CONTRIBUTIONS FEMMUNIKES : QU'APPORTENT LES FEMMES AU GÉNIE ?

Donatille Mujawamariya, Catherine Mavriplis, Janelle Fournier et Shelina Adatia
Université d'Ottawa

dmujawar@uottawa.ca, Catherine.Mavriplis@uottawa.ca, jfour055@uottawa.ca, sadat028@uottawa.ca

Résumé – *Le génie a longtemps été un domaine d'études et de carrières réservé aux hommes [29]. Nous menons une étude pancanadienne auprès d'ingénieurEs et de futurEs ingénieurEs, sur leur conception du génie et l'importance qu'elles et ils accordent à la contribution des femmes au génie. Il s'agit d'une étude féministe inspirée du modèle de Cronin et Roger [7] qui consiste en des entrevues semi-structurées réalisées jusque-là auprès de 70 participantEs.*

Selon ces participantEs, les femmes apportent des perspectives qui tendent à améliorer la condition humaine et seraient plus ancrées à travailler sur des questions d'intérêts féminins. L'étude permet ainsi de mettre en évidence les contributions uniques des femmes en génie à la valorisation de la recherche, aux innovations technologiques tout en encourageant une meilleure participation des femmes en génie.

Mots-clés : Femmes en génie, contributions des femmes en génie, questions d'intérêts féminins.

1. INTRODUCTION

La sous-représentation des femmes en génie n'est pas un phénomène social nouveau. Depuis les années 1970, les pourcentages de femmes aux études universitaires en génie ont augmenté jusqu'à un maximum dans les années 1990s, mais on dépasse avec difficulté les 20 pourcent depuis [6][26].

Bien qu'on ait mis en œuvre une multitude de programmes de sensibilisation auprès des jeunes filles depuis les années 1990, les pourcentages de participation des filles dans les études en génie demeurent faibles. Cependant, il y a lieu de mentionner l'apport de nouveaux programmes visant des sujets préférés de jeunes femmes soient : le génie biomédical, qui répond aux besoins des gens ayant des problèmes médicaux (environ 45% de fréquentation des femmes en génie), le génie environnemental qui vise des solutions technologiques pour prendre soin de notre environnement (environ 40% de fréquentation des femmes en génie), et le génie chimique qui touche un grand nombre de secteurs - chimie, pharmaceutique, biomédical, alimentation et environnement (environ 40% de fréquentation des femmes en génie) [26][40][52].

Malgré ces progrès, l'image de l'ingénieur demeure celle d'un homme distrait et a-social et la femme est

complètement absente du portrait [13][24][42][44]. Les prospectus de programmes universitaires et d'industries technologiques continuent à projeter des images de machinerie et de force masculine [4][33], bien sûr pour attirer les meilleurs employés et clients. Ce genre d'images ne répond pas nécessairement aux attentes de jeunes femmes cherchant une carrière satisfaisante qui pourrait s'intégrer à une vie de femme, de mère, de sœur ou de fille [22][29].

Hormis le recrutement au génie, il existe dans la société d'autres biais systémiques qui éloignent les filles et les femmes du génie. Les parents, le personnel enseignant, les conseillerEs en orientation, les pairs et les stéréotypes véhiculés dans les médias jouent tous un rôle dans les choix de jeunes femmes en Sciences, Technologie, Ingénierie et Mathématiques (STIM) [11][15][22][27][36]. Or, l'absence des femmes dans les facultés de génie, non seulement, prive les jeunes femmes de mentorat, et de modèles féminins qui auraient pu les inspirer à poursuivre une carrière en science et technologie, mais aussi prive la communauté scientifique d'un nombre élevé de talents et de domaines de recherche touchant surtout le bien-être des femmes [28]. Sugimoto, Ni, West, et Larivière [50] révèlent que le taux de brevetage d'invention des femmes en génie au 20^e siècle était moins de 2 pourcent.

Des chercheurEs soutiennent que l'absence de modèles féminins justifierait le faible taux de travaux de recherche des femmes en génie, menant au taux négligeable de brevetage des femmes [28][50]. D'autres chercheurEs considèrent qu'il est impératif qu'il y ait une attraction mutuelle entre les femmes et les domaines scientifiques. Autrement dit, les domaines de génie devraient traiter des sujets d'intérêts féminins ou qui aident à améliorer le mode de vie des femmes [5][41][46][53].

2. DE LA RECHERCHE ET DES INNOVATIONS SUR DES QUESTIONS D'INTÉRÊTS FÉMININS

Selon les attitudes traditionnelles, le génie serait un domaine purement technique réservé aux hommes [10][21]. Cependant, depuis la fin du 20^e siècle, certains chercheurs se penchent sur des questions touchant au bien-être féminin ou aux différences liées au genre dans le domaine du génie. Malgré que des études de ce type soient rares, leurs résultats suggèrent que ce sont des questions qui doivent être explorées davantage.

Les exemples qui suivent démontrent comment le génie peut être, d'une part, au service des femmes en apportant des solutions aux réalités qui les concernent directement et d'autre part, au service de la société dont elles font partie prenante et à laquelle elles contribuent culturellement, socialement, scientifiquement, économiquement et politiquement. Soulignons que les quelques recherches sur le génie au service des femmes se font principalement dans les domaines du génie mécanique, du génie biomédical, et du génie environnemental.

Au-delà des considérations purement esthétiques, la chirurgie de reconstruction des seins peut se faire après une blessure traumatique ou une mastectomie. La méthode traditionnelle utilise des implants en silice, mais il y a des risques d'infection et de rupture [1]. De nouvelles recherches en génie des tissus investiguent la possibilité d'utiliser des cellules musculaires implantées dans une matrice biodégradable pour générer des tissus artificiels. Une fois implantée dans le sein, la matrice servirait de forme pour la prolifération des cellules [25]. D'autres matériaux, tels que des molécules qui favorisent la vascularisation, peuvent être implantés. Une fois le tissu généré, la matrice se dégraderait naturellement. Les seins régénérés de cette manière seraient plus naturels biologiquement et moins susceptibles à la déformation ou à l'infection [54].

En génie mécanique, une équipe de chercheurs masculins a développé un modèle numérique pour simuler les effets d'une collision automobile sur le corps d'une femme enceinte [34]. Historiquement, les mannequins de choc pour les tests de sécurité avaient été développés exclusivement à partir de la taille et du poids moyens des hommes. Or, les analyses statistiques des collisions ont déterminé que les femmes ont des taux de mortalité plus élevés que les hommes, et que les collisions automobiles sont la première cause de mortalité fœtale due au trauma.

Depuis 2000, le *National Highway Traffic Safety Administration* aux États-Unis a fait une série de modifications aux normes de sécurité pour assurer que les tests de choc tiennent compte de la physiologie des femmes [39]. Pourtant, ces dernières adaptations ont négligé de considérer l'état de grossesse. Néanmoins, le modèle numérique de Moorcroft et coll. [34] a été développé afin de calculer la magnitude des forces exercées sur la femme enceinte et sur le fœtus lors d'une collision. La simulation a démontré que les ceintures de sécurité traditionnelles exercent des forces susceptibles de causer des blessures fatales au fœtus, ce qui a amené ces auteurs à proposer une ceinture spécialisée pour protéger le fœtus.

D'ailleurs, quelques industries, dont l'industrie automobile, reconnaissent maintenant l'apport de femmes ingénieures. La compagnie américaine Ford engage depuis plus d'une dizaine d'années un nombre important de femmes ingénieures pour la conception de leurs voitures afin de produire des autos qui répondent aux besoins de familles lesquelles achètent des fourgonnettes pour la

sécurité et le bien-être de leurs enfants et leurs proches [35][46]. Ainsi comme le souligne Rosser [45] « Girls are more likely to be engaged in STEM topics if they are discussed in a broader social context and it is clear how they can be used to improve people's lives » (6). Et à Harding [19] de corroborer « Science [Engineering] should not be presented only as a system of abstract concepts and immutable laws applicable to laboratory situation, but as a human endeavour with philosophical, economic, social and cultural implications » (24). Bref, si les femmes et les filles peuvent se reconnaître dans les STIM, elles vont vouloir davantage s'y impliquer, propos que soutiennent Kerger, Martin et Brunner [27]. Cependant, c'est seulement depuis tout récemment que le thème *Gendered Innovations* (innovations genrées) a attiré l'attention de l'Université Stanford en 2009 [49], suivie de près par l'Union Européenne en 2011 [9] et la National Science Foundation des États-Unis en 2012. Ces institutions visent à conscientiser chercheurs, décideurs, individus et collectivités sur l'importance de se pencher sur la problématique du genre dans la réponse aux questions scientifico-socio-culturo-politiques actuelles.

3. PROBLÉMATIQUE

Malgré des années de recherche et d'efforts investis aux niveaux individuels et collectifs, la problématique de la sous-représentation des femmes en génie reste actuelle [17][26][52]. Par exemple, à l'Université d'Ottawa, les femmes représentent 23,6 pourcent des étudiants au baccalauréat en génie [52]; ce qui est semblable à la norme nationale de 21,8 pourcent [26].

Parmi plusieurs facteurs mis en cause par la recherche, il importe de mentionner la famille, l'école, la société, la culture du génie et le manque de confiance en soi [23][38][48] dus surtout à la socialisation [19][20]. Pour plusieurs chercheurs tout commence à la maison avec les jouets qu'on achète aux enfants selon qu'ils sont filles ou garçons [19][36]. Celles qui n'ont pas eu la chance de bénéficier de l'appui parental devraient compter sur l'encadrement de l'école. Or à l'école primaire, la plupart des femmes qui enseignent les matières qui conduisent au génie, soit les mathématiques et les sciences, n'ont pas de formation requise et certaines ont même une crainte de ces matières [36]. Cette même phobie se manifeste chez les filles, mais pas les garçons [3]. Par ailleurs, les garçons reçoivent plus d'attention de la part de leurs enseignants que les filles [16]. À ces lacunes, s'ajoutent les stéréotypes véhiculés dans la société selon lesquels le génie est un domaine technique [2] approprié à la gente masculine comme le prône d'ailleurs la culture actuelle du génie [10][45].

Pour minimiser les effets de ces différents facteurs, des universités et autres institutions ont créé des programmes de bourses destinés uniquement aux filles en génie (e.g. Canadian Engineering Memorial Foundation depuis 1990).

On a assisté également à la création d'organisations de mentorat pour des femmes en génie telles ONWiE (Ontario Network of Women in Engineering) depuis 2005, WISE (Women in Science and Engineering) depuis les années 1980 et Mentornet depuis 1997, au financement de Chaires de recherche pour les femmes en sciences et génie (e.g. CRSNG depuis 1996, Chaire Marianne-Mareschal depuis 1999), ainsi qu'à la mise sur pied des camps de science et technologie soit mixtes ou uniquement pour les filles (e.g. GoEngGirl) [32]. Certaines de ces initiatives de remédiation remontent aussi longtemps que 25 ans, mais les pourcentages des femmes ingénieures demeurent encore faibles et dépassent difficilement les 20 pourcent [6][26].

Cependant, rares sont les études et les initiatives qui visent à changer la culture du génie afin d'adapter le génie aux femmes et non le contraire. Nous partons de l'hypothèse selon laquelle les femmes font du génie différemment que les hommes [18][35][46] et qu'aussi longtemps qu'elles ne feront pas du génie sur des questions qui les concernent et les passionnent, dont en particulier celles qui portent sur des sujets typiquement féminins [27], les femmes occuperont une place très limitée en génie. D'où notre étude pancanadienne auprès des hommes et femmes chercheurs, professeurs, professionnels de terrain et administrateurs en génie et futurs ingénieurs afin d'explorer, entre autres, comment ces femmes et hommes conçoivent le génie ; et d'appréhender l'importance qu'elles/ils accordent à la contribution des femmes au génie plus particulièrement en tant qu'agentes de changement dans l'avancement de la recherche scientifique et technologique sur des questions d'intérêts féminins.

4. CADRE THÉORIQUE

Le cadre qui sous-tend cette étude est inspiré de trois catégories d'initiatives susceptibles de pallier la sous-représentation des filles et femmes en STIM à savoir: 1) les initiatives qui visent à encourager les femmes à faire des études dans ces domaines; 2) celles qui portent sur le soutien des filles et des femmes qui font déjà des études ou des carrières dans ces domaines; et 3) celles qui visent à changer la culture et les façons d'enseigner les STIM afin de rendre ces disciplines plus inclusives.

Cronin et Roger [7] ont identifié cinq différentes perspectives qui ont caractérisé la progression chronologique des approches sur la sous-représentation des filles et femmes en STIM. La 1^{re} perspective, qui vise à « promouvoir la compréhension des STIM par le public », soutient qu'elles sont neutres et objectives et qu'elles sont incomprises par la majorité. Elle met l'accent sur la nécessité d'augmenter le nombre de personnes compétentes dans les domaines des STIM. À cet égard, les contributions des filles et femmes ne sont pas différentes de celles des hommes. En termes d'actions, on suggère de publiciser les sciences, ingénierie et technologie comme

des domaines utiles et évolutifs. La 2^e perspective qui consiste à « reconnaître l'apport économique des STIM », et les voit aussi comme des disciplines neutres et objectives. Elle considère que les talents des femmes sont une ressource humaine sous-utilisée et elle prône alors une éducation supérieure qui incorpore plus de STIM afin d'en élargir l'accès. Bien qu'elle considère aussi ces domaines comme des disciplines neutres et objectives, la 3^e perspective qui consiste à « promouvoir l'égalité des chances » reconnaît les obstacles structurels (systémiques) à l'égalité des genres. L'entrée des filles et femmes en STIM viendrait alors briser les stéréotypes sexuels véhiculés dans ces domaines. La 4^e perspective qui consiste à « soumettre les STIM à une analyse critique » se distingue des trois premières par la vision qu'elle entretient de la nature même de ces disciplines selon laquelle elles sont une construction sociale et ne peuvent par conséquent être neutres. Cette perspective situe le problème de la sous-représentation des filles et des femmes en STIM à l'intérieur même de ces disciplines. Elle s'interroge à savoir si les filles et femmes devraient entrer dans ces disciplines qui ne tiennent pas compte, entre autres, de leurs valeurs et préoccupations [20]. Cette perspective prône une analyse critique interne et externe des STIM aussi. Finalement, la 5^e perspective qui consiste en un « changement de culture des STIM » a beaucoup en commun avec la 4^e car elle soutient également que les STIM sont une construction sociale et ne peuvent être neutres. Elle met de l'avant l'idée selon laquelle dans une culture occidentale blanche, l'identité masculine est synonyme de compétence technique alors que l'identité féminine signifie absence de compétence technique. En ce qui concerne les femmes en STIM, selon cette perspective, il y a un conflit entre l'identité féminine et la culture masculine prédominante dans ces disciplines. Par conséquent, cette approche insiste sur la nécessité de changer le système plutôt que de changer les femmes, changer la culture des STIM pour les adapter à toutes et à tous.

Ces cinq perspectives proposées par Cronin et Roger [7] constituent une grille d'analyse valable qui permet : 1) aux ingénieures, chercheuses et professionnelles de terrain de situer leur contribution au domaine du génie et d'identifier les obstacles qui les empêchent d'initier et de poursuivre des recherches et innovations technologiques sur des questions d'intérêts féminins; 2) aux futurs ingénieurs et futures ingénieures de lire, penser et anticiper les contributions que peuvent apporter les femmes au génie et particulièrement en ce qui a trait aux questions d'intérêts féminins; 3) aux futures ingénieures de se projeter dans des initiatives de recherche et d'innovations technologiques sur des questions d'intérêts féminins; 4) aux administrateurs de mettre de l'avant et de soutenir des initiatives équitables pour l'ensemble de la communauté qu'ils dirigent avec un regard plus particulier pour les ingénieures en leur prodiguant des conseils éclairés et respectueux des individus, de leurs ambitions

intellectuelles et professionnelles. Cette étude nous permettra donc de comprendre comment et pourquoi le génie des femmes peut être au service de la société et plus particulièrement au service des femmes.

5. MÉTHODOLOGIE

L'état embryonnaire sur la recherche et les innovations technologiques pour des questions d'intérêts féminins, nous suggère une étude exploratoire, c'est-à-dire « souple, dont le but est d'obtenir une compréhension préliminaire et descriptive d'une situation en vue de préciser une première problématique, d'émettre intuitivement des hypothèses et d'évaluer la pertinence d'études ultérieures plus systématiques » [Legendre 485]. Pour ce faire, nous avons recours à une méthode mixte séquentielle, dont une approche qualitative, suivie du quantitatif et finalement d'une deuxième approche qualitative [8][51].

Nous analysons la problématique de la contribution des femmes ingénieures aux questions d'intérêts féminins à travers les perceptions d'ingénieurs, futurs ingénieurs et administrateurs hommes et femmes. L'étude bilingue (français-anglais) qui est toujours en cours, est menée auprès d'étudiants et d'étudiantes de premier, deuxième et troisième cycles, de leurs professeurs et professeures à temps plein en génie, des administrateurs ainsi qu'auprès de professionnels et professionnelles de terrain qui œuvrent dans les entreprises publiques et privées de génie. Ce projet initié dans le cadre des activités de l'Unité de recherche éducative sur la culture scientifique (URECS) est réalisé en collaboration avec la Chaire CRSNG/Pratt et Whitney Canada pour les femmes en sciences et génie.

L'étude se déroule en trois étapes : des entrevues préliminaires (2018-2019), un questionnaire (2019-2020) et des entrevues de consolidation (2020-2022). Nous en sommes à la fin de la première étape celle des entrevues préliminaires. Nous avons mené des entretiens semi-dirigés auprès de 70 participantEs (17 étudiantEs futurEs ingénieurEs, 14 professeurEs, 5 administrateurEs, 12 ingénieurEs du secteur public, et 22 ingénieurEs du secteur privé) dont 20 femmes et 8 hommes de zones rurales et 32 femmes et 10 hommes de zones urbaines au Canada, œuvrant dans plusieurs domaines du génie (civil, mécanique, chimique et biologique, électrique, informatique) afin de nous assurer de la saturation des données [43]. Cette méthode de collecte de données a été retenue car elle permet aux participantEs d'élaborer sur leurs conceptions du génie et de la contribution des femmes au génie. Les entretiens étaient d'une durée variant de 20 à 40 minutes. Les réponses enregistrées électroniquement ont été soumises à une analyse thématique de contenu [30]. Dans le cadre de cet article, nous nous sommes limitées à l'analyse des réponses à la question qui traite de l'apport des femmes en génie, à savoir : « Que pensez-vous que les

femmes apportent au domaine de l'ingénierie qui leur est propre ? ».

6. RÉSULTATS/DISCUSSION

Bien que les entrevues préliminaires aient traité de la conception des participantEs du génie ; de l'importance d'inciter plus de femmes à se diriger dans des études et des carrières en génie ; de la culture d'ingénierie actuelle ; et des moyens de retenir plus de femmes en ingénierie, cet article s'intéresse uniquement à l'apport des femmes ingénieures à la profession d'ingénierie. À la question : « Que pensez-vous que les femmes apportent au domaine de l'ingénierie qui leur est propre ? », les participantes et les participants reconnaissent, en majorité, l'apport unique des femmes ingénieures, une différente perspective au domaine du génie. Comme l'attestent les propos de cette administratrice d'entreprise :

Women (in some stereotyped way) have a different way of approaching problems and the more diverse approaches we have, the better because a lot of engineering is problem solving. So if we can have more diverse approaches to problem solving, we are more likely to get more diverse solutions. And the world needs good solutions and needs as many innovative, creative thinkers as possible. I personally think that women are very good at that. I don't like to be too much of a generalist, because some [women] might not be. I think that the world would be better with more diverse thinkers. Whether that be based on gender or anything else.

Cette participante n'est pas la seule à se préoccuper de l'importance de la diversité ; c'est un thème qui est revenu à plusieurs reprises. Selon ce professionnel de terrain :

The greater the diversity or the voice at the table, the more creative the solutions tend to get. And a lot of the problems we tend to deal with now aren't challenges or problems that are readily solved by simple linear problem-solving approaches. There's no obvious solution. You just have to work your way towards [...] more creative approaches and greater diversity of any sort, not just gender, [because it] brings in a greater range of voices.

Un ingénieur mécanique du secteur public exprime sa frustration lorsqu'en réunion il remarque que la majorité des gens lui ressemblent ; ce sont tous des hommes blancs qui varient seulement par âges. Pour lui, il y a urgence de : « A new face, a new thought... yeah bring it please ». D'après certains participantEs, il existe des différences entre les façons de penser des hommes et celles des femmes. Ils soulignent que les femmes ont plus d'empathie que les hommes, ce qui améliorerait les services et les produits. Il

semblerait que les femmes prennent le temps de réfléchir aux besoins particuliers des personnes qui vont utiliser ces produits. C'est ce dont d'ailleurs témoigne éloquemment, un administrateur en génie mécanique dans ses frustrations face à des designs conçus uniquement par des équipes d'hommes :

I certainly do think that women are socially integrated into being more empathetic. And one of the fundamentals of engineering solutions is that you have to have empathy. [...] If you're asking to build you a better device for your car GPS device, that requires empathy. And I think that some women are more inclined towards that empathetic view, which fosters design thinking, customer empathy, and they bring that perspective.

Ironiquement, cet ingénieur mécanique traite des ingénieurs de nerds à qui ça prend dix minutes pour programmer un GPS. Il fait allusion à un groupe diversifié en genres qui pourrait concevoir des GPS qui sont plus faciles à utiliser pour tous les usagers. Subtilement, ce participant fait référence à la créativité des femmes ingénieures laquelle est d'ailleurs renforcée clairement par cet autre participant : « They [women] bring a more broad system of thinking, [a more] creative approach, where men tend to be more efficient and linear thinkers ». D'où encore une fois la nécessité d'avoir des groupes de diversité de genres pour résoudre des problèmes. Un sentiment quasi de révolte semble animer cet autre administrateur en génie nucléaire lorsqu'il dénonce l'exclusion des femmes ingénieures dans des innovations technologiques telles la conception des appareils et outils dont les femmes se servent quotidiennement :

I hate to be sexist, but you look at the traditional social economic roles of women and especially in the home and every type of appliance (microwave, dishwasher, dryer) those are all engineered products, but in a male-dominated society there's an assumption (a long time assumption) that the female in the house (in the traditional male/female arrangement) that the female does the washing. So they're using the washer/dryer, but they haven't really had an input on the design of the washer and dryer. So I think one has to realize those things. You think of all these appliances (electrical appliances – iron, microwave, washer/dryer, automobile, hair dryer, all kinds of things) are all engineered products. And you just think... ah would it be different with a more diverse design team?

Comme pour exaucer le souhait de cet ingénieur nucléaire, la compagnie GE a annoncé le 8 février 2017, que par l'an 2020, elle va employer 20 000 femmes en STIM afin de combler le déséquilibre entre les genres dans

les postes techniques dont l'ingénierie. Certes c'est une réponse au problème de la sous-représentation des femmes en STIM, mais elle permet aussi d'augmenter la productivité, de transformer les technologies et d'assurer la prospérité économique de la compagnie [12]. Comme insiste l'ingénieur, il sera intéressant de voir comment le recrutement de nombreuses femmes au sein de cette entreprise affectera le design de ses produits électroménagers.

Faisant référence à sa définition du génie « résoudre des problèmes de la société par des moyens technologiques. Mais pour bien résoudre et bien connaître les problèmes de la société à résoudre, tu n'as pas de choix d'avoir un échantillon diversifié », une étudiante au doctorat en génie physique justifie du même coup l'importance de la participation des femmes en génie. Elle relate une histoire que quelqu'un lui a déjà racontée pour souligner l'apport unique des femmes en génie :

Elle [en référence à la femme que la participante a rencontrée] disait qu'elle venait de l'Alberta et disait que quand elle était petite sa mère devait la trainer en traineau parce que les poussettes n'étaient pas conçues pour avoir des grosses roues pour la neige. Puis c'est une fois que les femmes sont entrées dans ces entreprises-là qu'on a commencé à faire des poussettes avec des plus grosses roues parce qu'elles connaissent cette problématique-là.

Les exemples des contributions des femmes ingénieures n'ont pas de fin. Une ingénieure mécanique rapporte l'ajout de supports à brevets dans la conception des automobiles grâce à l'intégration des femmes dans des équipes d'ingénieurs. Enfin, quoi de plus éloquent que les propos de cet étudiant aux études supérieures en génie électrique et en physique selon lesquels « les femmes sont les meilleures professeures, car elles apprennent plus à connaître les apprenants, elles tentent d'expliquer les concepts à un rythme approprié pour le groupe et elles s'engagent à identifier les besoins spécifiques des étudiants et à aider à les surmonter ».

Tout compte fait, les participantEs de notre étude reconnaissent l'apport des femmes en génie parce qu'elles ont, entre autres, des façons de voir les choses qui leur sont propres, un sentiment d'empathie développé et seraient plus créatives que ne le sont les hommes surtout en ce qui a trait aux questions qui les concernent. Ces atouts leur permettraient de contribuer à simplifier des innovations technologiques plutôt complexes, d'aider à concevoir des solutions plus adaptées aux besoins de la société et à créer de meilleures dynamiques dans les groupes de travail et d'études.

À titre d'exemple, à l'Université d'Ottawa, il y a un groupe d'ingénieurEs qui travaillent à concevoir un électromyogramme des muscles du plancher pelvien qui est moins robuste, ne contient pas de barre métallique à

insérer dans le vagin, et enfin, réussit à fournir des informations sur certaines pathologies, incluant la douleur pelvienne, l'incontinence urinaire et le prolapsus des organes pelviens.

Bien qu'il s'agisse de résultats préliminaires, néanmoins notre étude permet de mettre en évidence ce qu'est et pourrait être la contribution des femmes ingénieures dans la recherche et l'innovation technologique plus particulièrement sur les questions d'intérêts féminins. Leurs uniques perspectives sont des atouts indispensables pour les entreprises, l'avancement de la société et méritent d'être valorisées à leur juste titre

7. CONCLUSION

Qu'apportent d'unique les femmes au génie ? D'après les résultats préliminaires de notre étude, la majorité des participantEs semble s'inscrire dans la perspective qui prône un changement de culture du génie pour que les femmes puissent s'y épanouir et non s'y conformer. Ces femmes apportent des contributions uniques en génie dans la recherche et les innovations technologiques parce qu'elles se posent des questions différentes à celles des hommes quand il s'agit du génie, parce qu'elles ont une vision différente de la société et ont des perspectives qui tendent à améliorer la condition humaine et seraient plus ancrées à travailler sur des questions d'intérêts féminins.

Malgré cette modeste contribution au domaine du génie, n'est-il pas légitime de se demander : 1) Quelles nouvelles politiques et pratiques de recrutement, de rétention et d'accommodement des femmes en génie ? 2) Comment adapter des curriculums de sciences et maths aux niveaux primaire, secondaire et postsecondaire au Canada et ailleurs dans le monde ? 3) Quelles nouvelles pratiques pédagogiques privilégier ? Des questions qui méritent qu'on s'y penche en vue d'une meilleure qualité de vie pour tout le monde, une plus grande participation des femmes en génie qui pourront travailler sur des sujets qui les intéressent, les concernent et les passionnent, et à une diversification et une intensification des produits et services.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'Université d'Ottawa qui, à travers le Programme d'Initiation à la Recherche au Premier Cycle –PIRPC, a financé le projet pilote sur plus de cinq ans (2011-2016). Ce financement nous a permis de consolider notre projet et le soumettre pour une subvention majeure au CRSH. Nous adressons nos remerciements à cette dernière institution qui a cru en nous pour nous octroyer des fonds nécessaires sur une période de quatre ans pour mener cette étude pancanadienne. Mais cette étude ne pouvait se réaliser sans la participation des femmes et hommes ingénieurs qui ont volontairement accepté de répondre généreusement à nos questions. Un

chaleureux merci à toutes les participantes et à tous les participants. Nous tenons à adresser un merci spécial à la Faculté d'éducation et à la Faculté de génie qui ont continuellement soutenu nos efforts à travers l'Unité de recherche éducationnelle sur la Culture scientifique et la Chaire CRSNG/Pratt et Whitney Canada pour les femmes en sciences et génie. Un remerciement particulier va aux assistantEs de recherche qui ont jusqu'à présent pris à bout de bras ce projet et accompagnent généreusement, avec intelligence, vision, autonomie et discernement, les chercheures principales.

Références

- [1] American Cancer Society. *Breast Reconstruction after Mastectomy*. 2013. Disponible en date du 5 mai 2019 au : <http://www.cancer.org/cancer/breastcancer/moreinformation/breastreconstructionaftermastectomy/index>
- [2] American Society for Quality, "Engineering Image Problem Could Fuel Shortage". Milwaukee, WI, 2009.
- [3] Beilock, S.L., Gunderson, E.A., Ramirez, G. et Levine, S.C. "Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement," in Proc. of the National Academy of Science of the United States, vol. 107, no. 5, 2010, pp. 1860-1863. Disponible en date du 5 mai 2019 au : <http://www.pnas.org/content/107/5/1860.long>
- [4] Brandth, B. "Rural Masculinity in Transition: Gender Images in Tractor Advertisements," *Journal of Rural Studies*, vol. 11, no. 2, 1995, pp. 123-133.
- [5] Castaño, C., et Webster, J. "Understanding Women's Presence in ICT: The Life Course Perspective," *International Journal of Gender, Science and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 365-386, 2011.
- [6] Condition féminine Canada. *Coup d'œil sur la situation des femmes au Canada : sommaire statistique*, 2012. Repéré le 5 mai 2019 à <https://cfc-swc.gc.ca/abus-ans/wwad-cqnf/stat/wic-fac-2012/wic-fac-2012-fra.pdf>
- [7] Cronin, C. et Roger, A. "Theorizing Progress: Women in Science, Engineering, and Technology in Higher Education," *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 36, no. 6, 1999, pp. 637-661.
- [8] Creswell, J.W. *Research Design – Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Fourth Edition. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.
- [9] European Commission. *Gendered Innovations – How Gender Analysis Contributes to Research*, 2013. Repéré le 5 mai 2019 à <http://genderedinnovations.stanford.edu/Gendered%20Innovations.pdf>
- [10] Faulkner, W. "Nuts and Bolts and People' Gender-Troubled Engineering Identities," *Social Studies of Science*, vol. 37, no. 3, 2007, pp. 331-356.

- [11] Gaudet, S., Mujawamariya, D. et Lapointe, C. "Les liens entre les valeurs, les intérêts, les aptitudes et l'estime de soi des jeunes filles et leurs choix d'études et de carrière," *Revue canadienne d'éducation*, vol. 31, no. 1, 2008, pp. 187-210.
- [12] GE. *Engineering The Future: GE's Goal To Bridge The STEM Gender Gap By 2020*, 2017. Repéré le 2 mai 2019 à <https://www.ge.com/reports/engineering-future-ges-goal-bridge-stem-gender-gap-2020/>
- [13] Ghiasi, G., Larivière, V. et Sugimoto, C.R. "On compliance of engineers with a gendered scientific system," *PloS One*, vol. 10, no. 12, 2015, pp. 1-16.
- [14] Gilligan, C. *Joining the Resistance*. Malden (MA/USA): Polity Press, 2011.
- [15] Guilbert, L. et Mujawamariya, D. *Les représentations de futurs enseignants et enseignantes de sciences à propos des scientifiques et de leurs tâches*. Dans L. Lafortune, C. Deaudelin, P.-A. Doudin et D. Martin (Collectif arbitré, sous la dir.) *Conceptions, Croyances et Représentations en Maths, Sciences et Technos*, (pp. 199-235). Québec : PUQ, Collection Éducation/Recherche, 2003.
- [16] Hall, L. *Who's Afraid of Marie Curie? The Challenges Facing Women in Science and Technology*. Emeryville: Seal Press, 2007.
- [17] Hango, D. *Gender differences in science, technology, engineering, mathematics and computer science (STEM) programs at university*, 2013. Repéré le 5 mai 2019 à <http://www.statcan.gc.ca/pub/75-006-x/2013001/article/11874-eng.htm>
- [18] Hansson, L., Möck, M. et McIntyre, M.P. *Design and Gender with a Competitive Edge*, dans Ruston, G. et Bryson, J.R. (Eds.). *Industrial Design, Competition and Globalization*, (pp.169-194) UK: Palgrave Macmillan, 2010.
- [19] Harding, J. *Switched Off: The Science Education of Girls*. York: Longman, 32, 1983.
- [20] Harding, S. *The Feminist Standpoint Theory Reader: Intellectual and Political Controversies*. New York: Routledge, 2004.
- [21] Hatmaker, D. M. "Engineering Identity: Gender and Professional Identity Negotiation among Women Engineers," *Gender, Work & Organization*, vol. 20, no. 4, 2013, pp. 382-396.
- [22] Herman, C., Lewis, S. "Entitled to a sustainable career? Motherhood in science, engineering, and technology," *Journal of Social Issues*, vol. 68, no. 4, 2012, pp. 767-789.
- [23] Hill, C., Corbett, C. et St. Rose, A. *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington: AAUW, 2010. Repéré le 5 mai 2019 à <https://www.aauw.org/files/2013/02/Why-So-Few-Women-in-Science-Technology-Engineering-and-Mathematics.pdf>
- [24] Holth, L. et Mellström, U. "Revisiting engineering, masculinity and technology studies: Old structures with new opening," *International Journal of Gender, Science and Technology*, vol. 3, no. 2, 2011, pp. 313-329.
- [25] Huss F.R. et Kratz G. "Mammary epithelial cell and adipocyte co-culture in a 3-D matrix: The first step towards tissue-engineered human breast tissue." *Cells Tissues Organs*, vol. 169, no. 4, 2001, pp. 169-361.
- [26] Ingénieurs Canada. *Des ingénieurs canadiens pour l'avenir – Inscriptions féminines aux programmes de premier cycle*, 2017. Repéré le 2 mai 2019 à <https://engineerscanada.ca/fr/publications/des-ingenieurs-canadiens-pour-lavenir-2017#inscriptions-feminines-aux-programmes-de-premier-cycle>
- [27] Kerger, S., Martin, R. et M. Brunner. "How can we enhance girls' interest in scientific topics?," *British Journal of Educational Psychology*, vol. 81, no. 4, 2011, pp. 606-628. Repéré le 5 mai 2019 à <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2044-8279.2011.02019.x/full#f1>
- [28] Larivière, V. "Femmes et science : Les premières données mondiales valident l'inégalité," *Le magazine de l'ACFAS*, Découvrir, 2014. Repéré le 2 mai 2019 à <https://www.acfas.ca/publications/decouvrir/2014/03/femmes-sciences-premieres-donnees-mondiales-valident-l-inegalite>
- [29] Leaper, C. "Do I belong? Gender, peer groups, and STEM achievement," *International Journal of Gender, Science and Technology*, vol. 7, no. 2, 2015, pp. 1-14.
- [30] L'Écuyer, R. *Méthodologie de l'analyse développementale de contenu*. Québec : PUQ, 1990.
- [31] Legendre, R. *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Québec : UQAM, 1988.
- [32] Mavriplis, C. et Davidson, V. *Géniales les filles! Un programme de sensibilisation des filles au secondaire et de leurs parents*, dans, Roy, A., Mujawamariya, D. et Lafortune, L., (Dirs.) *Des actions pédagogiques pour guider les filles et les femmes en STEM: Sciences, technos, ingénierie et maths*. Québec : PUQ, 2014.
- [33] Mendick, H. et Moreau, M.-P. "New media, old images: constructing online representations of women in science, engineering and technology," *Gender and Education*, vol. 25, no. 3, 2013, pp. 325-339.
- [34] Moorcroft, D.M., Stitzel, J.D., Duma, G.G. et Duma, S.M. "Computational model of the pregnant occupant: predicting the risk of injury in automobile crashes," *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, vol. 189, no. 2, 2003, pp. 540-544.
- [35] Moore, K. *Women of Influence: Meet the Women Auto Designers Behind the Wheel*. Forbes Style File, 29 mars 2016. Repéré le 2 mai 2019 à <https://www.forbes.com/sites/forbesstylefile/2016/03/29/women-of-influence-meet-the-women-auto-designers-behind-the-wheel/#71dc87be32d2>

- [36] Mujawamariya, D. *Partenaires en sciences pour l'égalité des sexes: de la théorie à la pratique*. Dans C. Gervais, L. Portelance [Collectif arbitré sous la direction]. Des savoirs au cœur de la profession enseignante: contexte de construction et modalités de partage, (pp-171-186). Sherbrooke : Éditions du CRP, 2005.
- [37] Mujawamariya, D. *Enseigner les sciences en milieu francophone minoritaire : perceptions d'enseignantes et d'enseignants francophones de l'Ontario*. Dans S. Houde et J.-C. Kalubi (Dir.). Intégrer des matières ou développer des apprentissages? Approches plurielles en milieu scolaire, (pp.51-62). Québec : Les presses Interuniversitaires, 2013.
- [38] Mujawamariya, D., Boucher, M. et Mavriplis, C. *Comment intéresser les filles aux STIM? Ce que peuvent faire les parents et le personnel enseignant*, dans, A. Roy, Mujawamariya, D. et L. Lafortune (Dir.), Des actions pédagogiques pour guider les filles et les femmes en STIM: Sciences, technos, ingénierie et maths, (pp. 91-102). Québec : PUQ, 2014.
- [39] National Highway Traffic Safety Administration. "Federal Motor Vehicle Safety Standard: Occupant Crash Protection. (Docket No. NHTSA 00-7013; Notice 1)". Washington, DC: US Government Printing Office, 2010.
- [40] Ontario Network of Women in Engineering. *Canadian Engineering Undergraduates: Female Enrollment by Discipline*, 2015. Repéré le 2 mai 2019 à <http://www.onwie.ca/resource->
- [47] Sjøberg, S. et Schreiner, C. *The ROSE project*. Overview and key findings. Oslo: University of Oslo, 2010.
- [48] Sonnert, G. "Parents who influence their children to become scientists: effects of gender and parental education," *Social Studies of Sciences*, vol. 39, no. 6, 2009, pp. 927-941.
- [49] Stanford University. *Gendered Innovations in Science, Health & Medicine, Engineering, Environment*, 2009. Repéré le 5 mai 2019 à <http://genderedinnovations.stanford.edu/>
- [50] Sugimoto, C.R., Ni, C., West, J.D. et Larivière, V. "The Academic Advantage: Gender Disparities in Patenting," *PLoS ONE*, vol. 10, no. 5, 2015. Repéré le 2 mai 2019 à <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128000>
- [51] Tashakkori, A. et Teddlie, C. *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research* (2nd Edition). Thousand Oaks, CA: Sage, 2010.
- [52] Université d'Ottawa. *Inscriptions par programme – Faculté de génie*, 2018. Repéré le 2 mai 2019 à https://www.uottawa.ca/institutional-research-planning/sites/www.uottawa.ca.institutional-research-planning/files/inscriptions_officielles_-_faculte_de_genie_par_unite_academique_et_type_de_programme.pdf
- <tools/statistics/canadian-engineering-undergraduates-female-enrollment-by-discipline/>
- [41] Osborne, L., K. Miller et R. Farabee-Siers. *Pedagogical methods for improving women's participation and success in engineering education*. Washington, DC: Institute for Women's Policy Research, 2008.
- [42] Pardo, P., Calvet, M. D., Pons, O. et Martinez, M. C. "Pioneer women in engineering studies: What can we learn from their experiences?," *European Journal of Engineering Education*, vol. 41, no. 6, 2016 p. 118.
- [43] Pirès, A. P. *L'échantillonnage*. Dans Groupe de recherche interdisciplinaire sur les méthodes qualitatives, La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et méthodologiques, (pp. 137-196). Montréal : Centre universitaire de criminologie comparée, 1997.
- [44] Powell, A., Sang, K. J. C. "Everyday experiences of sexism in male-dominated professions: A Bourdieusian perspective," *Sociology*, vol. 49, no. 5, 2015, pp. 919-936.
- [45] Rosser, S. *Teaching the Majority, Breaking the Gender Barrier in Science, Mathematics, and Engineering*. New York: Teachers College Press, 1995.
- [46] Schiebinger, L. et Schraudner. *Interdisciplinary Approaches to Achieving Gendered Innovations in Science*. Dans Wyer, M., Barberchek, M., Cokmeyer, D., Ozturk, A., Wayne, M., (Eds.), Women, Science, and Technology: A Reader in Feminist Science Studies (pp. 100-110). New York: Routledge, 2013.
- [53] Uriarte, M, Ewing, H. A., Eviner, V. T. et Weathers, K. C. "Constructing a broader and more inclusive value system in science". *BioScience*, vol. 57, no. 1, 2007, pp. 71-78.
- [54] Vacanti, J.P., Atala, A. Mooney, J. D. et Langer, R.S. "Breast Tissue Engineering". Cambridge: MIT Press, 1998.
- [55] Van der Maren, J.-M. *Méthodes de recherche pour l'éducation*. (2e édition). Montréal/Bruxelles : PUM et de Boeck, 1996.