

Facteurs influençant l'identité scientifique d'étudiants de niveau collégial engagés dans une recherche scientifique authentique

Pierre Chastenay, Université du Québec à Montréal
Claude-Émilie Marec, Université du Québec à Montréal
Estelle Desjarlais, Université du Québec à Montréal
Yannick Skelling-Desmeules, Université du Québec à Montréal
Martin Aubé, Cégep de Sherbrooke
Johanne Roby, Cégep de Sherbrooke
Martin Riopel, Université du Québec à Montréal

RÉSUMÉ

Nous présentons les résultats d'une étude qualitative portant sur trois étudiants de cégep qui ont participé à une recherche scientifique authentique axée sur les liens entre la pollution lumineuse et le cancer. Dans le cadre de ce projet, les collégiens ont utilisé des instruments scientifiques, analysé des données de recherche, interagi avec des mentors universitaires, encadré des élèves du secondaire et présenté leurs résultats dans divers forums scientifiques. Nous les avons interrogés à trois reprises au cours d'une année scolaire afin de suivre le développement de leur identité scientifique selon quatre sous-composantes (performance, compétence, intérêt et reconnaissance) décrites par le modèle de l'identité scientifique de Chen et Wei (2022). L'objectif de cette analyse thématique était de déterminer quels éléments de leur participation à une activité de recherche scientifique authentique ont eu la plus grande influence sur leur identité scientifique. Nos résultats montrent que, parmi les activités décrites ci-dessus, le travail avec des mentors, l'utilisation d'instruments scientifiques, la lecture d'articles scientifiques et la communication scientifique ont tous eu un impact positif sur l'identité scientifique des étudiants collégiaux. D'autres activités qui semblaient moins bien adaptées à leur niveau de compétence, comme des activités informatiques de programmation, ont eu, au contraire, un effet plutôt démotivant. Nous en concluons que des activités scientifiques authentiques menées avec des visées pédagogiques devraient respecter le niveau de compétence des participants et être plus étroitement supervisées que les activités scientifiques menées

uniquement à des fins de production de nouvelles connaissances. Mais plonger les étudiants dans un contexte de recherche aussi authentique que possible a un effet positif sur le développement de leur identité scientifique et sur leur compréhension de ce que signifie être une « personne scientifique ».

Mots-clés : identité scientifique, étudiants collégiaux, recherche scientifique authentique, recherche qualitative

ABSTRACT

We present the results of a qualitative study of three CEGEP students who participated in authentic scientific research focused on the links between light pollution and cancer. As part of this project, the college students used scientific instruments, analyzed research data, interacted with university mentors, mentored high school students, and presented their findings at various scientific forums. We interviewed them three times during an academic year to track the development of their science identity according to four subcomponents (performance, competence, interest, and recognition) described by Chen and Wei's (2022) model of science identity. The objective of this thematic analysis was to determine which elements of their participation in authentic scientific research would have the greatest influence on their science identity. Our results show that among the activities described above, working with mentors, using scientific instruments, reading scientific articles, and engaging in scientific communication all had a positive impact on the science identity of college students. Other activities that seemed less suited to their skill level, such as computer programming, had a rather demotivating effect. We conclude that authentic scientific activities carried out for educational purposes should respect the skill level of the participants and be more closely supervised than scientific activities carried out solely for the purpose of producing new knowledge. However, immersing students in a research context that is as authentic as possible has a positive effect on the development of their science identity and their understanding of what it means to be a "scientific person."

Keywords: science identity, college students, authentic scientific research, qualitative research

INTRODUCTION

L'importance des sciences dans une société du savoir et de l'innovation est bien établie : tant l'OCDE, que le PISA et l'UNESCO soulignent la nécessité d'une main-d'œuvre bien formée scientifiquement (OECD, 2008; PISA, 2012; UNESCO, 2013). Pourtant, l'intérêt pour les sciences chez les élèves du secondaire et les étudiants¹ postsecondaires semble en constant déclin (Potvin et Hasni, 2014a ; McDonald et al.,

2019). Cette désaffection semble découler du fait que de nombreux étudiants ne se perçoivent pas comme des « personnes scientifiques ». Dans leur étude, Hazari et al. (2013) ont constaté que seulement 30 % des étudiants collégiaux interrogés s'identifient ainsi, avec des taux encore plus faibles chez les femmes (Seyranian et al., 2018) et les groupes sous-représentés (McDonald et al., 2019). Schinske et al. (2016) suggèrent que, si les étudiants ont du mal à s'identifier aux scientifiques, cela limite leur capacité à se projeter dans de tels rôles (Mraz-Craig et al., 2018).

1 Cet article utilise le masculin inclusif.

Pour remédier à cette situation, de nombreux pays ont introduit des réformes curriculaires visant à rendre l'enseignement des sciences plus « authentique », en intégrant des contextes scientifiques réalistes dans les pratiques pédagogiques (Fensham, 2009). Labouta et al. (2018) soutiennent que les enseignants en sciences devraient concevoir des leçons qui reflètent la façon dont travaillent réellement les scientifiques et permettent aux étudiants de vivre les sciences comme un véritable processus d'enquête. Une telle approche, faisant intervenir des activités scientifiques plus réalistes et authentiques, est également soutenue par de nombreux chercheurs (Chick et al., 2009 ; Crippen et Archambault, 2012 ; Handelsman et al., 2004 ; Hodson, 1992 ; Shulman, 2005).

Contrairement à l'enseignement scientifique « traditionnel », souvent centré sur des problèmes fermés à solution unique, les activités scientifiques authentiques engagent les étudiants dans des problématiques ouvertes, proches de la recherche scientifique telle qu'elle se fait présentement (Meyer et Crawford, 2015). Ces problèmes non résolus mobilisent ainsi la collaboration au sein d'une communauté de recherche. Des études montrent que la participation à des activités scientifiques authentiques est bénéfique pour les étudiants, toutes disciplines confondues (Schwartz et Burrows, 2021). Cela pourrait également contribuer à freiner leur désintérêt envers les sciences (Potvin et Hasni, 2014a) et inciter davantage d'étudiants à envisager des carrières dans ces domaines (Braund et Reiss, 2006 ; Chemers et al., 2011 ; Hernandez et al., 2013 ; van Eijck et Roth, 2008).

Une des retombées importantes de ces activités scientifiques authentiques vécues par les étudiants est le développement de leur « identité scientifique », définie comme un ensemble de perceptions de soi façonnées par leur engagement dans des activités scientifiques. Cette identité favorise un sentiment d'appartenance à la communauté scientifique et une redéfinition de son rôle en son sein (Vincent-Ruz et Schunn, 2018). Elle est à la fois personnelle et sociale, impliquant la reconnaissance par les pairs, la famille et les enseignants (McDonald et al., 2019).

L'identité scientifique est aujourd'hui reconnue comme un facteur clé pour comprendre l'intérêt, la motivation et la persévérance des étudiants dans les domaines scientifiques (McDonald et al., 2019). Les individus dotés d'une forte identité scientifique sont plus enclins à faire des choix d'études qui renforcent cette identité (Eccles, 2009) et à rester motivés pour poursuivre des carrières dans ces domaines (Oyserman, 2015). Ainsi, l'identité scientifique constitue un puissant prédicteur de l'engagement présent et futur des étudiants envers les sciences (Chemers et al., 2011 ; Crowley et al., 2015 ; Eccles et al., 2015 ; Stets et al., 2017).

Identité scientifique d'étudiants collégiaux

L'identité scientifique est un construit multidimensionnel pouvant être abordé sous divers angles. Par exemple, Crowley et al. (2015) soulignent que l'intérêt précoce pour les disciplines scientifiques constitue un prédicteur fort de l'identité scientifique et de l'engagement futur dans des carrières liées aux sciences. Kim et Sinatra (2018) insistent sur la nature sociale de l'identité scientifique, montrant que les interactions positives des étudiants dans un environnement scientifique sont essentielles à son développement. Vincent-Ruz et Schunn (2018) soutiennent que les identités scientifiques perçues, soit l'identité personnelle et celle reconnue par les autres, sont étroitement liées. De même, McDonald et al. (2019) ont constaté que la perception que les étudiants ont d'eux-mêmes et des scientifiques influence significativement leur persévérance dans ces domaines. Enfin, Chen et al. (2021) ont étudié le lien entre l'identité scientifique et la performance scolaire, en particulier chez les étudiants issus de groupes minoritaires. Ils ont montré que le sentiment d'appartenance à une communauté scientifique est central dans la construction de l'identité scientifique, qui est elle-même corrélée à la réussite scolaire.

Jiang et Wei (2025) ont quant à eux examiné les stratégies favorisant le développement de l'identité scientifique chez les étudiants préuniversitaires. Ils ont identifié l'apprentissage actif, les pratiques scientifiques authentiques

et le mentorat entre pairs comme étant des stratégies particulièrement efficaces. Eagan et al. (2024) concluent que les interventions visant à renforcer le sentiment d'être une personne scientifique peuvent accroître la persévérance des étudiants en sciences jusqu'à l'obtention de leur diplôme. Toutefois, Gardner et al. (2015) ainsi que Labouta et al. (2018) soulignent le besoin de données supplémentaires pour évaluer précisément les effets des activités scientifiques authentiques sur l'identité scientifique des étudiants, ce à quoi cherche à contribuer la recherche décrite dans le présent article.

En effet, notre étude vise à identifier les éléments-clés des expériences scientifiques authentiques — tels que la conception de protocoles, la collecte et l'analyse de données, le travail avec les pairs et les mentors ou encore la communication des résultats — qui favorisent le plus le développement de l'identité scientifique d'étudiants de niveau collégial. Pour ce faire, nous avons mené des entretiens semi-dirigés à trois reprises durant l'année scolaire 2021–2022, avec trois étudiants collégiaux volontaires ayant participé à un projet de recherche scientifique authentique. Notre objectif est de déterminer quels aspects de ces expériences ont eu l'influence la plus significative sur leur identité scientifique.

CADRE THÉORIQUE

Identité scientifique

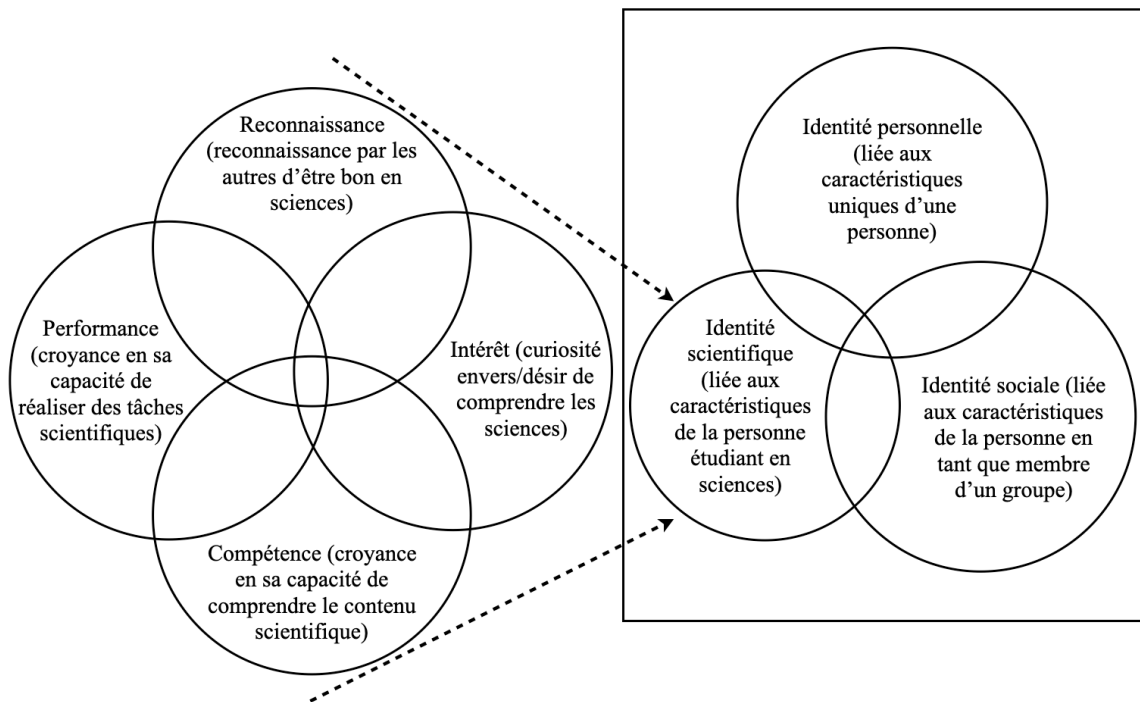
La notion d'identité fait référence aux significations que les individus s'attribuent eux-mêmes à travers leur rôle (identité de rôle), leur appartenance à un groupe (identité sociale) ou leur individualité (identité personnelle) (Burke et Stets, 2009). Selon la théorie de l'identité, ces significations doivent correspondre aux comportements adoptés dans des contextes réels (Burke et Reitzes, 1981 ; Stets et al., 2017). Dans notre étude, nous définissons l'identité scientifique comme une identité de rôle, c'est-à-dire la manière dont les étudiants interprètent leur participation active (décrite dans la section méthodologie) à une recherche scientifique authentique (Schinske et al., 2016).

Carlone et Johnson (2007), s'appuyant sur la théorie de l'identité de Gee (2000), ont proposé un modèle de l'identité scientifique composé de trois éléments : la compétence (compréhension du contenu scientifique étudié), la performance (valorisation de ses propres pratiques scientifiques) et la reconnaissance (être perçu et se percevoir comme une personne scientifique). Puisque leur étude portait sur des scientifiques établis, dont l'intérêt envers la science était considéré comme acquis, cette dernière composante n'était pas incluse dans leur modèle. Toutefois, Hazari et al. (2010) soutiennent que, pour les étudiants qui ne se sont pas encore fermement engagés sur une trajectoire scientifique, l'intérêt envers la science joue un rôle crucial dans la formation de leur identité scientifique. Sur cette base, Chen et Wei (2022) ont ajouté l'intérêt comme quatrième composante au modèle de Carlone et Johnson. Nous adoptons ce modèle à quatre dimensions — intérêt, compétence, performance et reconnaissance — pour analyser comment la participation à une recherche scientifique authentique façonne l'identité scientifique des étudiants (figure 1).

Les étudiants ayant une forte identité scientifique estiment qu'ils réussissent bien en sciences (par exemple, dans les travaux scolaires ou les expériences de laboratoire), qu'ils comprennent bien les concepts scientifiques et qu'ils sont à l'aise pour en discuter. Bien que Chen et Wei (2022) aient constaté que les concepts de compétence et de performance tendaient à se confondre dans l'esprit des étudiants, nous avons choisi de les traiter séparément dans nos entretiens afin de respecter le modèle théorique. Quant à la reconnaissance, elle implique à la fois l'auto-identification d'un individu et sa validation externe en tant que personne scientifique. Enfin, l'intérêt envers les sciences se manifeste par la curiosité envers le monde naturel et le désir de le comprendre à travers une démarche scientifique. Pour Potvin et Hasni (2014a), cette définition de l'intérêt reste très attachée à l'objet de cet intérêt et à la relation de l'individu avec cet objet d'intérêt, soit les sciences dans le cas qui nous occupe (voir aussi Hidi et Renninger, 2006).

Figure 1

Modèle de l'identité scientifique de Chen et Wei (2022), basé sur ceux de Carlone et Johnson (2007) et Hazari et al. (2010)



Science authentique et identité scientifique

Selon Vincent-Ruz et Schunn (2018), l'identité scientifique se déploie selon trois axes : 1) le sentiment d'appartenance à une communauté scientifique (Carlone et Johnson, 2007), 2) des facteurs attitudeaux intrinsèques et extrinsèques (Aschbacher et al., 2010), et 3) l'alignement entre les sciences scolaires et les sciences réelles (Archer et al., 2010). Pour que l'identité scientifique se développe, les étudiants doivent se sentir membres d'une communauté de recherche et percevoir les sciences enseignées à l'école comme représentatives des pratiques scientifiques réelles.

Les sciences authentiques, telles que définies par Styers (2018), sont les « vraies sciences ». Elles consistent à résoudre des problèmes ouverts par le biais d'une enquête scientifique : formuler des questions, utiliser des instruments, analyser des données et communiquer les résultats (Burrows et al., 2016). Ce processus permet aux étudiants d'affiner leurs méthodes de recherche en collaboration avec leurs pairs

et leurs mentors, et de vivre les sciences telles qu'elles sont réellement pratiquées (Hasni et al., 2018 ; Schwartz et Burrows, 2021).

Un autre élément clé des sciences authentiques est l'immersion dans la culture scientifique. Brown et al. (1989) décrivent les sciences authentiques comme la participation aux pratiques ordinaires de la communauté scientifique, où les significations des objets de la science sont construites socialement. Lee et Butler (2003) insistent sur la nécessité d'immerger les étudiants dans cette culture, contrairement aux méthodes pédagogiques traditionnelles (cours magistraux, démonstrations, laboratoires de type « recettes »), qui ne favorisent que rarement une telle immersion (Labouta et al., 2018). Ces approches classiques n'exposent pas suffisamment les étudiants aux pratiques fondamentales de la recherche : poser des questions, enquêter, théoriser, réviser, communiquer. Cependant, les activités scientifiques authentiques doivent rester accessibles en proposant des défis adaptés au niveau de compétence des étudiants (Ault, 1994).

Étudiants et posture scientifique

Placer les étudiants dans la posture de scientifiques implique d'aller au-delà de l'acquisition de connaissances théoriques et pratiques, pour les engager dans une véritable démarche de recherche scientifique (Labouta et al., 2018). Dans cette optique, Labouta et al. (2018) ont proposé le modèle « Apprendre les sciences en faisant des sciences » (*Learning Science by Doing Science*), qui immerge les étudiants dans un projet de recherche complet, centré sur un objet d'étude de leur choix. De manière similaire, Mraz-Craig et al. (2018), dans une étude menée auprès de 48 étudiants en génie, ont identifié plusieurs éléments favorisant le développement de l'identité scientifique : la possibilité de contribuer à une recherche, d'explorer de nouvelles perspectives professionnelles, de résoudre des problèmes, de collaborer avec d'autres étudiants, de recevoir des rétroactions d'experts et de se sentir responsable de leur projet. Ces expériences renforcent la confiance en soi et l'intérêt durable des étudiants pour les sciences. La recherche authentique permet également de mieux comprendre ce que signifie être une personne scientifique.

Starr et al. (2020) ont montré que la pratique d'activités scientifiques authentiques renforce le sentiment d'être reconnu comme une personne scientifique. En participant à une recherche authentique visant à produire des résultats originaux et valides, les étudiants commencent à se percevoir comme des chercheurs, ce qui renforce leur identité scientifique. Cette perspective rejoint notre propre approche, qui s'intéresse à la manière dont les étudiants collégiaux adoptent les pratiques scientifiques et s'approprient les outils, les méthodes et les normes culturelles de la communauté scientifique dans laquelle ils sont plongés.

Les modèles pédagogiques fondés sur la recherche authentique s'apparentent à ce que Shulman (2005) appelle les « pédagogies signatures » (*Signature Pedagogies*), c'est-à-dire des formes d'enseignement qui préparent de futurs professionnels à leur métier. Eagan et al. (2024) soulignent également plusieurs stratégies pédagogiques favorisant l'identité scientifique : l'acquisition de compétences techniques, leur mise en œuvre dans des

recherches concrètes, la possibilité de présenter ou de publier les résultats, et les rétroactions reçues de la part de mentors ou d'enseignants.

Notre étude s'inscrit donc dans cette perspective, en examinant comment les activités de recherche scientifique authentique influencent l'identité scientifique des étudiants. Elle prolonge les travaux de Labouta et al. (2018) et de Mraz-Craig et al. (2018), qui insistent sur l'importance de la recherche authentique dans la construction de l'identité scientifique. L'activité de recherche scientifique authentique à laquelle ont participé les cégépiens que nous avons interrogés leur a offert de multiples occasions d'approfondir la recherche scientifique en la pratiquant, de développer des compétences scientifiques, de s'immerger dans la culture scientifique et de s'identifier à des figures scientifiques grâce au mentorat. Même si les participants à notre étude décidaient ultimement de ne pas poursuivre une carrière en recherche au-delà du collégial, leur expérience leur aura permis d'approfondir leur compréhension des contenus et des processus scientifiques. Cela aura non seulement enrichi leur compréhension de la démarche scientifique, mais aussi contribué au développement de leur identité scientifique.

OBJECTIFS DE RECHERCHE

Des recherches antérieures ont établi un lien entre la participation à une recherche scientifique authentique et le développement de l'identité scientifique, notamment dans le domaine des biotechnologies (Mraz-Craig et al., 2018) et des nanotechnologies (Labouta et al., 2018). Notre premier objectif est donc de suivre l'évolution de l'identité scientifique d'étudiants collégiaux volontaires participant à une recherche scientifique authentique au cours d'une année scolaire (2021–2022), en nous appuyant sur le modèle théorique élaboré par Chen et Wei (2022) : performance, compétence, intérêt et reconnaissance (en notant que, selon les observations de Chen et Wei [2022], compétence et performance sont étroitement liées dans l'esprit des étudiants). Notre second objectif est d'identifier les éléments spécifiques à la recherche scientifique authentique — les moments forts de cette expérience — qui ont eu l'influence la plus marquante (positive

et négative) sur l'identité scientifique des participants. La section suivante détaille l'approche méthodologique qualitative adoptée pour atteindre ces objectifs.

MÉTHODOLOGIE

Cette étude qualitative est à la fois explicative et descriptive (Creswell et Creswell, 2017). Elle vise, d'une part, à mieux comprendre la construction de l'identité scientifique des étudiants à travers ses quatre sous-composantes, selon le modèle de Chen et Wei (2022), et, d'autre part, à décrire l'évolution de cette identité en lien avec leur participation à une recherche scientifique authentique. Elle cherche également à identifier les éléments de la recherche scientifique authentique qui influencent cette évolution, en fonction des activités vécues par les étudiants tout au long du projet.

Participants étudiants

Nous avons interrogé trois étudiants de cégep provenant d'une grande ville du Québec, au Canada. Ces trois étudiants faisaient partie d'un groupe d'une douzaine d'étudiants qui ont participé au projet de recherche authentique cette année-là ; après un appel à volontaires pour participer à nos entretiens, ces trois étudiants ont accepté d'être interrogés. Rappelons que le cégep (Collège d'enseignement général et professionnel) constitue la première étape de l'enseignement postsecondaire au Québec. Il propose des programmes techniques de trois ans menant à un métier, ou des programmes préuniversitaires de deux ans préparant aux études universitaires.

Les trois participants à notre étude, âgés de 18 à 20 ans, étaient inscrits en deuxième année du programme de Sciences de la nature, qui mène généralement à des études universitaires en sciences. Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas identifier leur genre. Ils étaient inscrits à un cours d'introduction à la recherche scientifique durant l'année scolaire 2021–2022. Ce cours, axé sur l'étude du lien entre la pollution lumineuse et le cancer, était donné par deux des auteurs de cet article — un enseignant en physique et un en chimie — tous deux spécialistes de la pollution lumineuse

et de ses effets sur la santé humaine. Le cours suivait un programme de recherche préétabli, développé au cours des années précédentes, et était réparti sur deux trimestres (automne 2021 et hiver 2022). Le travail des étudiants était noté et contribuait à leur note finale en sciences. Les trois étudiants qui ont volontairement accepté de participer à notre recherche sur l'identité scientifique ont été interviewés à trois reprises au cours de l'année scolaire. Leur participation était entièrement volontaire, aucune information n'a été communiquée à leurs professeurs, elle n'a donc eu aucune incidence sur leurs résultats scolaires.

Recherche scientifique authentique sur les liens entre la pollution lumineuse et le cancer

Dans le cadre du projet de recherche scientifique authentique dirigé par les professeurs Aubé et Roby, les étudiants ont étudié l'impact de la pollution lumineuse sur la prévalence de certains cancers hormonodépendants, notamment les cancers du sein, de la prostate et du côlon. Pour ce faire, ils ont utilisé divers outils et techniques scientifiques afin de mesurer les niveaux de pollution lumineuse dans deux villes du Québec (Canada) et trois villes en France (voir Aubé et al., 2020, 2021 ; Garcia-Saenz et al., 2018, 2019 ; Simoneau et al., 2021). Six types d'activités auxquelles les étudiants ont participé ont structuré leur expérience de recherche tout au long de l'année scolaire (Tableau 1).

Tout au long de l'année, les étudiants ont été encadrés par des chercheurs du cégep et d'une université voisine, ainsi que par des étudiants aux trois cycles universitaires. Ils ont également été jumelés à une classe combinée de quatrième et cinquième secondaire (élèves âgés de 15 à 16 ans) qu'ils ont mentorée tout au long de l'activité. Cette immersion dans une recherche scientifique authentique a permis aux collégiens de découvrir de nombreux aspects du travail scientifique : collecte de données, programmation et calculs, analyse, rédaction scientifique, vulgarisation, mentorat. En somme, au fil de l'année scolaire, les étudiants ont véritablement participé à une démarche de sciences en train de se faire.

Tableau 1

Résumé des types d'activités vécues par les étudiants dans le cadre de la recherche scientifique authentique sur les liens entre la pollution lumineuse et le cancer

Activité	Description
Programmation de polygones	Cartographie des sources de lumière artificielle (lampadaires, enseignes commerciales, etc.) d'un quartier et des obstacles à la propagation de la lumière (arbres, bâtiments, etc.), estimation de la quantité de lumière artificielle pénétrant dans les habitations la nuit (calculs du trajet de la lumière par l'application de polygones).
Utilisation d'instruments de mesure	Utilisation de divers instruments scientifiques : télémètres laser, roues de mesure, spectromètres, luxmètres, etc.
Sorties sur le terrain	Collecte de données <i>in situ</i> à l'aide de divers instruments de mesure.
Lecture et présentation d'articles scientifiques	Lecture d'articles scientifiques en lien avec la recherche et présentation orale de résumés dans le cadre de séminaires de lecture hebdomadaires.
Conférences scientifiques	Présence à des conférences scientifiques données par des sommités dans les domaines liés à la recherche.
Participation à des conférences scientifiques et publications scientifiques	Présentation des résultats de la recherche dans le cadre de divers forums scientifiques sous forme d'affiches et de présentations orales (congrès scientifiques) et d'articles (journaux scientifiques, professionnels et populaires).

Collecte et analyse des données qualitatives

Dans le cadre de notre étude, nous avons adopté une approche méthodologique qualitative afin de suivre l'évolution de l'identité scientifique de nos trois étudiants volontaires. Des entretiens semi-dirigés portant sur leur propre perception de leur rôle dans les activités scientifiques (voir Tableau 1) nous ont permis d'explorer en détail les éléments de leur expérience ayant eu le plus d'impact (positif ou négatif) sur leur identité scientifique.

Chacun des trois étudiants a participé à trois entretiens individuels semi-dirigés (Boutin, 2018 ; Gaudreau, 2011), d'une durée d'environ 45 minutes chacun, répartis durant l'année scolaire 2021–2022. Ces entretiens suivaient un protocole basé sur notre cadre théorique, structuré autour des quatre composantes de l'identité scientifique (performance, compétence, reconnaissance et intérêt), et visaient à interroger les participants

sur l'évolution de leur identité scientifique à travers les activités vécues selon ces quatre composantes. Le premier entretien (août 2021) visait en outre à cerner les motivations des étudiants à participer au projet de recherche sur la pollution lumineuse et le cancer. Nous les avons également interrogés sur leurs habitudes culturelles, scientifiques et technologiques, ainsi que sur la profession et le parcours scolaire de leurs parents, afin de mieux comprendre leur contexte personnel et familial en lien avec leur choix d'études et de carrière. En effet, Potvin et Hasni (2014b) rappellent que, au-delà des interventions scolaires, l'intention de poursuivre des études en sciences et technologie est fortement influencée par la culture scientifique initiale et la culture familiale des apprenants.

Le deuxième entretien (février 2022) a permis de faire le point à mi-parcours à propos de l'évolution de leur identité scientifique et des moments marquants vécus dans le cadre des activités de recherche sur la pollution lumineuse et le cancer. Enfin, le troisième entretien (mai

2022) visait à identifier les événements ou moments clés du projet de recherche que les étudiants associaient à l'évolution de leur identité scientifique. Les entretiens ont été enregistrés, puis retranscrits intégralement (verbatim). Un résumé de chaque entretien a ensuite été soumis aux participants pour validation. Cette étape de vérification, visant à s'assurer que nous avons bien saisi les intentions des étudiants, n'a donné lieu à aucune demande de modification. Notons que ce sont les verbatim, et non pas les résumés, qui ont ensuite été analysés.

L'analyse de contenu (Braun et Clarke, 2013) a été réalisée dans NVivo à l'aide d'une approche inductive délibérative basée sur des codes préétablis (Anadón et Savoie-Zajc, 2009 ; Savoie-Zajc, 2018). Cette grille de codage comprenait des catégories prédéterminées conformes aux quatre sous-composantes de l'identité scientifique décrites dans le modèle théorique de Chen et Wei (2022), ainsi que des catégories émergentes liées aux activités vécues par les étudiants.

Ce travail de classification des données a été effectué par deux des coauteurs, qui ont travaillé indépendamment sur les données d'un premier cas avant de comparer leurs analyses respectives (Leray et Bourgeois, 2016) et d'apporter les ajustements nécessaires à la grille de codage. Le codage des données des deux autres cas, également effectué de manière indépendante, a fait l'objet d'une deuxième confrontation afin d'obtenir une classification plus juste des unités de sens dans les codes. Cet exercice a démontré qualitativement une forte concordance entre les codeurs.

Une analyse thématique des unités de sens ainsi répertoriées a ensuite été effectuée en lien avec l'identité scientifique perçue par chacun des étudiants. Notre analyse nous a permis de dresser un tableau précis de l'évolution de l'identité scientifique de chaque participant à la recherche et de mettre en évidence les éléments de l'activité scientifique authentique les plus susceptibles d'influencer l'évolution de ce construit chez les étudiants.

RÉSULTATS

Les résultats présentés dans cette section sont basés sur l'analyse des trois entretiens réalisés avec chacun des trois étudiants au cours de l'année scolaire 2021–2022. Nous présentons ici des portraits détaillés des participants (incluant leur contexte familial et leur parcours scolaire), retraçant l'évolution de leur identité scientifique selon les composantes du modèle de Chen et Wei (2022), en lien avec les activités de recherche scientifique authentique qu'ils ont vécues. Afin de préserver la confidentialité des réponses et l'anonymat des participants, nous les avons identifiés à l'aide de pseudonymes neutres (Sam, Max et Lou) et nous utilisons le pronom masculin de manière générique. Enfin, conformément aux observations de Chen et Wei (2022), nos résultats confirment le lien étroit entre les concepts de performance et de compétence dans l'esprit des étudiants. Par conséquent, ces deux composantes seront présentées ensemble, suivies de l'intérêt, puis de la reconnaissance.

Portrait de Sam

Contexte familial et parcours scolaire

Les sciences n'occupent pas une place centrale dans la famille de Sam. Toutefois, il a toujours obtenu de bons résultats en sciences (malgré une certaine anxiété de performance), ce qui l'a encouragé à poursuivre des études collégiales dans ces domaines. Il apprécie particulièrement la physique et le génie, en raison de son intérêt pour les mathématiques appliquées. Il avoue préférer les travaux scientifiques concrets, qui produisent des résultats rapides et tangibles.

Performance et compétence

Le sentiment de compétence de Sam est fortement lié à sa performance dans les activités scientifiques. Durant la session d'automne, les tâches à réaliser lui semblaient faciles, mais par la suite, les tâches sont devenues plus complexes et, selon sa perception, moins adaptées à ses capacités. Il ne se sentait pas à la hauteur, en particulier lors des activités de programmation (activité des polygones) : « On était livrés à nous-mêmes avec des concepts totalement nouveaux. C'était difficile de performer dans ces conditions ».

Intérêt

L'activité de programmation des polygones a été perçue comme longue et difficile par Sam et a entraîné une perte d'intérêt et de motivation. En revanche, il a apprécié la manipulation des instruments scientifiques et a trouvé les sorties sur le terrain agréables : « C'était super de se retrouver ensemble et d'expérimenter avec l'équipement ». Le jumelage avec les mentors universitaires a été bénéfique et a offert un bon soutien pour certaines tâches : « Je trouve que c'est une super partie du projet ».

Les conférences scientifiques ont été jugées instructives et ont permis de mieux comprendre l'implication de chacun dans le projet : « On a appris de nouvelles choses, on s'est sentis plus impliqués dans le grand projet [...] et on a compris l'importance du projet dans son ensemble ». Présenter le résumé d'un article scientifique lors d'un séminaire a été « une belle expérience dans laquelle j'ai réussi », malgré la difficulté de l'exercice.

Reconnaissance

Au début du projet, Sam se considérait comme un « scientifique à 50 % ». À mi-parcours, son sentiment d'être une personne scientifique reste stable ; il admet avoir « du mal à devenir plus scientifique dans ce projet ». Toutefois, son discours évolue au fil de l'entretien : « Je sais que je suis un scientifique, mais je ne sais pas dans quelle mesure c'est grâce au projet. Peut-être qu'indirectement, j'ai réalisé que je ne voulais pas faire de la recherche ».

À la fin du projet, Sam reconnaît que les discussions scientifiques ne le passionnent pas. Malgré cela, il ne se sent pas « moins scientifique » pour autant, mais pense qu'il n'était pas en phase avec les objectifs du projet : « Je sens juste que je n'étais pas nécessairement à ma place dans ce projet ». Il note néanmoins un changement dans sa perception : certains préjugés qu'il avait sur les sciences et les scientifiques se sont estompés, et il se sent désormais « plus scientifique » qu'au début.

Max

Contexte familial et parcours scolaire

Max vient d'une famille très orientée vers les sciences et les mathématiques, bien qu'il ne ressente aucune pression à suivre cette voie. Il aime discuter de sciences avec ses amis et a suivi des cours de sciences enrichis au secondaire. Curieux et assidu, Max tire une grande satisfaction de ses apprentissages et attribue sa réussite scolaire à une étude régulière. Toutefois, il admet perdre sa concentration lors de tâches fastidieuses, un défi qu'il associe à la recherche, souvent marquée par un travail répétitif.

Performance et compétence

Max se sent confiant dans ses capacités scientifiques et apprécie les discussions autour de concepts en science avec des personnes plus expérimentées, comme ses mentors universitaires. Il accorde plus d'importance à la compréhension qu'aux notes : « Je me fie vraiment à ce que je ressens par rapport à la matière ». Lorsqu'il identifie des lacunes dans ses connaissances, il cherche activement à les combler. Accomplir des tâches et tirer des conclusions logiques lui procure un fort sentiment d'accomplissement. À la fin du projet, il estimait avoir répondu aux attentes et était fier de son travail.

Intérêt

Le projet a permis à Max d'explorer de nouveaux domaines, notamment la programmation, qui a suscité un intérêt croissant : « J'aime vraiment programmer ». Bien qu'il n'ait pas apprécié l'activité sur les polygones, il estime s'en être bien sorti. Il a apprécié le travail de terrain et les échanges avec les mentors, même s'il a trouvé le mentorat auprès des élèves du secondaire moins productif. Lire et résumer un article scientifique s'est révélé exigeant, mais gratifiant, culminant avec une présentation lors d'un congrès national.

Max a constamment exprimé une préférence pour la théorie plutôt que pour l'expérimentation : « Quand c'est abstrait, je trouve ça vraiment fascinant ». Il aspire à étudier la physique théorique, comme la cosmologie ou la physique des particules. Bien que le projet

n'ait pas modifié ses intentions concernant son futur parcours universitaire, déjà prévu en sciences, il a contribué à clarifier son intérêt pour la science théorique : « Je prévois étudier la physique à l'université cet automne ».

Reconnaissance

Dès le début, Max s'identifiait comme un scientifique, tout en reconnaissant qu'il était encore en apprentissage. À mi-parcours, il se sentait plus expérimenté, sans pour autant se considérer comme « plus scientifique ». À la fin, il était confiant quant à son avenir dans le domaine scientifique : « Je me vois comme quelqu'un qui a un avenir en sciences ».

Lou

Contexte familial et parcours scolaire

Bien que des membres de la famille de Lou aient une formation scientifique, les sciences n'occupent pas une place centrale dans leur quotidien. Au secondaire, Lou avait initialement intégré un programme de sciences enrichi, mais l'a quitté par manque d'intérêt et en raison d'autres priorités (le sport, notamment). Au cégep, il réussit bien, mais ressent du stress face aux travaux scolaires.

Performance et compétences

Lou se sent confiant dans les cours de sciences et capable d'expliquer des concepts complexes. Il a généralement bien réussi dans le cadre du projet, à l'exception de l'activité de programmation des polygones, qu'il a trouvée trop complexe et mal adaptée à ses capacités. À la fin de l'année, il a offert une évaluation « neutre » de sa performance, se disant satisfait sur le plan scolaire, mais moins en ce qui concerne la composante recherche, invoquant un manque de connaissance du contenu et de clarté méthodologique. Malgré cela, il a noté une amélioration de ses compétences en communication orale : « J'ai réalisé que je n'étais pas si mauvais que ça, finalement ».

Intérêt

Lou est attiré par les aspects concrets des sciences, comme la manipulation d'instruments de mesure. Il apprécie les tâches structurées avec des objectifs clairs et a trouvé frustrant le

manque de clarté du projet : « Le fait que ce soit confus rend ça difficile et pas très agréable ». Il a ressenti un décalage entre le contenu des cours et le projet de recherche, ce qui a diminué son engagement.

Il s'est aussi interrogé sur les modalités et la mise en œuvre du projet en se demandant jusqu'à quel point ce qu'il avait vécu était représentatif de la recherche scientifique. Bien que le projet n'ait pas suscité chez lui un fort intérêt pour la recherche, il reste ouvert aux études supérieures : « J'aimerais rester longtemps à l'université, faire une maîtrise, peut-être un doctorat ». Il demeure toutefois indécis face à une carrière de chercheur. Ce qui l'a le plus captivé, c'est d'observer la résolution collaborative de problèmes entre chercheurs et mentors : « Ça avait l'air amusant ».

Reconnaissance

Au départ, Lou ne s'identifiait pas à la communauté scientifique : « J'aime les sciences, mais souvent, je n'aime pas nécessairement les gens qui font de la science ». Il se sentait en décalage avec ses pairs plus passionnés. À mi-parcours, sa perception avait peu changé : il aimait les sciences, sans en faire une passion. À la fin, son point de vue avait légèrement évolué : « Ça m'a montré que je pouvais m'y intéresser ». Il reconnaît finalement que les sciences feront probablement partie de son avenir.

DISCUSSION

Nos résultats indiquent que l'identité scientifique des trois étudiants ayant participé à notre étude est demeurée relativement stable tout au long du projet de recherche scientifique authentique. Toutefois, son évolution a été principalement influencée par le niveau d'intérêt suscité par les activités. Bien que nous ayons analysé séparément les quatre composantes de l'identité scientifique (tout en regroupant performance et compétence dans la présentation des résultats, tel que suggéré par Chen et Wei, 2022) et que celles-ci demeurent profondément interconnectées, l'intérêt s'est révélé être le facteur dominant, bien que la performance et la compétence aient également joué un rôle important dans l'engagement des étudiants.

Tout au long de l'année, une bonne performance scolaire en sciences était liée aux efforts personnels des étudiants. Pour Max et Lou, cela s'est traduit par un fort sentiment de compétence, en particulier lorsqu'ils étaient capables d'expliquer des concepts complexes. Sam, en revanche, a connu une baisse de confiance en ses compétences lorsqu'il a été confronté à des tâches inconnues et difficiles, notamment en programmation (polygones).

L'intérêt variait aussi selon la nature des activités. Il était stimulé par la nouveauté — comme l'utilisation d'instruments scientifiques, la participation à des séminaires et des conférences ou les interactions avec des mentors —, mais diminuait lorsque les tâches étaient trop longues, moins bien définies ou dépassaient les capacités des étudiants. À la fin de l'année, les trois étudiants conservaient un intérêt général assez élevé pour les sciences, bien que seuls Max et Lou aient exprimé un intérêt soutenu pour la recherche. Sam, quant à lui, a réaffirmé sa préférence pour les sciences appliquées.

En ce qui concerne la reconnaissance, la perception qu'avaient les étudiants d'eux-mêmes en tant que scientifiques est restée globalement inchangée. Cette auto-perception a été renforcée par les interactions avec les mentors et l'exposition à un environnement scolaire, qui les ont aidés à s'identifier à la communauté scientifique et à en intégrer la culture.

Nos résultats révèlent plusieurs éléments clés de la recherche scientifique authentique ayant influencé l'identité scientifique des participants. L'un des premiers constats est l'importance d'aligner le niveau de difficulté des tâches de recherche avec les connaissances et les compétences préalables des étudiants. L'activité de programmation des polygones, en particulier, a été perçue comme trop complexe, peu claire et insuffisamment encadrée. Cela a entraîné une démotivation et un sentiment d'incompétence, surtout chez Sam et Lou, qui se sont sentis incapables de mener à bien la tâche seuls ou d'en tirer des résultats significatifs.

Comme le souligne Ault (1994), les tâches de recherche scientifique authentique doivent être soigneusement calibrées et accompagnées

d'un soutien continu. Des objectifs clairs, des étapes structurées et des résultats accessibles sont essentiels pour maintenir l'engagement des étudiants et favoriser un sentiment de compétence. Cela met en lumière la nécessité de distinguer la recherche authentique à visée pédagogique de la recherche menée pour l'avancement des connaissances scientifiques. Dans un contexte éducatif, une certaine simplification ou adaptation est nécessaire pour préserver l'essence de la recherche réelle tout en permettant aux étudiants de vivre des expériences de réussite. Ces expériences positives qui suscitent et maintiennent l'intérêt sont cruciales, car l'intérêt pour les sciences est un moteur important pour encourager les carrières scientifiques (Crowley et al., 2015).

Tout au long du projet, les étudiants ont bénéficié du soutien de mentors, de chercheurs collégiaux et universitaires, ainsi que d'étudiants aux trois cycles universitaires. Bien que les mentors aient parfois pris en charge certaines tâches (notamment l'activité sur les polygones), la majorité des interactions ont été constructives, impliquant des discussions scientifiques et la résolution collaborative de problèmes. Les séminaires et conférences scientifiques ont enrichi la compréhension des étudiants quant à la recherche et ont renforcé leur sentiment d'appartenance à la communauté scientifique. De même, la lecture et la présentation de résumés d'articles scientifiques, bien que difficiles, ont permis aux étudiants de se familiariser avec la structure de l'écriture scientifique. Ces activités d'échange — conférences, séminaires et discussions avec les mentors — ont initié les étudiants aux aspects clés de la culture scientifique (Brown et al., 1989; Lee et Butler, 2003) et ont contribué à déconstruire le stéréotype du chercheur isolé (Gardner et al., 2015).

Ces expériences ont également contribué à la littératie scientifique des étudiants (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM], 2016), un élément essentiel de la formation à la recherche scientifique authentique. Toutefois, le mentorat auprès des élèves du secondaire a été perçu comme peu développé et mal intégré aux autres activités. Bien que la recherche souligne les bienfaits du

mentorat entre pairs pour le développement de l'identité scientifique (Jiang et Wei, 2025), cette composante nécessite une meilleure structuration pour atteindre son plein potentiel.

Le fait d'être entourés de scientifiques a eu un effet positif sur la reconnaissance des étudiants en tant que personnes scientifiques. Leur sentiment d'appartenance à cette communauté a été renforcé par des expériences partagées et le développement d'un fort esprit de groupe. Comme le notent Starr et al. (2020), la reconnaissance joue un rôle clé dans le lien entre les pratiques scientifiques et le développement de l'identité scientifique. Les étudiants ne semblaient pas faire de distinction entre leur perception d'eux-mêmes et la manière dont les autres les percevaient en tant que scientifiques, ce qui rejoint les conclusions de Vincent-Ruz et Schunn (2018) selon lesquelles l'identité scientifique perçue par soi et reconnue par les autres forment un tout unifié.

Les activités pratiques, notamment l'utilisation d'instruments scientifiques et le travail de terrain, ont été particulièrement appréciées. Ces expériences ont donné aux étudiants l'impression de faire de la « vraie science » et ont été particulièrement significatives pour Sam et Max, qui préfèrent les aspects concrets de l'activité scientifique. Cela semble indiquer que les projets de sciences authentiques devraient viser un meilleur équilibre entre les composantes pratiques, computationnelles et théoriques afin de répondre à la diversité des intérêts des participants. Cela dit, l'enthousiasme des étudiants envers les instruments scientifiques peut aussi trahir des représentations stéréotypées de ce que signifie être une personne scientifique (Ferguson et Lezotte, 2020). Néanmoins, le projet leur a offert un aperçu des coulisses de la recherche, les exposant à ses réalités techniques, culturelles et procédurales, y compris son rythme lent et ses incertitudes inhérentes. Cela a contribué à clarifier leur intérêt — ou leur désintérêt — pour une carrière en recherche.

Pour Sam, l'expérience a mis en évidence un certain décalage entre ses attentes et la réalité de la recherche, renforçant sa préférence pour les sciences appliquées. Max, en revanche, a trouvé l'expérience enrichissante et en adéquation avec ses aspirations. Lou

est resté ambivalent, mais a reconnu que le projet lui avait permis de mieux comprendre ce qu'implique la recherche scientifique. Bien que le projet ait suscité des niveaux d'intérêt variables pour la recherche, il n'a pas modifié de manière significative les choix universitaires des étudiants, qui avaient pour la plupart été faits avant la fin du projet. Au Québec, les étudiants du cégep doivent soumettre leur demande d'admission à l'université avant le 1^{er} mars pour une admission en septembre, ce qui signifie que leurs décisions liées au parcours universitaire ont été prises à mi-parcours du projet de recherche. Ce calendrier a pu influencer la manière dont les étudiants ont interprété leur expérience et son impact sur leur identité scientifique.

Néanmoins, les trois étudiants ont reconnu que le projet les avait aidés à mieux comprendre la nature de la recherche scientifique et à réfléchir à leur parcours universitaire et professionnel futur. Ils ont aussi reconnu que le projet leur avait permis de mieux comprendre ce qu'implique la recherche et ce que signifie être une personne scientifique. Cette expérience formatrice a contribué de manière significative à leur parcours scolaire et s'inscrit dans le concept de capital scientifique (Gonsalves et al., 2021), qui met en lumière la manière dont les expériences accumulées, la réussite scolaire et l'intérêt pour les sciences façonnent les trajectoires identitaires. Pour ces étudiants, leur identité scientifique semble en partie ancrée dans ce capital, construit à travers leur milieu familial, leur contexte scolaire et leur participation au projet de recherche sur les liens entre la pollution lumineuse et le cancer.

CONCLUSION

En nous appuyant sur les résultats et l'analyse présentés ci-dessus, nous estimons que l'expérience de recherche scientifique authentique vécue par les étudiants participant au projet a raffermi leur identité scientifique et enrichi leur capital scientifique en leur offrant un aperçu du travail quotidien et varié des scientifiques. Toutefois, les étudiants ont également exprimé le sentiment d'être insuffisamment bien préparés pour aborder certains aspects du projet. Leurs commentaires

témoignent de la nécessité d'activités préparatoires visant à clarifier les attentes, à les initier aux méthodes de recherche et à renforcer leurs connaissances scientifiques et techniques de base. Des activités de transition entre les cours de sciences traditionnels et la recherche authentique auraient pu faciliter l'intégration des étudiants au projet. Un meilleur alignement entre le contenu des cours de sciences obligatoires, les activités de recherche et les compétences des étudiants aurait aussi permis de poser des bases conceptuelles plus solides.

Comme le suggèrent Cooper et Bolger (2024), un mentorat efficace en recherche devrait construire une compréhension partagée des objectifs épistémiques de la recherche, soutenir les étudiants dans l'utilisation productive des pratiques scientifiques, et motiver leur engagement dans ces pratiques. Avec de telles bases en place et en s'appuyant sur les éléments de recherche authentique identifiés dans notre étude comme ayant eu une influence positive sur l'identité scientifique des participants, il devient possible de concevoir des expériences d'apprentissage qui favorisent la participation, renforcent le sentiment d'appartenance des étudiants à la communauté scientifique et à sa culture, et les aident à développer une perception plus claire d'eux-mêmes en tant que personnes scientifiques.

REMERCIEMENTS

Merci à Mme Patricia Privé pour ses recherches bibliographiques préliminaires, M. Didier Dupont pour l'analyse dans NVivo et Mmes Kim Lan Dô-Chastenay, Ranwa Manneh et Myleine Pilon pour la transcription des entretiens. Ce projet a bénéficié d'une subvention AUDACE du Fonds de recherche du Québec décernée aux P^{rs} Martin Aubé et Johanne Roby, en collaboration avec le P^r Pierre Chastenay. Cette recherche a reçu une certification éthique de la part du Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains (CIEREH) de l'UQAM (n° 2022-371), ainsi que du Comité d'éthique de la recherche (CER) du cégep de Sherbrooke (n° 2021-07).

RÉFÉRENCES

- Anadón, M. et Savoie-Zajc, L. (2009). Introduction. L'analyse qualitative des données. *Recherches qualitatives*, 28(1), 1–7. <https://doi.org/10.7202/1085318ar>
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. et Wong, B. (2010). “Doing” science versus “being” a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639. <https://doi.org/10.1002/sce.20399>
- Aschbacher, P. R., Li, E. et Roth, E. J. (2010). Is science me? High school students' identities, participation and aspirations in science, engineering, and medicine. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 564–582. <https://doi.org/10.1002/tea.20353>
- Aubé, M., Houle, J.-P., Desmarais, J., Veilleux, N. et Bordeleau, É. (2021). Modeling the spectral properties of obtrusive light incident on a window: Application to Montréal, Canada. *Remote Sensing*, 13(14), article 2767. <https://doi.org/10.3390/rs13142767>
- Aubé, M., Marseille, C., Farkouh, A., Dufour, A., Simoneau, A., Zamorano, J., Roby, J. et Tapia, C. (2020). Mapping the melatonin suppression, star light and induced photosynthesis indices with the LANcube. *Remote Sensing*, 12(23), article 3954. <https://doi.org/10.3390/rs12233954>
- Ault, C. R. (1994). Research on problem solving: Earth science. Dans D. L. Gabel (dir.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (p. 269–283). Macmillan.
- Boutin, G. (2018). *L'entretien de recherche qualitatif. Théorie et pratique*. Presse de l'Université du Québec.
- Braun, V. et Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. SAGE.

- Braund, M. et Reiss, M. (2006). Towards a more authentic science curriculum: The contribution of out-of-school learning. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1373–1388. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Brown, J. S., Collins, A. et Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32–42. <https://doi.org/10.3102/0013189X018001032>
- Burke, P. J. et Reitzes, D. C. (1981). The link between identity and role performance. *Social Psychology Quarterly*, 44(2), 83–92. <https://doi.org/10.2307/3033704>
- Burke, P. J. et Stets, J. E. (2009). *Identity theory*. Oxford University Press.
- Burrows, A. C., DiPompeo, M. A., Myers, A. D., Hickox, R. C., Borowczak, M., French, D. A. et Schwartz, A. C. (2016). Authentic science experiences: Pre-collegiate science educators' successes and challenges during professional development. *Problems of Education in the 21st Century*, 70, 59–73. <https://doi.org/10.33225/pec/16.70.59>
- Carlone, H. B. et Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Chemers, M. M., Zurbriggen, E. L., Syed, M., Goza, B. K. et Bearman, S. (2011). The role of efficacy and identity in science career commitment among underrepresented minority students. *Journal of Social Issues*, 67(3), 469–491. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2011.01710.x>
- Chen, S., Binning, K. R., Manke, K. J., Brady, S. T., McGreevy, E. M., Betancur, L., Limeri, L. B. et Kaufmann, N. (2021). Am I a science person? A strong science identity bolsters minority students' sense of belonging and performance in college. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 47(4), 593–606. <https://doi.org/10.1177/0146167220936480>
- Chen, S. et Wei, B. (2022). Development and validation of an instrument to measure high school students' science identity in science learning. *Research in Science Education*, 52, 111–126. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09932-y>
- Chick, N. L., Haynie, A. et Gurung, R. A. (2009). *Exploring signature pedagogies: Approaches to teaching disciplinary habits of mind*. Stylus Publishing, LLC.
- Cooper, A. C. et Bolger, M. S. (2024). The classroom-research-mentoring framework: A lens for understanding science practice-based instruction. *Science Education*, 108(1), 275–307. <https://doi.org/10.1002/sce.21835>
- Creswell, J. W. et Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE.
- Crippen, K. J. et Archambault, L. (2012). Scaffolded inquiry-based instruction with technology: A signature pedagogy for STEM education. *Computers in the Schools*, 29(1-2), 157–173. <https://doi.org/10.1080/07380569.2012.658733>
- Crowley, K., Barron, B. J., Knutson, K. et Martin, C. K. (2015). Interest and the development of pathways to science. Dans K. A. Renninger, M. Nieswandt et S. Hidi (dir.), *Interest in mathematics and science learning* (p. 297–314). AREA. <https://www.researchgate.net/publication/309471804>
- Eagan, M. K., Romero, A. L. et Zhong, S. (2024). BUILDing an early advantage: An examination of the role of strategic interventions in developing first-year undergraduate students' science identity. *Research in Higher Education*, 65, 181–207. <https://doi.org/10.1007/s11162-023-09745-8>
- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist*, 44(2), 78–89. <https://doi.org/10.1080/00461520902832368>

- Eccles, J. S., Fredricks, J. A. et Baay, P. (2015). Expectancies, values, identities, and self-regulation. Dans G. Oettingen et P. M. Gollwitzer (dir.), *The Jacobs Foundation series on adolescence* (p. 30–56). Cambridge University Press.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 884–896. <https://doi.org/10.1002/tea.20334>
- Ferguson, S. L. et Lezotte, S. M. (2020). Exploring the state of science stereotypes: Systematic review and meta-analysis of the Draw-A-Scientist checklist. *School Science and Mathematics*, 120(1), 55–65. <https://doi.org/10.1111/ssm.12382>
- Garcia-Saenz, A., Sánchez de Miguel, A., Espinosa, A., Valentin, A., Aragonés, N., Llorca, J., Amiano, P., Martín Sánchez, V., Guevara, M., Capelo, R., Tardón, A., Peiró-Perez, R., Jiménez-Moleón, J. J., Roca-Barceló, A., Pérez-Gómez, B., Dierssen-Sotos, T., Fernández-Villa, T., Moreno-Iribas, C., Moreno, V., ... Kogevinas, M. (2018). Evaluating the association between artificial light-at-night exposure and breast and prostate cancer risk in Spain (MCC-Spain study). *Environmental Health Perspectives*, 126(4), article 047011.
- Garcia-Saenz, A., Sánchez de Miguel, A., Espinosa, A., Valentin, A., Costas L., Castaño-Vinyals, G., Moreno, V., Pollan, M., Aubé, M. et Kogevinas, M. (2019, 25-28 août). *Artificial light at night (ALAN), blue light spectrum exposure and colorectal cancer risk in Spain (MCC-Spain study)* [Communication]. Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Utrecht, Netherlands. <https://doi.org/10.1097/01.EE9.0000608172.33912.a5>
- Gardner, G. E., Forrester, J. H., Jeffrey, P. S., Ferzli, M. et Shea, D. (2015). Authentic science research opportunities: How do undergraduate students begin integration into a science community of practice? *Journal of College Science Teaching*, 44(4), 61–65. <http://www.jstor.org/stable/43631866>
- Gaudreau, L. (2011). *Guide pratique pour créer et évaluer une recherche scientifique*. Guérin.
- Gee, J. P. (2000). Chapter 3: Identity as an analytic lens for research in education. *Review of Research in Education*, 25(1), 99–125. <https://doi.org/10.3102/0091732X025001099>
- Gonsalves, A. J., Cavalcante, A. S., Sprowls, E. D. et Iacono, H. (2021). “Anybody can do science if they’re brave enough”: Understanding the role of science capital in science majors’ identity trajectories into and through postsecondary science. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(8), 1117–1151. <https://doi.org/10.1002/tea.21695>
- Handelsman, J., Ebert-May, D., Beichner, R., Bruns, P., Chang, A., DeHaan, R., Gentile, J., Lauffer, S., Stewart, J., Tilghman, S. M. et Wood, W. B. (2004). Scientific Teaching. *Science*, 304(5670), 521–522. <https://doi.org/10.1126/science.1096022>
- Hasni, A., Belletête, V. et Potvin, P. (2018). *Les démarches d’investigation scientifique à l’école : un outil de réflexion sur les pratiques de classe*. CREAS et CRIJEST. https://www.usherbrooke.ca/creas/fileadmin/sites/creas/documents/Publications/Demarches_Investigation_Hasni_Belletete_Potvin_2018.pdf
- Hazari, Z., Sadler, P. M. et Sonnert, G. (2013). The science identity of college students: Exploring the intersection of gender, race, and ethnicity. *Journal of College Science Teaching*, 42(5), 82–91. <https://www.jstor.org/stable/43631586>

- Hazari, Z., Sonnert, G., Sadler, P. M. et Shanahan, M.-C. (2010). Connecting high school physics experiences, outcome expectations, physics identity, and physics career choice: A gender study. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(8), 978–1003. <https://doi.org/10.1002/tea.20363>
- Hernandez, P. R., Schultz, P. W., Estrada, M., Woodcock, A. et Chance, R. C. (2013). Sustaining optimal motivation: A longitudinal analysis of interventions to broaden participation of underrepresented students in STEM: Correction to Hernandez et al. (2013). *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1025. <https://doi.org/10.1037/a0034254>
- Hidi, S. et Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41(2), 111–127. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: An exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 541–562. <https://doi.org/10.1080/0950069920140506>
- Jiang, Z. et Wei, B. (2025). Understanding science identity development among college students: A systematic literature review. *Science & Education*, 34, 1797–1824. <https://doi.org/10.1007/s11191-023-00478-9>
- Kim, A. Y. et Sinatra, G. M. (2018). Science identity development: An interactionist approach. *International Journal of STEM Education*, 5, article 51. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0149-9>
- Labouta, H. I., Kenny, N. A., Li, R., Anikovskiy, M., Reid, L. et Cramb, D. T. (2018). Learning science by doing science: An authentic science process-learning model in postsecondary education. *International Journal of Science Education*, 40(12), 1476–1492. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1484966>
- Lee, H.-S. et Butler N. (2003). Making authentic science accessible to students. *International Journal of Science Education*, 25(8), 923–948. <https://doi.org/10.1080/09500690305023>
- Leray, C. et Bourgeois, I. (2016). L'analyse de contenu. Dans B. Gauthier et I. Bourgeois (dir.), *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données* (6^e éd., p. 426–453). Presses de l'Université du Québec.
- McDonald, M. M., Zeigler-Hill, V., Vrabel, J. K. et Escobar, M. (2019). A single-item measure for assessing STEM identity. *Frontiers in Education*, 4, article 78. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00078>
- Meyer, X. S. et Crawford, B. A. (2015). Multicultural inquiry toward demystifying scientific culture and learning science. *Science Education*, 99(4), 617–637. <https://doi.org/10.1002/sce.21162>
- Mraz-Craig, J. A., Daniel, K. L., Bucklin, C. J., Mishra, C., Ali, L. et Clase, K. L. (2018). Student identities in authentic course-based undergraduate research experience. *Journal of College Science Teaching*, 48(1), 68–75. <https://www.jstor.org/stable/26491348>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [NASEM]. (2016). *Science literacy: Concepts, contexts, and consequences*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23595>
- Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture [UNESCO]. (2013). *Vers des sociétés du savoir pour la paix et le développement durable. Première réunion d'examen du SMSI+10 : résultat*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224635>

- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. <https://doi.org/10.1787/9789264040892-en>
- Oyserman, D. (2015). *Pathways to success through identity-based motivation*. Oxford University Press.
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014a). Analysis of the decline in interest towards school science and technology from grades 5 through 11. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 784–802. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9512-x>
- Potvin, P. et Hasni, A. (2014b). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 50(1), 85–129. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.881626>
- Programme for International Student Assessment [PISA]. (2012). Are students more engaged when schools offer extracurricular activities? *PISA in Focus*, (18). <https://doi.org/10.1787/5k961l4ccczt-en>
- Savoie-Zajc, L. (2018). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (4^e éd., p. 191–217). CRP.
- Schinske, J. N., Perkins, H., Snyder, A. et Wyer, M. (2016). Scientist spotlight homework assignments shift students' stereotypes of scientists and enhance science identity in a diverse introductory science class. *CBE—Life Sciences Education*, 15(3), 1–18. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-01-0002>
- Schwartz, A. C. et Burrows, A. C. (2021). Authentic science experiences with STEM datasets: Post-secondary results and potential gender influences. *Research in Science and Technological Education*, 39(3), 347–367. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1761783>
- Seyranian, V., Madva, A., Duong, N., Abramzon, N., Tibbetts, Y. et Harackiewicz, J. M. (2018). The longitudinal effects of STEM identity and gender on flourishing and achievement in college physics. *International Journal of STEM Education*, 5, article 40. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0137-0>
- Shulman, L. S. (2005). Signature pedagogies in the professions. *Daedalus*, 134(3), 52–59. <https://www.jstor.org/stable/20027998>
- Simoneau, A., Aubé, M., Leblanc, J., Boucher, R., Roby, J. et Lacharité, F. (2021). Point spread functions for mapping artificial night sky luminance over large territories. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 504(1), 951–963. <https://doi.org/10.1093/mnras/stab681>
- Starr, C. R., Hunter, L., Dunkin, R., Honig, S., Palomino, R. et Leaper, C. (2020). Engaging in science practices in classrooms predicts increases in undergraduates' STEM motivation, identity, and achievement: A short-term longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1093–1118. <https://doi.org/10.1002/tea.21623>
- Stets, J. E., Brenner, P. S., Burke, P. J. et Serpe, R. T. (2017). The science identity and entering a science occupation. *Social Science Research*, 64(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2016.10.016>
- Styers, D. M. (2018). Using big data to engage undergraduate students in authentic science. *Journal of Geoscience Education*, 66(1), 12–24. <https://doi.org/10.1080/1089995.2018.1411699>
- van Eijck, M. et Roth, W.-M. (2008). Representations of scientists in Canadian high school and college textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1059–1082. <https://doi.org/10.1002/tea.20259>
- Vincent-Ruz, P. et Schunn, C. D. (2018). The nature of science identity and its role as the driver of student choices. *International Journal of STEM Education*, 5, article 48. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0140-5>