STIM non universitaires.

5. Discussion et pistes d'intervention

Sans équivoque, la valeur actualisée des avantages (comparatifs) pécuniaires et non pécuniaires anticipés explique fortement les choix des domaines d'études.

La formalisation initiale des modèles économiques pour expliquer les choix des domaines d'études a reposé sur l'hypothèse que les préférences sont connues et données. Aujourd'hui sur l'inspiration des psychologues et de l'économie expérimentale, cette hypothèse est fondamentalement remise en cause. On développe des préférences, on découvre des préférences souvent avec l'expérimentation. Par exemple, sur la musique, la nourriture, l'habillement, les modes transports et ainsi de suite. Mais l'expérimentation n'est pas toujours facile. C'est certainement le cas en éducation. Il est difficile de se permettre d'expérimenter avec plusieurs domaines d'études, bien que l'on observe que beaucoup d'étudiants changent de domaine d'études ou d'orientation scolaire après leur première année au CÉGEP ou à l'université.

Idéalement, les étudiants (avant la fin du secondaire) devraient rapidement être exposés à l'ensemble des choix qui s'offrent à eux. L'étude de **Fricke et al (2018)**, réalisée au niveau collégial américain confirme cette idée. Comme le soulignent les auteurs, les étudiants disposent d'informations incomplètes au moment de leurs choix, et l'exposition à plusieurs domaines d'études peut les aider à mieux comprendre la spécificité d'un domaine et à déterminer dans quelle mesure celui-ci correspond à leurs intérêts et à leurs capacités. Les activités visant à soulever un enthousiasme envers les mathématiques qui se déroulent à tous les niveaux à l'échelle du Québec sont certainement dans cette ligne de pensée.

Quelles informations fournir aux étudiants pour les aider dans leur choix? Nous avons déjà mentionné l'importance d'offrir une information plus adéquate sur les revenus anticipés par domaine d'études et il serait important que les étudiants connaissent les taux de réussite par domaine.

Sur la question de réussite anticipée, **Hestermann et Pistolessi (2017)** ont examiné l'efficacité de la politique dite 'd'orientation active' du gouvernement français qui oblige les universités à informer les candidats à l'entrée en première année d'un diplôme de premier cycle sur leurs chances de réussite dans le cursus auquel ils postulent. Cette rétroaction est donnée sous forme de conseils aux élèves durant leur dernière année de lycée, une fois qu'ils ont exprimé leurs choix d'inscription souhaités. Ces messages comportent un message neutre et un message avertissant certains que leurs compétences académiques ne représentent pas une base solide pour réussir le type de baccalauréat souhaité. Les auteurs ont montré que la probabilité d'inscription diminue de 12,7 points de pourcentage pour les étudiants qui ont obtenu une telle rétroaction de l'université. Ils ont constaté que l'importance de ces informations varie considérablement selon les compétences des élèves mesurées par leurs notes en mathématiques au lycée. Dans la même veine, **Pappy et al (2011)**, notant que les étudiants américains reçoivent de nombreuses informations sur leurs résultats scolaires, ont montré que ces informations influencent les décisions futures en matière d'investissement dans l'éducation. Profitant de données sur des tests standardisés prescrits par l'État, leur modèle économétrique suggère un effet de signal positif sur les étudiants urbains à faibles revenus d'aller au collège lorsqu'ils prennent connaissance de leur capacité de réussite académique.

Dans la même veine de signal et d'information, l'étude **d'Avery et al (2018)**, analysant les notes de 'l'Avance Placement Exams' touchant des millions d'étudiants américains, estiment également que de fournir aux élèves des rétroactions de leurs performances plus tôt au cours de leur secondaire pourrait augmenter leur effort scolaire et les inciter à prendre des cours supplémentaires dans les domaines d'études souhaités, notamment ceux liés au STIM. Les auteurs croient que ce volet de recherche est particulièrement souhaitable car ces signaux sont de faibles coûts comparés aux méthodes plus traditionnelles de promouvoir des domaines du STIM, comme les activités de sensibilisation ou les incitations financières.

Au Québec, cette question peut se résumer au rôle que joue ou pourrait jouer la cote R autant au secondaire qu'au CÉGEP. Ce signal peut aller dans la direction suggérée par l'étude précédente, mais peut aussi avoir un effet d'auto sélection, notamment dans les programmes contingentés. Sachant la cote R nécessaire pour entrer dans un tel programme, l'étudiant s'exclut a priori si sa cote R est trop basse. Est-ce que cette cote R est trop précoce, notamment pour les garçons, est une question pertinente. Une étude de **Legault (2016)** sur données longitudinales de l'Université de Montréal, tout en reconnaissant la question de sélectivité, suggère « que dans les programmes où la sélection à l'entrée est la plus forte, les taux de diplomation sont les plus élevés et le lien entre la cote R et la note finale est très faible ». En outre, souligne-t-elle « que si les étudiantes réussissent mieux au niveau du premier cycle universitaire, c'est donc surtout parce qu'elles ont eu de meilleures performances scolaires antérieurement et qu'elles ne sont pas dans les mêmes programmes que leurs homologues masculins ».

Nous ne remettons pas en cause le rôle des préférences dans le choix des filières d'études, mais il faut reconnaître cependant que, pour le moment, l'essentiel des mesures d'interventions est davantage associé aux rendements pécuniaires attendus des domaines d'études.

Nous avons au Québec, avec les données de Relance et les cotes R, des éléments d'information pertinente sur les taux d'emploi, les salaires, et les probabilités de réussite (il y a également l'Enquête nationale des diplômés dont la fréquence est aux cinq ans et qui offre des informations sur l'emploi et les salaires). La question est de savoir si ces informations remontent au niveau des étudiants, et si les étudiants en prennent connaissance et utilisent l'information.

6. Conclusion

Nul doute que les déterminants du choix de domaine d'études relèvent de plusieurs facteurs. En particulier, les rendements pécuniaires attendus et les préférences ont retenu l'attention des auteurs.

Il y a manifestement un arbitrage entre les bénéfices pécuniaires et non pécuniaires. À l'instar de plusieurs auteurs, **Boudarbat et Montmarquette (2006, 2009)** ont montré que des augmentations substantielles des revenus au cours de la vie seraient nécessaires pour attirer les étudiants dans des domaines d'études qu'ils ne sont pas enclins à choisir initialement.

Yang et Casner (2019) pose la question préalable au choix de domaine d'études dans un modèle théorique. La désutilité de la scolarisation crée un écart entre l'augmentation du rendement de l'utilité de l'éducation et celle du rendement financier, ce qui signifie pour les auteurs que les agents peuvent éviter une scolarisation postsecondaire même si cela augmentait leur richesse au cours de leur vie. L'argument, soulignent-ils, s'applique aussi entre choix de domaines d'études.

Les études récentes mettent l'accent sur les préférences dans le choix des domaines d'études, sans nier le rôle des revenus anticipés sur ces choix. Il y a donc un potentiel d'arbitrage entre les facteurs pécuniaires et non pécuniaires.

Par ailleurs, **Wiswall et Zafar (2015b)**, auteurs d'une étude dominante sur la question des préférences, préconisent du point de vue des politiques économiques, la diffusion d'information sur les rendements en éducation. Les décisions en matière de capital humain sont prises dans un contexte d'incertitude, et les auteurs ont souligné d'importantes erreurs dans les croyances des étudiants sur les rendements attendus en éducation les amenant à réviser leurs croyances ainsi que leurs choix futurs.

De savoir lequel des facteurs pécuniaires et non pécuniaires est dominant n'est peut-être pas l'élément le plus important. Une question plus pertinente est de tirer des éléments potentiels d'intervention de l'un et l'autre de ces facteurs comme nous l'avons présenté dans la section précédente.

Nous avons déjà souligné que lorsque le marché du travail n'est pas flexible rapidement où est en partie contrôlé comme celui du secteur public (le secteur de l'éducation est un bel exemple), des situations hors équilibre comme une pénurie ou une abondance de travailleurs dans un domaine peuvent se produire. La longueur et les efforts requis des

études STIM peuvent aggraver ces situations dans ce secteur. En pratique, l'économie doit faire en sorte qu'il y a lien entre les domaines d'études et les occupations. Aujourd'hui, il faut reconnaître la complexité de cette question, puisqu'un domaine peut conduire à plusieurs occupations et les changements technologiques sont rapides. Ceci peut être analysé comme une réduction du risque de choisir ces domaines⁵. Un bel exemple de cette complexité du marché du travail est l'étude de **Deming et al** (2019) montrant que les exigences en matière de compétences dans les professions STIM ont changé particulièrement rapidement dues à la fois à l'obsolescence rapide des anciennes compétences et par une adoption plus rapide des nouvelles compétences liées à l'apprentissage automatique. Les auteurs constatent que le rendement économique initialement élevé des diplômés dans les STIM appliqués a baissé de plus de 50% au cours de la première décennie de la vie active de ces diplômés pour la période 2007-2017. Fort pertinemment, leur étude conclut que le débat politique en cours sur la pénurie de STIM proviendrait des nouvelles compétences appropriées à l'emploi qui seraient rares, et pas nécessairement d'une pénurie de travailleurs dans les STIM. Cette remarque prouve la nécessité de mieux comprendre la dynamique entre le système d'éducation universitaire et le marché du travail.

Comme suivi à notre recension des écrits sur le choix de domaines d'études, il y aurait lieu de réaliser une enquête sur les étudiants afin de découvrir les moyens d'intervenir sur leur choix de domaine d'études. Par exemple, les étudiants possèdent-ils les informations nécessaires sur les perspectives d'emploi et les salaires selon les domaines? De fait, comment se comparent leurs croyances sur ces questions avec les faits? Y a-t-il quelque part un moment clef ou un évènement majeur qui viendrait affermir leur préférence? Par exemple, un professeur exceptionnel, un évènement structuré pour stimuler leurs intérêts pour les mathématiques ou les sciences? Quel rôle joue l'influence des parents et des amis? L'objectif est de procéder à un sondage auprès des étudiants

⁵ Un bel exemple est la quantité de diplômés en physique qui ont fait carrière dans le domaine des finances.

inscrits en première année en mathématiques et en STIM, en général, leur posant des questions précises sur leur cheminement afin de tirer les leçons pour les autres que l'on souhaiterait attirer dans ces secteurs.

L'ensemble des études recensées dans ce texte font l'hypothèse de l'existence d'une offre collégiale ou universitaire pour répondre aux choix des domaines d'études. Ce qui n'est pas toujours évident comme le souligne l'étude de **Hango et al (2019)** dans le Nord canadien. À la décharge des textes retenus, la vaste majorité des données utilisées provenaient d'étudiants en cours d'études. Néanmoins, la capacité du système éducatif à satisfaire les préférences individuelles et celle des universités à répondre rapidement aux exigences du marché du travail sont des questions que l'on doit davantage étudier.

Références

- Altonji, J.G., (1993). "The Demand for and Return to Education When Education Outcomes Are Uncertain", *Journal of Labor Economic* 11, 48-83.
- Avery, C., Gurantz, O., Hurwitz M., et J. Smith (2018). "Shifting College Majors in Response to Advanced Placement Exam Scores", *The Journal Human Resources*, 53(4), 918-956
- Becker, G.S., (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. New York: Columbia University Press.
- Beffy, M., Fougère, D., et A. Maurel (2012). "Choosing the Field of Study in Postsecondary Education: Do Expected Earnings Matter?", *The Review of Economics and Statistics*, 94(1), 334-347.
- Belfield, C., Boneva T., Rauh, C., et J. Shaw (2019). "What Drives Enrollment Gaps in Further Education? The Role of Beliefs in Sequential Schooling Decisions", *Economica*, à paraître.
- Bettinger, E., (2010). "To Be or Not to Be: Major Choices in Budding Scientists", National Bureau of Economic Research, Inc.
<https://www.nber.org/chapters/c11593.pdf>
- Berger, M.C., (1988). "Predicted Future Earnings and Choice of College Major", *Industrial and Labor Relations Review* 41, 418-429.
- Bhat, C.R., (1995). "A heteroscedastic extreme value model of intercity travel mode choice", *Transportation Research B*, 29(6), 471-483.
- Boudarbat, B., et C. Montmarquette (2006). Choix des domaines d'études dans les universités canadiennes Brahim (Université de Montréal et CIRANO) (Université de Montréal et CIRANO) Document de travail 2006 C-05.
http://publications.gc.ca/collections/collection_2011/ic/lu182-2-2006-C-05-eng.pdf
- Boudarbat, B., et C. Montmarquette (2009). "Choice of Fields of Study of University Canadian Graduates: The Role of Gender and their Parents' Education," *Education Economics*, 17(2), 185-213.
- Deming J., et K. Noray (2019). "STEM Careers and the Changing Skill Requirements of Work", working paper.
https://scholar.harvard.edu/files/ddeming/files/dn_stem_june2019.pdf
- Duru, M., et A. Mingat (1979). « Comportement des bacheliers: modèle des choix de domaine », *Consommation*, 3-4, 245-262.

Easterlin, R.A. (1995). "Preferences and Prices in Choice of Career: The Switch of Business, 1972-87", *Journal of Economics Behavior and Organization*, 27, 1-34.

Fiorito, J., et R.C. Dauffenbach (1982). "Market and Nonmarket Influences in Curriculum Choice by College Students", *Industrial and Labor Relations Review* 36, 88-101.

Fricke, H., Grogger, J., et A. Steinmayr (2018). "Exposure to academic fields and college major choice." *Economics of Education Review*, 64: 199–213.

Hango, D., Zarifa, D., Pizarro Milian R., et B. Seward (2019), "Roots and STEMS? Examining field of study choices among northern and rural youth in Canada", *Studies in Higher Education*, 1-31.

Nina Hestermann, N., et N. Pistolesi (2017). "Does the Provision of Information on their Skills Affect Students' Enrollment Choices?", *Economie et prévision*, 211-212, 177-193. <https://www.cairn.info/revue-economie-et-prevision-2017-2-page-177.htm>

Holland, J.L. (1966). *La psychologie du choix de la vocation*. Waltham, MA: Blaisdell

Holland, J.L. (1973). *Faire des choix professionnels*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Johnson C., et C. Montmarquette (2015). "The lack of Loan Aversion among Canadian High Schools Students", *Canadian Journal of Economics*, 48(2), 585–611.

Kirkebøen, L., Leuven, E., et M. Mogstad (2016). "Field of Study, Earnings, and Self-Selection", *The Quarterly Journal of Economics*, 131(3), 1057–1111. <https://doi.org/10.1093/qje/qjw019>

Legault, M. (2016) « Réussite et sélection au premier cycle universitaire au Québec Une analyse multiniveau », Mémoire présenté à la Faculté des arts et sciences en vue de l'obtention du grade de Maîtrise en sociologie. https://www.capres.ca/wp-content/uploads/2016/12/Legault_Marjolaine_2016_memoire.pdf

Mincer, J. (1958): "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution", *Journal of Political Economy*, 66(4):281-302.

Montmarquette, C., K. Cannings, et S. Mahseredjian (2002). "How do Young People Choose College Majors?", *Economics of Education Review*, 21(6), 543-556.

Paglin, M., et A.M. Rufolo (1990). "Heterogeneous Human Capital, Occupational Choice, and Male-Female Earnings Differences", *Journal of Labor Economics* 8, 123-144.

Papay, J.P., R.J., Murnane et, J.B. Willett (2011). "How Performance Information Affects Human-Capital Investment Decisions: The Impact of Test-Score Labels on Educational Outcomes", NBER Working Paper No. 17120.

Psacharopoulos, G., et H.A. Patinos (2018). "Return to investment in education: a decennial review of global literature", *Education Economics* 26(5), 445-458.

Ryoo, J., et S. Rosen (2004). "The engineering labor market", *Journal of Political Economy* 112 (1), S110– 40

Stinebrickner, R., et R. Stinebrickner (2013). "Major in Science? Initial Beliefs and Final Outcomes for College Major and Dropout", NBER Working Paper No. 19165.

Stinebrickner, R.T., et R. Stinebrickner (2011). "Math or Science? Using Longitudinal Expectations Data to Examine the Process of Choosing a College Major", NBER Working Paper No. 16869.

Vaillancourt, F., Ebrahimi, P., Fortin A., et B. Milord (2018). « Le rendement privé et social de l'éducation universitaire de premier et de deuxième cycle au Québec en 2005 et en 2010 », dans *Le Québec économique Éducation et capital humain* (M., Joanis et C., Montmarquette ed.) PUL, 2018, 371-388.

Wiswall, M., et B. Zafar (2015a). "Determinants of college major choice: Identification using an information experiment", *The Review of Economic Studies*, 82(2), 791–824.

Wiswall, M., et B. Zafar, (2015b). "How Do College Students Respond to Public Information about Earnings?", *Journal of Human Capital*, 9(2), 117-169.

Yang G., et B. Casner (2019). "How much does schooling disutility matter?", Article in *SSRN Electronic Journal*, DOI: 10.2139/ssrn.3289020

Zafar, B. (2013). "College major choice and the gender gap", *Journal of Human Resources*, 48(3), 545–595.