Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada Recherche, politiques et pratiques

Volume 42 · numéro 1 · janvier 2022

Numéro spécial : Mettre fin au tabagisme au Canada, partie II

Rédacteurs invités : Jennifer O'Loughlin et Thierry Gagné

Éditorial

1 Vers des données probantes canadiennes pour prévenir et contrôler le vapotage au Canada

Recherche quantitative originale

- Teneur en nicotine, étiquetage et arômes des liquides à vapoter au Canada en 2020 : un survol du marché de la vente au détail en ligne
- Prédicteurs de l'utilisation de la cigarette électronique à capsule chez les jeunes et les jeunes adultes canadiens
- Une approche d'apprentissage automatique pour prédire l'utilisation des cigarettes électroniques et la dépendance à celles-ci chez les jeunes de l'Ontario
- Analyse coût-utilité de l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les coûts et les résultats des soins de santé au Canada

Recherche qualitative originale

42 La maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) au Canada : une analyse descriptive des cas de MPAV signalés entre septembre 2019 et décembre 2020

Annonce

52 Autres publications de l'ASPC

Indexée dans Index Medicus/MEDLINE, DOAJ, SciSearch® et Journal Citation Reports/Science Edition





Équipe de rédaction

Marie DesMeules, M. Sc. Éditrice

Robert Geneau, Ph. D. Rédacteur scientifique en chef

Tracie O. Afifi, Ph. D. Rédactrice scientifique adjointe

Minh T. Do, Ph. D.

Rédacteur scientifique adjoint

Scott Leatherdale, Ph. D. Rédacteur scientifique adjoint

Gavin McCormack, Ph. D. Rédacteur scientifique adjoint

Barry Pless, C.C., M.D., FRCPC Rédacteur scientifique adjoint

Kelly Skinner, Ph. D.

Rédactrice scientifique adjointe

Alexander Tsertsvadze, M.D., Ph. D. Rédacteur scientifique adjoint

Paul Villeneuve, Ph. D. Rédacteur scientifique adjoint

Neel Rancourt, B.A. Gestionnaire de la rédaction

Sylvain Desmarais, B.A., B. Ed. Responsable de la production

Susanne Moehlenbeck Rédactrice adjointe

Nicholas Cheta, B. Sc. Santé Rédacteur subalterne

Joanna Odrowaz, B. Sc. Réviseure et correctrice d'épreuves

Anna Olivier, Ph. D.

Réviseure et correctrice d'épreuves

Dawn Slawecki, B.A.

Réviseure et correctrice d'épreuves

Comité de rédaction

Caroline Bergeron, Dr. P. H. Emploi et Développement social Canada

Lisa Bourque Bearskin, Ph. D. Thompson Rivers University

Martin Chartier, D.M.D. Agence de la santé publique du Canada

Erica Di Ruggiero, Ph. D. University of Toronto

Leonard Jack, Jr, Ph. D. Centers for Disease Control and Prevention

Jean-Claude Moubarac, Ph. D. Université de Montréal

Howard Morrison, Ph. D. Agence de la santé publique du Canada

Candace Nykiforuk, Ph. D. University of Alberta

Jennifer O'Loughlin, Ph. D. Université de Montréal

Scott Patten, M.D., Ph. D., FRCPC University of Calgary

Richard Stanwick, M.D., FRCPC, FAAP Island Health

Mark Tremblay, Ph. D. Institut de recherche du Centre hospitalier pour enfants de l'est de l'Ontario

> Joslyn Trowbridge, M.P.P. University of Toronto

Promouvoir et protéger la santé des Canadiens grâce au leadership, aux partenariats, à l'innovation et aux interventions en matière de santé publique.

— Agence de la santé publique du Canada

Publication autorisée par le ministre de la Santé. © Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le ministre de la Santé, 2022

ISSN 2368-7398
Pub. 210492
PHAC.HPCDP.journal-revue.PSPMC.ASPC@canada.ca

Also available in English under the title: Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada: Research, Policy and Practice

Les lignes directrices pour la présentation de manuscrits à la revue ainsi que les renseignements sur les types d'articles sont disponibles à la page : https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/rapports-publications/promotion-sante-prevention-maladies-chroniques-canada-recherche-politiques-pratiques/information-intention-auteurs.html

Éditorial

Vers des données probantes canadiennes pour prévenir et contrôler le vapotage au Canada

Cynthia Callard, MM (1); Thierry Gagné, Ph. D. (2); Jennifer L. O'Loughlin, Ph. D. (3,4)

Diffuser cet article sur Twitter

La hausse marquée de l'utilisation des cigarettes électroniques depuis une décennie constitue un problème important pour la lutte contre le tabagisme en raison de l'évolution rapide des technologies utilisées dans la construction des cigarettes électroniques, de la modification des profils de consommation et des données contradictoires sur la valeur ajoutée des produits de vapotage à travers le temps. Les politiques développées dans ce secteur sont généralement établies grâce à des évaluations des risques qui ne sont pas répliquées et sans une compréhension claire des avantages et des méfaits des cigarettes électroniques. En l'absence de données nationales, le Canada s'est largement appuyé sur les expériences et les données d'autres pays, malgré leurs grandes différences sur le plan du contexte législatif et des tendances dans l'utilisation au fil du temps au sein des différents groupes d'âge1.

Ce second numéro de Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada : Recherche, politiques et pratiques (PSPMC) sur la prévention et le contrôle du tabagisme et du vapotage présente des données canadiennes dans le but précis de combler cette lacune sur le plan des connaissances. Dans notre appel à articles, nous avons sollicité les chercheurs afin qu'ils produisent de nouvelles données probantes canadiennes sur les difficultés liées à la mise en œuvre de politiques, sur les déterminants de l'utilisation des cigarettes électroniques, en particulier sa distribution sociale, et sur les associations entre l'utilisation des cigarettes électroniques, l'arrêt du tabagisme

et les issues de santé. Les cinq articles de ce numéro spécial viennent combler des lacunes importantes en matière de données probantes, lacunes qui ont compliqué l'établissement de politiques et de programmes adéquats en matière d'utilisation des cigarettes électroniques au Canada.

Dans une analyse novatrice des détaillants de produits de vapotage en ligne, D'Mello et ses collaborateurs2 ont révélé la diversité étourdissante du marché des cigarettes électroniques au Canada sur le plan des concentrations en nicotine, de l'accessibilité des produits à concentrations élevées de nicotine sous forme de sel ainsi que des arômes. Les auteurs critiquent cette diversité et appellent à la réduction du nombre d'arômes des liquides à vapoter sur le marché et à l'établissement d'une teneur en nicotine maximale de 20 mg/ml. Leur recherche a révélé des taux inquiétants de non conformité à la réglementation fédérale visant à interdire la commercialisation de liquides à vapoter à saveur de bonbons.

Deux articles, l'un publié par Ahmad et ses collaborateurs³ et l'autre par Shi et ses collaborateurs⁴, portent sur les déterminants de l'adoption et de la pratique quotidienne du vapotage chez les jeunes canadiens. Ils précisent que les principaux déterminants du vapotage chez les jeunes au Canada sont vraisemblablement la facilité d'accès et la myriade de vulnérabilités à l'origine de la consommation de substances en général, comme en témoignent les fortes associations entre le vapotage et

d'autres comportements à risque comme le tabagisme et la consommation d'alcool, de boissons énergisantes et de marijuana. Ces constatations corroborent les résultats obtenus par Williams et ses collaborateurs (publiés dans le premier numéro spécial de PSPMC)⁵.

Enfin, deux articles offrent un éclairage nouveau sur les effets aigus et à long terme du vapotage sur la santé. Dans le premier article, Baker et ses collaborateurs6 présentent les résultats de la première année du système canadien de surveillance des maladies pulmonaires associées au vapotage. Leurs chiffres sont encourageants en ce qui a trait à la fréquence et à la sévérité des effets aigus sur la santé au Canada comparativement aux États Unis. Cependant, les auteurs ont aussi souligné la capacité réduite du Canada à surveiller ces effets depuis le début de la pandémie de COVID 19 et la nécessité d'étendre la surveillance aux effets sur la santé à long terme. Dans le second article. Pound et ses collaborateurs⁷ présentent une étude de simulation qui montre l'impact relatif des cigarettes électroniques sur la santé de la population en fonction de différents scénarios réglementaires, dont l'interdiction totale et l'autorisation uniquement sur ordonnance (c. à d. seuls les fumeurs auraient accès aux produits de vapotage). Alors que l'utilité du vapotage pour l'arrêt du tabagisme reste contestée, cette analyse souligne les coûts économiques et sanitaires élevés du report de mesures visant à prévenir l'adoption du vapotage et la transition subséquente vers le tabagisme chez les générations à venir.

Rattachement des auteurs :

- 1. Médecins pour un Canada sans fumée, Ottawa (Ontario), Canada
- 2. Département d'épidémiologie et de santé publique, University College London, Londres, Royaume-Uni
- 3. Centre de recherche du Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Montréal (Québec), Canada
- 4. Département de médecine sociale et préventive, École de santé publique de l'Université de Montréal, Montréal (Québec), Canada

Correspondance: Cynthia Callard, Médecins pour un Canada sans fumée, 134, avenue Caroline, Ottawa (Ontario) K1Y OS9; courriel: ccallard@smoke-free.ca

Nous sommes d'avis que, dans leur ensemble, les données présentées dans ce numéro aideront les décideurs à améliorer les interventions destinées à réduire l'utilisation des cigarettes électroniques à des fins récréatives et à mieux contrôler la provenance des cigarettes électroniques. Du point de vue de la demande, un nombre croissant de publications canadiennes sur le vapotage chez les jeunes montre que ceux ci sont spécialement à risque de commencer et de continuer à vapoter en raison de facteurs similaires à ceux contribuant à la consommation d'autres substances. Plus particulièrement, si la distribution sociale de l'adoption du vapotage n'était pas évidente dans les premiers temps suivant la mise en marché des cigarettes électroniques8,9, il est clair, depuis que les cigarettes électroniques ont touché l'ensemble de la population au fil de la courbe de l'innovation, que le facteur de vulnérabilité propre à la plupart des comportements de consommation de substances est un déterminant important de l'adoption du vapotage.

Ces résultats rappellent fortement ceux des recherches menées par les entreprises du tabac dans les années 1980, qui visaient à déterminer les segments de marché psychographiques chez les jeunes canadiens parmi lesquels ils pourraient recruter le plus grand nombre de nouveaux consommateurs en faisant appel aux concepts d'indépendance, de liberté d'acceptation par les pairs10,11. Comprendre l'étendue de cette étude de marché a aidé les législateurs à reconnaître la nécessité de prendre des mesures antitabac contraignantes à l'échelle de la société pour protéger les jeunes. Certaines des interventions visant à réduire la demande de produits du tabac qui se sont révélées efficaces pour diminuer le tabagisme chez les jeunes (par exemple l'interdiction de publicité) ont été mises en place à l'égard des cigarettes électroniques, tandis que d'autres (emballages neutres, interdiction complète des saveurs dans les liquides à vapoter, etc.) restent à être appliquées.

Outre ces éclaircissements du côté de la demande, les résultats de D'Mello et ses collaborateurs² ont fait ressortir des différences marquantes dans les contrôles réglementaires visant l'approvisionnement entre le marché canadien des cigarettes électroniques et celui du tabac. Le marché des cigarettes est un oligopole

verticalement intégré où les vendeurs offrent des produits pratiquement identiques¹² et où les fabricants sont tenus de présenter au gouvernement des rapports détaillés réguliers sur les émissions, les ingrédients, le prix et les ventes de leurs produits¹³. En revanche, les fabricants de cigarettes électroniques, qui sont très nombreuses et variées, ne sont pas tenus de présenter des rapports au gouvernement, ce qui empêche l'accès à des données de surveillance importantes. Sans cette information, les chercheurs et les responsables de la réglementation au Canada peuvent plus difficilement évaluer l'impact de ces produits sur la santé de la population.

En outre, en ce qui concerne l'approvisionnement, l'équipe de Pound a évalué les économies susceptibles d'être faites en faisant passer les cigarettes électroniques du marché des produits de consommation au marché des produits thérapeutiques. Cette innovation en matière de réglementation est en cours en Australie, où les cigarettes électroniques sont maintenant traitées comme des médicaments non approuvés qui sont offerts uniquement sur ordonnance¹⁴. La décision politique du Canada de légaliser les cigarettes électroniques à titre de drogue à usage récréatif a été présentée comme une approche visant à établir un équilibre qui permettrait de « protéger les jeunes contre la dépendance à la nicotine et au tabagisme tout en permettant aux adultes d'avoir accès légalement aux produits de vapotage qui sont moins dangereux que la cigarette »15. L'étude des coûts de Pound laisse entendre qu'il pourrait y avoir une meilleure manière d'arriver à un équilibre optimal.

Il existe maintenant des données probantes, tant à l'échelle nationale qu'à l'échelle internationale, qui montrent que le risque d'adoption des cigarettes électroniques chez les jeunes est équivalent, sinon supérieur, au risque d'adoption du tabac. Cette constatation a des implications importantes pour la santé de la population canadienne. Cette série d'articles propose trois pistes d'intervention. D'abord, nous pouvons protéger les jeunes de façon optimale en appliquant des mesures contraignantes à l'échelle de la société au niveau de la demande, comme celles qui ont aidé à diminuer l'adoption du tabac. Ensuite, comme le marché des cigarettes électroniques est difficile à surveiller, à évaluer et à

réglementer au Canada, il faut prioriser l'établissement de mesures pour améliorer la gestion de l'approvisionnement par le secteur de la santé publique. La possibilité de traiter les cigarettes électroniques comme un produit thérapeutique (pour arrêter le tabac ou en réduire les méfaits) devrait être approfondie. Enfin, beaucoup plus de données probantes sont nécessaires sur les conséquences à court et à long termes de l'utilisation des cigarettes électroniques, et la correction de cette lacune sur le plan des connaissances dépend du soutien à long terme des activités de surveillance et de recherche longitudinale. Nous espérons que les autorités en santé publique du Canada apprécieront la contribution importante des cinq articles présentés ici et qu'elles en utiliseront les résultats pour améliorer les politiques et les programmes visant à résoudre le problème de santé publique de longue date que constitue la dépendance à la nicotine.

Remerciements

TG a reçu des bourses de recherche des Instituts de recherche en santé du Canada (IRSC) et du Fonds de recherche du Québec – Santé (FRQS). JOL a été titulaire de la Chaire de recherche du Canada en déterminants précoces de la maladie chronique à l'âge adulte de 2006 à 2021. CC bénéficie du soutien du Programme sur l'usage et les dépendances aux substances de Santé Canada.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Avis

Le contenu et les points de vue exprimés dans cet article sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux du gouvernement du Canada.

Références

 Hammond D, Reid JL, Burkhalter R, et al. Trends in e-cigarette brands, devices and the nicotine profile of products used by youth in England, Canada and the USA: 2017-2019. Tob Control. 2021 [prépublication Epub le 7 juin]. https://doi.org/10.1136/ tobaccocontrol-2020-056371

- 2. D'Mello K, Hammond D, Mahamad S, Wiggers D, East K. Teneur en nicotine, étiquetage et arômes des liquides à vapoter au Canada en 2020 : un survol du marché de la vente au détail en ligne. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques. 2022;42(1):4-12. https://doi.org/10.24095/hpcdp.42.1.02f
- 3. Ahmad S, Wang T, Schwartz R, Bondy SJ. Prédicteurs de l'utilisation de la cigarette électronique à capsule chez les jeunes et les jeunes adultes canadiens. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques. 2022;42(1):13-22. https://doi.org/10.24095/hpcdp.42.1.03f
- 4. Shi J, Fu R, Hamilton H, Chaiton M. Une approche d'apprentissage automatique pour prédire l'utilisation des cigarettes électroniques et la dépendance à celles-ci chez les jeunes de l'Ontario. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques. 2022;42(1):23-31. https://doi.org/10.24095/hpcdp.42.1.04f
- 5. Williams GC, Cole AG, de Groh M, Jiang Y, Leatherdale ST. Étude des corrélats individuels de l'initiation à la cigarette électronique dans un vaste échantillon d'élèves canadiens du secondaire. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada. 2021;41(10):322-336. https://doi.org/10.24095/hpcdp.41.10.04f
- Baker MM, Procter TD, Belzak L, Ogunnaike-Cooke S. La maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) au Canada: une analyse descriptive des cas de MPAV signalés entre septembre 2019 et décembre 2020. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques. 2022;42(1): 42-51. https://doi.org/10.24095 /hpcdp.42.1.06f
- 7. Pound CM, Coyle D. Analyse coût-utilité de l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les coûts et les résultats des soins de santé au Canada. Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques. 2022;42(1):32-41. https://doi.org/10.24095/hpcdp.42 .1.05f

- 8. Hartwell G, Thomas S, Egan M, Gilmore A, Petticrew M. E-cigarettes and equity: a systematic review of differences in awareness and use between sociodemographic groups. Tob Control. 2017;26(e2):e85-e91. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol -2016-053222
- 9. Lucherini M, Hill S, Smith K. Potential for non-combustible nicotine products to reduce socioeconomic inequalities in smoking: a systematic review and synthesis of best available evidence. BMC Public Health. 2019;19:1469. https://doi.org/10.1186/s12889-019-7836-4
- Pollay RW, Lavack AM. The targeting of youths by cigarette marketers: archival evidence on trial. In: McAlister L, Rothschild ML, editors. Advances in consumer research, volume 20. Duluth (MN): Association for Consumer Research; 1993. p. 266-271.
- 11. Pollay RW. Targeting youth and concerned smokers: evidence from Canadian tobacco industry documents. Tob Control. 2000:9(2):136-147. https://doi.org/10.1136/tc.9.2.136
- 12. Callard CD, Collishaw N. Cigarette pricing 1 year after new restrictions on tobacco industry retailer programmes in Quebec, Canada. Tob Control. 2019;28(5):562-565.
- 13. Gouvernement du Canada. Règlement sur les rapports relatifs au tabac (DORS/2000-273) [Internet]. Ottawa (Ont.) : Gouvernement du Canada; [dernière modification le 14 octobre 2021; consultation le 1er novembre 2021]. En ligne à : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS -2000-273/index.html
- 14. Department of Health, Therapeutic Goods Administration. Nicotine vaping laws are changing [Internet]. Canberra (ACT): Government of Australia; 2021 [consultation le 29 septembre 2021]. En ligne à: https://www.tga.gov.au/blogs/tga-topics/nicotine-vaping-laws-are-changing

15. Santé Canada. Un nouveau projet de loi sur le tabac et les produits de vapotage entre en vigueur. Ottawa (Ont.): Gouvernement du Canada; 2018 [communiqué de presse du 23 mai 2018; consultation le 29 septembre 2021]. En ligne à : https://wwww.canada.ca/fr/sante-canada/nouvelles/2018/05/un-nouveau-projet-de-loi-sur-le-tabac-et-les-produits-de-vapotage-entre-en-vigueur.html

Recherche quantitative originale

Teneur en nicotine, étiquetage et arômes des liquides à vapoter au Canada en 2020 : un survol du marché de la vente au détail en ligne

Kimberly D'Mello, B. Sc. (1); David Hammond, Ph. D. (1); Syed Mahamad, B. Sc. (1); Danielle Wiggers, M. Sc. (1); Katherine East, Ph. D. (1,2)

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par les pairs.

Diffuser cet article sur Twitter

Résumé

Introduction. Le marché de la cigarette électronique au Canada a évolué rapidement depuis la mise en œuvre de la Loi sur le tabac et les produits de vapotage en mai 2018, qui a libéralisé la promotion et la vente des produits de vapotage. On dispose actuellement de peu de données sur le profil du marché en fonction des principales caractéristiques des produits, que ce soit la teneur en nicotine, les pratiques d'étiquetage ou les arômes.

Méthodologie. Une analyse en ligne des détaillants de produits de vapotage (deux fabricants à l'échelle nationale et cinq fabricants à l'échelle provinciale) a été effectuée en 2020 pour étudier les liquides à vapoter offerts sur le marché canadien. Les données ont été extraites de sites Internet et d'images de produits concernant la teneur en nicotine, l'étiquetage et les arômes des liquides à vapoter.

Résultats. Nous avons répertorié 1746 liquides à vapoter, totalisant 4790 concentrations en nicotine. Environ la moitié des liquides à vapoter contenaient des sels de nicotine (46,6 %) et l'autre moitié contenait de la nicotine épurée (53,2 %), le reste contenant une combinaison des deux (0,2 %). La concentration moyenne en nicotine des liquides à base de sels de nicotine (3,4 %) était supérieure à celle des liquides à base de nicotine épurée (0.5 %) (p < 0.001). Les deux tiers (63.2 %) des emballages de liquides à vapotage affichés en ligne avaient des étiquettes indiquant la présence de nicotine, les trois quarts (73,7 %) affichaient la concentration en nicotine et plus de la moitié (58,9 %) affichaient des mises en garde concernant la santé. Nous avons également relevé une variété d'arômes parmi les liquides, les plus courants étant les fruits (43,6 %), suivis des bonbons et desserts (27,6 %) et des boissons non alcoolisées (12,5 %).

Conclusion. Ces résultats montrent la diversité du marché de la cigarette électronique en ligne au Canada, dont une offre de produits avec sels de nicotine à forte concentration. Les restrictions relatives aux arômes pourraient réduire considérablement le nombre d'arômes de liquides à vapoter sur le marché et le fait de limiter les concentrations en nicotine à moins de 20 mg/ml aurait une incidence principalement sur les liquides à base de sels de nicotine.

Mots-clés: Canada, cigarettes électroniques, agents aromatisants, nicotine, politiques publiques, étiquetage de produits

Points saillants

- On dispose de peu de données à jour sur le marché canadien des cigarettes électroniques, plus précisément sur la teneur en nicotine, l'étiquetage et les arômes.
- Cette analyse en ligne a révélé que la moitié des liquides à vapoter offerts sur le marché contenaient des sels de nicotine, l'autre moitié de la nicotine épurée et quelquesuns une combinaison des deux.
- Parmi les liquides à vapoter contenant de la nicotine, la concentration en nicotine était plus élevée dans les liquides à base de sels de nicotine (moyenne: 3,4 %; fourchette: 0,3 % à 6,5 %) que dans les liquides à base de nicotine épurée (moyenne : 0,5 %; fourchette : 0 % à 1,8 %).
- On a répertorié onze catégories d'arômes de liquides à vapoter, les fruits étant les plus courants, suivis des bonbons et desserts puis des boissons non alcoolisées.
- Ces résultats montrent la diversité des liquides à vapoter vendus en ligne au Canada et indiquent que les restrictions visant les arômes et la teneur en nicotine vont avoir une incidence sur une grande proportion des liquides à vapoter.

Rattachement des auteurs :

- 1. École des sciences de la santé publique, Faculté de la santé, Université de Waterloo, Waterloo (Ontario), Canada
- 2. National Addiction Centre, Institute of Psychiatry, Psychology and Neuroscience, King's College London, Londres, Royaume-Uni

Correspondance: Katherine East, National Addiction Centre, 4 Windsor Walk, London, SE5 8BB, Royaume-Uni; courriel: katherine.east@kcl.ac.uk.

Introduction

Avant mai 2018, le Canada avait un cadre de réglementation très restrictif pour les cigarettes électroniques : les produits de vapotage contenant de la nicotine ne pouvaient être vendus ou commercialisés sans une approbation préalable à la mise en marché¹. Toutefois, depuis mai 2018, la Loi sur le tabac et les produits de vapotage (LTPV) autorise la vente de cigarettes électroniques contenant de la nicotine ainsi qu'une publicité et une promotion accrues1. Le marché de la cigarette électronique a connu des changements rapides à la suite de la mise en œuvre de la LTPV, en particulier l'introduction de grandes marques internationales comme JUUL et Vuse (auparavant Vype)^{2,3}. La proportion de personnes affirmant avoir vapoté au cours des 30 derniers jours a également augmenté, passant d'environ 3 % en 2017 à 5 % en 2019 chez les Canadiens de 15 ans et plus⁴⁻⁶.

Les cigarettes électroniques sont un moyen de consommer de la nicotine de façon moins nocive que de fumer des cigarettes au tabac⁷. Les cigarettes

électroniques sont parmi les produits d'aide à l'arrêt du tabac les plus couramment utilisés par les fumeurs adultes au Canada⁸ et les données indiquent que les cigarettes électroniques contenant de la nicotine peuvent aider certains fumeurs à arrêter de fumer si elles sont utilisées sur une base quotidienne dans l'optique d'arrêter le tabac^{7,9-11}. Cependant, on s'inquiète de l'utilisation de cigarettes électroniques chez les jeunes et les non-fumeurs : au Canada, 11,6 % des élèves du secondaire ont déclaré vapoter sur une base quotidienne en 2019, soit l'un des taux les plus élevés au monde¹².

Un éventail de politiques ont été proposées ou mises en œuvre aux niveaux provincial et fédéral au Canada dans le but de réduire au minimum le vapotage chez les jeunes (figure 1)^{1,13,14}. Plusieurs de ces politiques visent à réduire l'attrait des produits de vapotage en modifiant les caractéristiques des produits, notamment par des restrictions relatives aux arômes des liquides à vapoter, par l'établissement d'une concentration maximale de nicotine fixée à 20 mg/ml (comme dans l'Union européenne)¹⁵ et par l'obligation d'afficher des mises en garde et la concentration en nicotine.

Les arômes jouent un rôle important dans le vapotage chez les jeunes et les jeunes adultes ainsi que chez les fumeurs adultes qui essaient d'arrêter de fumer. L'offre et le goût plaisant des arômes comptent parmi les principales raisons pour lesquelles les jeunes vapotent aux États-Unis¹⁶ et en Angleterre⁷. Des recherches ont par ailleurs montré que les arômes peuvent faciliter l'arrêt du tabac^{17,18}. Les arômes de fruits sont les plus populaires chez les jeunes et les adultes qui vapotent5,7,19-21 et, au Canada, les arômes de tabac sont plus couramment utilisés par les adultes que par les jeunes^{4,5}. Des études ont permis d'identifier des milliers d'arômes de liquides à vapoter aux États-Unis²² ainsi que de nombreuses catégories d'arômes23 mais nous n'avons pas trouvé d'étude approfondie sur le profil des arômes de liquides à vapoter du marché canadien.

Plusieurs provinces canadiennes ont mis en œuvre des restrictions sur la concentration en nicotine des liquides à vapoter et, au moment de la réalisation de notre étude, Santé Canada avait proposé une limite de 20 mg de nicotine par ml de

FIGURE 1

Aperçu de la réglementation sur la vente au détail des produits de vapotage au Canada au niveau fédéral et en Alberta, en Colombie-Britannique, en Nouvelle-Écosse, en Ontario et au Québec, au moment de l'étude (2020)

		Car	nada					
		Recommandée	Mise en œuvre ^a	Alb.	СВ.	NÉ.	Ont.	Qc
Interdiction d'ajouter des arô	mes	!				✓		
Interdiction d'ajouter des arômes, sauf dans les produits offerts dans les boutiques de vapotage pour adultes (19 ans et plus)					✓			
Interdiction d'ajouter des arô menthol), sauf dans les produ les boutiques de vapotage po (19 ans et plus)	uits offerts dans						√	
Concentration maximale de r	nicotine (mg/ml)	! 20	66		20	20		
Concentrations élevées en nic dans les boutiques de vapota							✓	
Exigences d'étiquetage : mise en garde, concentration	en nicotine	!	✓		✓			
✓	✓ Mesure mise en œuvre/intention de mise en œuvre déclarée							
	Mesures fédérale	s appliquées						
1	Mesure recommandée par le Conseil des médecins hygiénistes en chef, janvier 2020							

Abréviations : Alb., Alberta; C.-B., Colombie-Britannique; N.-É., Nouvelle-Écosse; Ont., Ontario; Qc, Québec. Remarque : Seules les provinces pour lesquelles des données ont été recueillies sont présentées dans la figure 1.

^a Au moment de cette étude (2020), la concentration maximale en nicotine était de 66 mg/ml.

liquide à vapoter (figure 1), similaire à la réglementation en vigueur dans l'Union européenne¹⁵. Au Canada, avant la mise en œuvre de la LTPV en mai 20181, bien qu'aucun produit contenant de la nicotine n'ait été approuvé pour la vente, la grande majorité des liquides à vapoter contenaient moins de 2 % (ou 20 mg/ml) de nicotine²⁴. Cependant, depuis la mise en œuvre de la LTPV, un nombre croissant de marques, telles que JUUL, ont été introduites sur le marché canadien. Le produit le plus populaire de JUUL renferme 5 % de nicotine (59 mg/ml) et le liquide à vapoter utilisé, à base de sel de nicotine, présente un pH inférieur à celui des liquides à base de nicotine épurée afin d'améliorer la sapidité des concentrés à teneur élevée en nicotine²⁵⁻²⁸. On sait que la plupart des autres marques qui proposaient des produits à base de sels de nicotine ont depuis adopté le liquide à forte concentration en nicotine mis au point par JUUL, mais on ne sait pas dans quelle mesure le marché canadien s'est tourné vers les cigarettes électroniques à forte concentration en sels de nicotine.

On dispose également de peu de données sur les pratiques d'emballage d'étiquetage des produits au Canada, dont la mesure dans laquelle les dosages de nicotine sont systématiquement et clairement indiqués sur l'emballage des produits ou aux points de vente (y compris en ligne). Une analyse de la vente au détail menée en Ontario en 2018 a révélé qu'une part importante des cigarettes électroniques vendues au Canada n'avait pas d'étiquette indiquant la présence de nicotine dans le produit et que l'exactitude de la concentration en nicotine inscrite sur l'étiquette ne concordait pas avec la concentration réelle de nicotine dans les produits24. Une autre analyse menée en 2014 avait révélé que de nombreux produits de vapotage ne comportaient pas de mise en garde relative aux effets sur la santé, mais plutôt des avertissements généraux et des renseignements sur les ingrédients²⁹. L'affichage de mises en garde « volontaires » en matière de santé sur les emballages n'est pas uniforme sur le marché des cigarettes électroniques aux États-Unis et il s'est souvent adapté aux propositions réglementaires de la Food and Drug Administration (FDA)30,31. Au Canada, de nouvelles exigences fédérales ont été mises en œuvre en juillet 2020. Elles imposent des restrictions sur la teneur maximale en nicotine et obligent la présence d'une mise en garde visible sur l'emballage des produits conformément au Règlement sur l'étiquetage et l'emballage des produits de vapotage³². Nous n'avons cependant trouvé aucune étude récente sur les pratiques d'étiquetage des produits de vapotage canadiens.

Dans l'ensemble, malgré l'évolution rapide du marché des cigarettes électroniques, on dispose de peu de données accessibles au public sur les principales caractéristiques des produits, que ce soit la teneur en nicotine, les arômes ou l'étiquetage des cigarettes électroniques. Or cette information est d'une importance capitale pour comprendre la promotion de ces produits et leur utilisation par les consommateurs ainsi que pour comprendre l'incidence des restrictions provinciales et fédérales. Étant donné que de nombreux consommateurs achètent des produits de vapotage par l'entremise de détaillants en ligne³³, il est particulièrement important de connaître le contexte du marché en ligne³⁴. Dans notre étude, nous avons donc cherché à connaître les liquides à vapoter offerts sur le marché de détail en ligne au Canada, en mettant l'accent sur la concentration en nicotine, les arômes et l'étiquetage.

Méthodologie

Collecte des données

Les données ont été recueillies au moyen d'une analyse en ligne des détaillants de produits de vapotage entre janvier et septembre 2020 (deux fabricants à l'échelle nationale et cinq fabricants à l'échelle provinciale). Cette analyse a été menée en trois étapes afin qu'un ensemble diversifié de produits de vapotage soit répertorié, permettant de caractériser adéquatement le marché canadien.

Nous avons d'abord élaboré une liste de 25 marques populaires à partir de l'enquête de 2019 sur le tabac et le vapotage auprès des jeunes de l'International Tobacco Control (ITC): Aspire, blu, Eleaf, FreeMax, Geekvape, IJOY, Innokin, Joyetech, JUSTFOG, JUUL, KangerTech, Lost Vape, Mi-Pod, MYLÉ, SMOK, Smoke NV, Snowwolf, STLTH, Suorin, TeslaCigs, UWELL, V2, Vaporesso, VOOPOO, Vype/ Vuse. Ensemble, ces marques couvrent plus de 90 % du marché des produits de vapotage chez les jeunes selon l'enquête de l'ITC34. Nous avons récolté l'information sur tous les produits de vapotage offerts par ces 25 marques grâce à des

recherches dans trois sources en ligne, dans l'ordre suivant : 1) site Internet canadien du fabricant, 2) site Internet non canadien du fabricant (en l'absence de site Internet canadien du fabricant) et 3) deux grands détaillants nationaux en ligne. Les deux détaillants nationaux en ligne ont été sélectionnés en fonction d'une recherche sur Google à partir des termes « vapotage » (vape) et « Canada ». Nous avons répertorié les dix principaux liens vers les détaillants en ligne. Nous avons choisi pour cette étude les deux sites Internet qui avaient le plus grand nombre de produits des 25 marques principales. Toutes, à l'exception d'une (V2), étaient en vente au Canada.

Deuxièmement, nous avons répertorié d'autres produits de vapotage (outre les 25 marques principales) lors de recherches sur le site Internet des deux grands détaillants nationaux en ligne mentionnés plus haut. Nous avons recueilli des données sur tous les dispositifs de vapotage et les liquides à vapoter.

Troisièmement, nous avons également sélectionné un détaillant local en ligne dans chacune des cinq provinces canadiennes de notre étude (Colombie-Britannique, Alberta, Ontario, Québec et Nouvelle-Écosse) pour la recherche d'autres produits. Encore une fois, les détaillants ont été repérés au moyen d'une recherche dans Google à l'aide du terme « boutique de vapotage » (vape shop), suivi du nom de la grande ville de chaque province (par exemple, « vape shop Toronto ») et une boutique a été choisie au hasard dans chaque province. Les boutiques de produits de vapotage n'ont été retenues que si les données sur les produits étaient affichées en ligne.

Extraction et codification des données

Les données ont été extraites à partir de l'information affichée sur les sites Internet (texte et images). Les images des liquides à vapoter, incluant les emballages, ont été prises à l'aide de saisies d'écran directement sur les sites Internet. Les variables choisies étaient le type de nicotine du liquide à vapoter (sels de nicotine, nicotine épurée, hybride [une combinaison de sels de nicotine et de nicotine épurée]), la concentration en nicotine (pourcentage ou mg/ml), la catégorie d'arômes (fruits, bonbons et desserts, boissons non alcoolisées, boissons alcoolisées, tabac, menthol ou menthe, café, épices, non aromatisé,

tabac et menthol, autres) ainsi que l'affichage d'une mise en garde relative aux effets sur la santé, d'une mention de la présence de nicotine dans le produit et d'une indication de la concentration en nicotine (pourcentage ou mg/ml) sur les emballages de liquides à vapoter.

Les concentrations en nicotine étaient affichées sur les sites Internet (texte et images) soit en mg/ml, soit en pourcentages. Par souci d'uniformité, toutes les concentrations de nicotine ont été converties en pourcentages pour nos analyses, à l'aide de la formule 1,0 mg/ml = 0,1 %. Les composantes de l'emballage de liquides à vapoter ont été évaluées en fonction de la clarté et de la visibilité de l'image du produit en ligne. L'affichage d'une mise en garde relative aux effets sur la santé, la mention de la présence de nicotine dans le produit et l'indication de la concentration en nicotine ont été notés séparément, en fonction de trois catégories: « oui », « non » et « illisible ». Pour établir la fiabilité du protocole de codage, trois chercheurs ont, chacun de leur côté, codé 10 % de toutes les images de produits et sont arrivés aux mêmes résultats pour 95,4 % des données.

Analyse des données

Nous avons, en premier lieu, obtenu des statistiques descriptives en calculant la fréquence et la proportion 1) des liquides à vapoter dans lesquels la nicotine était présente sous forme de sels, de nicotine épurée ou d'une combinaison des deux et 2) des liquides à vapoter à l'intérieur de chacune des catégories d'arômes suivantes: fruits, bonbons et desserts, boissons non alcoolisées, boissons alcoolisées, café, épices, tabac, menthol ou menthe, tabac et menthol, non aromatisé, autre. Nous avons, en deuxième lieu, étudié les différences movennes de concentration en nicotine entre les liquides à base de sels de nicotine et les liquides à base de nicotine épurée (aucun test statistique n'a été effectué pour les liquides hybrides en raison de la faible taille de l'échantillon), à l'aide d'un test *t* pour des échantillons indépendants. En troisième lieu, nous avons analysé les différences moyennes de concentration en nicotine entre les catégories d'arômes de liquides à vapoter, à l'aide d'une analyse de la variance à un facteur et d'un test post hoc de Games-Howell. En quatrième lieu, nous avons calculé la fréquence et la proportion de liquides à vapoter dont l'emballage était visible sur le site Internet et indiquait la présence de nicotine, la concentration en nicotine et des mises en garde (texte ou image), puis nous avons fait un test du chi carré pour analyser les liens avec le type de liquide à vapoter (sels de nicotine ou nicotine épurée).

Résultats

Au total, 1746 liquides à vapoter ont été répertoriés et analysés. Dans l'ensemble, 53,2 % des liquides trouvés étaient étiquetés ou définis sur le site Internet comme liquides à base de nicotine épurée ou comme étant « standard » (n = 929), 46,6 % étaient étiquetés ou définis comme liquides à base de sels de nicotine (n = 814) et 0,2 % étaient étiquetés ou définis comme hybrides (n = 3). Au sein de ces 1746 liquides à vapoter, nous avons repéré 4790 concentrations en nicotine différentes. Autrement dit, chaque liquide à vapoter était offert, en moyenne, en deux ou trois concentrations (tableau 1).

La grande majorité des liquides vendus contenaient de la nicotine (84,5 %). Seuls 30 % de l'ensemble des liquides à vapoter avaient des concentrations en nicotine supérieures à 2 %, mais cette proportion était beaucoup plus élevée parmi les liquides à base de sels de nicotine (71,4 %). Les concentrations en nicotine dans les liquides à base de nicotine épurée variaient

entre 0 % et 1,8 %, mais si on limite l'analyse aux produits contenant de la nicotine, elles variaient entre 0,2 % à 1.8 % (tableau 1). Les concentrations en nicotine dans les liquides à base de sels de nicotine variaient entre 0,3 % à 6,5 %, la plupart ayant cependant des concentrations en nicotine comprises entre 2,1 % et 5.0 % voire, pour certains, des concentrations en nicotine supérieures à 5 %. Sur l'ensemble des produits (dont ceux ayant une concentration en nicotine de 0 %), la concentration movenne en nicotine était plus élevée dans les liquides à base de sels de nicotine (3,4 %) que dans les liquides à base de nicotine épurée (0,5 %; t_{2278} = 88,5; p < 0,001). Parmi les produits contenant de la nicotine (concentration supérieure à 0 %), la concentration movenne de nicotine était également plus élevée dans les liquides à base de sels de nicotine (3,4 %) que dans les liquides à base de nicotine épurée (0,6 %; t_{2310} = 83,2; p < 0,001; tableau 1).

Selon l'information visible en ligne sur l'aire d'affichage principale des emballages, une indication quant à la présence de nicotine était présente sur 63 % de l'ensemble des liquides à vapoter, la concentration en nicotine était visible sur 74 % des produits et une mise en garde était visible sur 59 % des produits (tableau 2). La proportion de produits affichant l'information voulue sur l'étiquette

TABLEAU 1
Concentration en nicotine^a des liquides à vapoter selon le type de nicotine et pour l'ensemble^b des produits, Canada, 2020

	Sels de nicotine (n = 2013)	Nicotine épurée (n = 2768)	Hybride (n = 9)	Ensemble (n = 4790)			
Concentration en nie	Concentration en nicotine – catégorielle [% (n)]						
0 %	0 (0)	26,8 (741)	0 (0)	15,5 (741)			
0,1 % à 2,0 %	28,6 (576)	73,2 (2027)	100 (9)	54,5 (2612)			
2,1 % à 5,0 %	68,6 (1380)	0 (0)	0 (0)	28,8 (1380)			
Plus de 5,0 %	2,8 (57)	0 (0)	0 (0)	1,2 (57)			
Concentration en nicotine (en %) – continue							
<i>Tous les liquides à vapoter (n = 4790)</i>							
Moyenne (ET)	3,4 (1,4)	0,5 (0,4)	1,2 (0,7)	1,7 (1,7)			
Fourchette	0,3 à 6,5	0,0 à 1,8	0,5 à 2,0	0,0 à 6,5			
Liquides à vapoter qui contiennent de la nicotine seulement (% de nicotine supérieur à 0, $n = 4049$)							
Moyenne (ET)	3,4 (1,4)	0,6 (0,4)	1,2 (0,7)	2,0 (1,7)			
Fourchette	0,3 à 6,5	0,2 à 1,8	0,5 à 2,0	0,2 à 6,5			

Abréviation : ET, écart-type.

 $^{^{\}rm a}$ Les concentrations en nicotine fournies en mg/ml ont été converties en pourcentages : 1,0 mg/ml = 0,1 %.

^b Des données ont été recueillies pour 1746 liquides à vapoter, mais bon nombre de ces produits étaient offerts dans des concentrations multiples, ce qui a donné, pour l'analyse, 4790 concentrations différentes.

était plus élevée lorsque les analyses se limitaient aux liquides à vapoter contenant de la nicotine : parmi ces derniers, 66 % comportaient une indication quant à la présence de nicotine dans le produit, 74 % affichaient la concentration en nicotine et 61 % offraient une mise en garde. Pour ce qui est des types de liquides à vapoter, les mentions d'étiquetage étaient plus fréquentes sur les produits à base de sels de nicotine que sur les produits à base de nicotine épurée (tableau 2) : indication quant à la présence de nicotine dans le produit (tous les produits : χ^2 , = 600,4; p < 0,001 et produits à plus de 0 % de nicotine seulement : $\chi^2_2 = 308,0$; p < 0,001); teneur en nicotine (tous les produits : $\chi^{2}_{2} = 253.8$; p < 0.001 et produits à plus de 0 % de nicotine seulement : $\chi^2_2 = 188,4$; p < 0.001); mise en garde (tous les produits : $\chi^2_2 = 773.9$; p < 0.001 et produit à plus de 0 % de nicotine seulement : χ^2 , = 499,8; p < 0,001).

Les liquides à vapoter étaient offerts avec des d'arômes variés, les trois catégories les plus courantes étant les fruits (43,6 %), les bonbons et desserts (27,6 %) et les boissons non alcoolisées (12,5 %; figure 2). La concentration moyenne en nicotine différait selon les catégories d'arômes (tous les produits : $F_{10 192,84} = 7,1; p < 0,001; produits à plus$ de 0 % de nicotine seulement : $F_{10 168.8}$ = 6,6; p < 0,001), de sorte que les arômes de la catégorie « autres » offraient la concentration moyenne en nicotine la plus élevée, davantage que les bonbons ou le café; les liquides à l'arôme de menthol ou de menthe avaient une concentration moyenne en nicotine plus élevée que ceux aromatisés aux bonbons ou au tabac et enfin les liquides aux arômes de fruits avaient une concentration moyenne en nicotine plus élevée que les liquides aromatisés au tabac ou aux bonbons (tous les p < 0.05; tableau 3).

Analyse

En 2020, les liquides à vapoter étaient offerts dans une grande variété de concentrations en nicotine et d'arômes, ce qui témoigne de la diversité du marché des produits de vapotage au Canada. Cette étude a donné lieu à trois constatations clés.

Premièrement, les liquides à vapoter offerts sur le marché comprenaient autant de produits à base de sels de nicotine que de produits à base de nicotine épurée,

TABLEAU 2 Emballages de liquides à vapoter indiquant la présence de nicotine, la concentration en nicotine ou une mise en garde, globalement et par type de liquide à vapoter, sur le marché de détail canadien en ligne, 2020

	Information visible sur l'emballage du liquide à vapoter			
	Indication quant à la Concentration présence de nicotine en nicotine		Mise en garde	
	% (n)	% (n)	% (n)	
Tous les liquides (n = 1746)	63,2 (1103)	73,7 (1284)	58,9 (1025)	
Sels de nicotine (n = 814)	76,5 (623)	81,4 (663)	74,2 (604)	
Nicotine épurée (n = 929)	51,3 (477)	66,5 (618)	45,0 (418)	
Hybride (n = 3)	100,0 (3)	100,0 (3)	100,0 (3)	
Liquides à vapoter contenant de la nicotine seulement (% de nicotine supérieur à 0, $n = 4049$) ^a	66,0 (2674)	74,4 (3014)	60,9 (2464)	
Sels de nicotine (n = 2013)	79,0 (1590)	83,8 (1686)	77,9 (1568)	
Nicotine épurée (n = 2027)	53,0 (1075)	65,1 (1319)	43,8 (887)	
Hybride (n = 9)	100,0 (9)	100,0 (9)	100,0 (9)	

^a Des données ont été recueillies pour un total de 1746 liquides à vapoter; toutefois, bon nombre de ces produits étaient offerts dans des concentrations multiples, ce qui a donné 4790 concentrations distinctes aux fins d'analyse.

quoique la concentration en nicotine ait été plus élevée et plus variable parmi les produits à base de sels de nicotine. Contrairement aux produits à base de sels de nicotine, dont les concentrations en nicotine se situaient entre 0,3 % et 6,5 %, tous les produits à base de nicotine épurée répertoriés dans le cadre de l'étude affichaient des concentrations en nicotine égales ou inférieures à 2 % (20 mg/ml)³⁵. Cette constatation est conforme à la théorie selon laquelle les formules à base de sels de nicotine sont essentielles pour améliorer la sapidité des liquides ayant des concentrations en nicotine élevées³⁵. En 2020, on estimait qu'environ 30 % de l'ensemble des liquides à vapoter au Canada contenaient de la nicotine épurée et 70 % des sels de nicotine, la quasi-totalité de ces derniers contenant plus de 20 mg/ml³⁶. Les produits sans nicotine étaient rares : par exemple, un rapport publié en 2019 indique que moins de 1 % des ventes de produits de vapotage dans les stations-service et les dépanneurs aux États-Unis concernaient des produits sans nicotine². Les données que nous avons recueillies pour le Canada coïncident également avec l'essor qu'ont connu les produits à forte teneur en nicotine sous forme de sels sur le marché américain³⁷.

Fait intéressant, trois produits ont été étiquetés comme étant des liquides hybrides à base de sels de nicotine et de nicotine épurée. Certains blogues et comptes de médias sociaux sur les habitudes de consommation indiquent que des utilisateurs mélangent des liquides à base de

FIGURE 2 Résumé de l'offre de liquides à vapoter par catégorie d'arômes au Canada, 2020

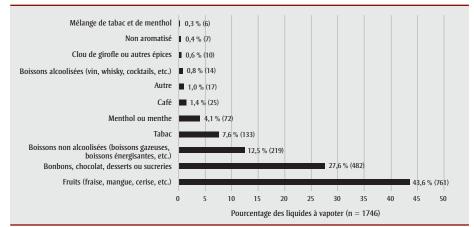


TABLEAU 3 Résumé des liquides à vapoter par catégorie d'arôme et concentration en nicotine, Canada, 2020

	Pourcentage continu de nicotine (%)		Ca	Catégorie de concentration en nicotine		
	Tous les liquides (n = 4790)	Liquides à vapoter contenant de la nicotine (n = 4049)	0 %	0,1 % à 2,0 %	2,1 % à 5,0 %	> 5,0 %
Catégorie d'arômes	Moyenne (ET)	Moyenne (ET)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
Autres ^{a,b}	2,7 (2,0)	3,0 (1,9)	8,8 (3)	41,2 (14)	41,2 (14)	8,8 (3)
Menthol ou menthe ^{c,d}	2,0 (1,8)	2,3 (1,7)	12,2 (24)	53,3 (105)	32,5 (64)	2,0 (4)
Fruits (fraise, mangue, cerise, etc.)e,f	1,8 (1,8)	2,2 (1,8)	14,8 (305)	50,8 (1050)	32,7 (677)	1,7 (36)
Boissons alcoolisées (vin, whisky, cocktails, etc.)	1,8 (1,9)	2,2 (1,9)	18,2 (6)	45,5 (15)	33,3 (11)	3,0 (1)
Mélange de tabac et de menthol	1,6 (1,3)	1,7 (1,3)	5,3 (1)	68,4 (13)	26,3 (5)	0 (0)
Clou de girofle ou autres épices	1,7 (1,5)	2,0 (1,5)	12,5 (4)	59,4 (19)	28,1 (9)	0 (0)
Boissons non alcoolisées (boissons gazeuses, boissons énergisantes, etc.)	1,6 (1,7)	2,0 (1,7)	16,2 (104)	55,8 (359)	27,5 (177)	0,5 (3)
Tabac ^{d,e}	1,6 (1,5)	1,8 (1,5)	14,1 (60)	63,5 (271)	22,3 (95)	0,2 (1)
Bonbons, chocolat, desserts ou sucreries a,c,f	1,4 (1,7)	1,7 (1,7)	17,5 (215)	56,7 (698)	25,2 (311)	0,7 (8)
Non aromatisé	1,8 (1,4)	1,6 (1,4)	15,4 (4)	69,2 (18)	15,4 (4)	0 (0)
Café ^b	1,4 (1,4)	1,6 (1,6)	19,0 (15)	63,3 (50)	16,5 (13)	1,3 (1)
Total	1,7 (1,7)	2,0 (1,7)	15,5 (741)	54,5 (2612)	28,8 (1380)	1,2 (57)

Abréviation : ET, écart-type.

Remarque: Les concentrations en nicotine fournies en mg/ml ont été converties en pourcentages: 1,0 mg/ml = 0,1 %.

sels de nicotine et des liquides à base de nicotine épurée pour obtenir les effets sensoriels souhaités, mais les produits hybrides demeurent rares et sont très peu mentionnés dans la littérature.

Deuxièmement, cette étude a révélé que l'indication de la présence de nicotine et les mises en garde n'étaient pas toujours visibles sur les emballages affichés en ligne par les détaillants. Un peu plus de la moitié des images de liquides à vapoter accessibles sur les sites Internet témoignaient de la présence de nicotine, de la concentration en nicotine et des mises en garde exigées. Cette situation contraste avec celle observée en 2014, alors que très peu de cigarettes électroniques affichaient des mises en garde²⁹. Davantage de produits à base de sels de nicotine offraient des indications sur la présence de nicotine et des mises en garde, comparativement aux produits à base de nicotine épurée. Les résultats de ces comparaisons doivent toutefois être interprétés avec prudence étant donné que ce ne sont pas tous les emballages qui étaient visibles lors de la collecte de données. En juillet 2020 (au cours de cette étude), la loi fédérale au Canada a rendu obligatoire l'apposition d'étiquettes sur l'emballage extérieur des produits de vapotage pour fournir la concentration en nicotine et offrir des mises en garde^{32,38}. Étant donné que de nombreux consommateurs achètent des produits de vapotage par l'entremise de détaillants en ligne³³, des pratiques d'étiquetage claires et uniformes, dont l'affichage des étiquettes en ligne, sont importantes pour s'assurer que les consommateurs disposent de renseignements adéquats aux points de vente.

Troisièmement, cette étude a permis de présenter le large éventail d'arômes de liquides à vapoter offerts sur le marché canadien. La catégorie d'arômes la plus courante était celle des fruits, ce qui concorde avec les données d'enquêtes, qui ont révélé que les fruits sont l'arôme le plus populaire chez les jeunes et les adultes qui vapotent^{4,5,19-21}. Les arômes de la catégorie « autres » affichaient quant à eux les concentrations en nicotine les plus élevées. Les données font état d'une augmentation de l'offre d'arômes depuis

2014 : les seules catégories d'arômes connues étaient alors les fruits, les bonbons et desserts, les boissons et le tabac²⁹, alors que dans notre analyse de 2020 nous avons repéré onze catégories d'arômes. Aux États-Unis et en Angleterre, l'offre et le goût plaisant des arômes de liquides à vapoter sont les principales raisons pour lesquelles les jeunes utilisent la cigarette électronique^{7,16,39}, bien que les arômes puissent aussi aider les fumeurs adultes à cesser de fumer^{17,18}. Un nombre croissant de provinces canadiennes imposent des restrictions relatives aux arômes de liquides à vapoter, notamment la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard14. Toutefois, l'incidence de ces restrictions chez les fumeurs adultes et les ieunes demeure mal connue.

Le marché de la cigarette électronique continue d'évoluer, et de nouvelles restrictions provinciales sont entrées en vigueur depuis la fin de cette étude. Par exemple, la Nouvelle-Écosse a interdit la vente de tous les arômes autres que le tabac, la Colombie-Britannique a restreint la vente d'arômes autres que le tabac dans les

^a Test post hoc de Games-Howell p < 0.05: autres par rapport aux bonbons

 $^{^{\}rm b}$ Test post hoc de Games-Howell p < 0.05 : autres par rapport au café

 $^{^{\}rm c}$ Test post hoc de Games-Howell p < 0.05: menthol ou menthe par rapport aux bonbons

^d Test post hoc de Games-Howell p < 0.05: menthol ou menthe par rapport au tabac

 $^{^{\}rm e}$ Test post hoc de Games-Howell p < 0.05: fruits par rapport au tabac

^f Test post hoc de Games-Howell p < 0.05: fruits par rapport aux bonbons

magasins autorisés aux mineurs et des restrictions semblables ont été mises en œuvre en Ontario pour les arômes autres que le tabac et le menthol¹⁴. Les futures études devraient examiner la façon dont l'industrie adapte ses produits pour se conformer à ces restrictions, ainsi que l'incidence qu'ont ces restrictions sur les habitudes de consommation des utilisateurs.

Points forts et limites

Cette étude comporte d'importants points forts. Elle fournit l'analyse en ligne la plus complète du marché des cigarettes électroniques au Canada à ce jour. En effet, elle tient compte de 25 marques de cigarettes électroniques populaires et les recherches ont été faites à partir des sites Internet de deux grands détaillants nationaux, de cinq boutiques de produits de vapotage provinciales et de fabricants. Les données ont été recueillies en ligne, là où de nombreux consommateurs achètent leurs produits de vapotage, ce qui a permis d'en améliorer la validité globale. La fidélité interjuges du protocole de codage était également élevée.

Cependant, les conclusions de cette étude doivent être interprétées en gardant en tête plusieurs limites. Premièrement, la collecte de données se limitait aux produits accessibles par l'entremise des détaillants en ligne (dont les fabricants). de sorte que les résultats pourraient ne pas être généralisables à l'ensemble du marché canadien (par exemple les points de vente physiques). Toutefois, nos constatations concordent avec les estimations nationales des données sur les ventes en fonction des caractéristiques comme les arômes et la concentration en nicotine^{2,3}. Deuxièmement, les données étaient limitées à l'information disponible sur les sites Internet et les images de produits et, dans certains cas, il n'était possible de voir qu'une partie de l'emballage du liquide à vapoter. De nombreux liquides à vapoter sont vendus avec des emballages extérieurs supplémentaires affichant des détails qui auraient pu servir à l'étude, mais qui n'étaient pas accessibles sur le site Internet. Par conséquent, nous ne sommes pas capables d'établir dans quelle mesure les liquides à vapoter sont conformes à la réglementation. Troisièmement, nous avons supposé que les concentrations en nicotine exprimées en mg/ml étaient équivalentes aux concentrations en nicotine exprimées en

pourcentage (par exemple, 20 mg/ml = 2,0 %). Toutefois, en pratique, ces chiffres ne sont pas toujours équivalents : par exemple, la principale formulation de JUUL, soit 59 mg/ml, est étiquetée comme contenant 5,0 % de nicotine. Quatrièmement, les vérifications de fiabilité n'ont été effectuées que sur 10 % des données.

Conclusion

Nous avons montré la diversité des liquides à vapoter offerts sur le marché canadien et l'offre de produits à forte concentration à base de sels de nicotine. Nos résultats indiquent également que la réglementation au sujet des arômes va limiter la vente de la grande majorité des produits offerts en ligne au Canada, dans la mesure où la proposition de Santé Canada de restreindre à 20 mg/ml ou moins la concentration en nicotine va limiter considérablement les liquides à base de sels de nicotine. Les recherches futures devraient évaluer l'incidence de ces restrictions sur le marché ainsi que sur les habitudes de consommation des utilisateurs.

Remerciements

Nous remercions Chris Hammond, Daniel Hong et Madison Leggatt pour leur aide lors de la collecte et l'extraction des données.

Conflits d'intérêts

DH a agi à titre de témoin expert rémunéré dans le cadre de contestations judiciaires contre les compagnies de tabac et de vapotage. Tous les autres auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs et avis

- KDM: analyse et interprétation des données; rédaction et révision du document; approbation du document final pour la soumission.
- DH: conception; conceptualisation; obtention, analyse et interprétation des données; rédaction et révision du document; approbation du document final pour la soumission.
- SM: obtention des données; révision du document; approbation du document final pour la soumission.
- DW: obtention des données; révision du document; approbation du document final pour la soumission.

 KE: obtention, analyse et interprétation des données; rédaction et révision du document; approbation du document final pour la soumission.

Le contenu et les points de vue exprimés dans cet article sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux du gouvernement du Canada.

Références

- Loi sur le tabac et les produits de vapotage, L.C. 1997, ch. 13 [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; [modification en novembre 2020; consultation le 23 juin 2021]. En ligne à : https://laws-lois.justice .gc.ca/PDF/T-11.5.pdf
- Nugent R. The vaping market in Canada, 2019. Oral presentation at: Canadian Public Health Association 2020 Tobacco and Vaping Control Forum. [Conférence virtuelle]; 22-23 septembre 2021
- 3. Euromonitor Passport. Smokeless tobacco, e-vapour products and heated tobacco in Canada. London (UK): Euromonitor International; 2019. En ligne à : https://www.euromonitor.com/smokeless-tobacco-e-vapour-products-and-heated-tobacco-in-canada/report
- 4. Santé Canada. Enquête canadienne sur le tabac et la nicotine (ECTN): sommaire des résultats pour 2019 [Internet]. Ottawa (Ontario): Gouvernement du Canada; [modification le 7 juillet 2020; consultation le 18 décembre 2020]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-tabac-nicotine/sommaire-2019.html#a2
- 5. Santé Canada. Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues (ECTAD) : sommaire des résultats pour 2017 [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; [modification le 12 août 2021; consultation le 11 décembre 2020]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-alcool-drogues/sommaire-2017 .html#a2

- East KA, Reid JL, Hammond D. Smoking and vaping among Canadian youth and adults in 2017 and 2019. Tob Control. 2021. https://doi.org /10.1136/tobaccocontrol-2021-056605
- 7. McNeill A, Brose LS, Calder R, Simonavicius E, Robson D. Vaping in England: 2021 evidence update summary [Internet]. London: Public Health England; 2021 [consultation le 11 mai 2021]. En ligne à : https://www.gov.uk/government/publications/vaping-in-england-evidence-update-february-2021
- Gravely S, Cummings KM, Hammond D, et al. Self-reported quit aids and assistance used by smokers at their most recent quit attempt: findings from the 2020 International Tobacco Control Four Country Smoking and Vaping Survey. Nicotine Tob Res. 2021;23(10):1699-1707. https://doi .org/10.1093/ntr/ntab068
- 9. Brown J, Beard E, Kotz D, et al. Real-world effectiveness of e-cigarettes when used to aid smoking cessation: a cross-sectional population study. Addiction. 2014;109(9):1531-1540. https://doi.org/10.1111/add.12623
- 10. Hartmann-Boyce J, McRobbie H, Bullen C, Begh R, Stead LF, Hajek P. Electronic cigarettes for smoking cessation. Cochrane Database Syst Rev. 2016;9(9):CD010216. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010216.pub3
- 11. McDermott MS, East KA, Brose LS, McNeill A, Hitchman SC, Partos TR. The effectiveness of using e-cigarettes for quitting smoking compared to other cessation methods among adults in the United Kingdom. Addiction. 2021;116:2825-2836. https://doi.org/10.1111/add.15474
- 12. Gouvernement du Canada. L'Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues chez les élèves : tableaux détaillés de 2018-2019 [Internet]. Ottawa (Ontario): Gouvernement du Canada; [modification le 26 octobre 2020; consultation le 26 octobre 2020]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-tabac-alcool-et

- -drogues-eleves/2018-2019-tableaux -detailles.html
- 13. Agence de la santé publique du Canada. Déclaration du Conseil des médecins hygiénistes en chef sur le vapotage de la nicotine au Canada [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; 2020 [consultation le 3 octobre 2020]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-publique/nouvelles/2020/01/declaration-du-conseil-des-medecins-hygienistes-en-chef-sur-le-vapotage-de-la-nicotine-au-canada.html
- 14. Physicians for a Smoke-Free Canada. At-a-glance: provincial restrictions on vaping products [Internet]. Ottawa (Ont.): Physicians for a Smoke-Free Canada; 2021 [consultation le 12 mai 2021]. En ligne à: http://www.smoke-free.ca/SUAP/2020/Provincial%20 regulations%20on%20vaping%20 promotions.pdf
- 15. Directive 2014/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 3 avril 2014 relative au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des États membres en matière de fabrication, de présentation et de vente des produits du tabac et des produits connexes, et abrogeant la directive 2001/37/CE [Internet]. Bruxelles (Belgique) : Commission européenne; 2014. En ligne à : https://eur-lex.europa.eu /eli/dir/2014/40/oj?locale = fr
- 16. Cullen KA, Liu ST, Bernat JK, et al. Flavored tobacco product use among middle and high school students United States, 2014–2018. MMWR. 2019;68(39):839-844. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6839a2
- 17. Kasza KA, Edwards KC, Gravely S, et al. Adults' e-cigarette flavor use and cigarette quit attempts: Population Assessment of Tobacco and Health study findings. Am J Prev Med. 2021;60(2):300-302. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2020.06.017
- 18. Friedman AS, Xu S. Associations of flavored e-cigarette uptake with subsequent smoking initiation and cessation. JAMA Netw Open. 2020;3(6):

- e203826. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.3826
- 19. O'Connor RJ, Fix BV, McNeill A, et al. Characteristics of nicotine vaping products used by participants in the 2016 ITC Four Country Smoking and Vaping Survey. Addiction. 2019; 114(Suppl 1):15-23. https://doi.org/10.1111/add.14571
- 20. Leventhal AM, Miech R, Barrington-Trimis J, Johnston LD, O'Malley PM, Patrick ME. Flavors of e-cigarettes used by youths in the United States. JAMA. 2019;322(21):2132-2134. https://doi.org/10.1001/jama.2019 .17968
- 21. Gouvernement du Canada. Résumé des résultats de L'Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues chez les élèves 2018-2019 [Internet]. Ottawa (Ontario) : Gouvernement du Canada; [modification le 23 décembre 2019; consultation le 13 mai 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-tabac-alcool-et-drogues-eleves/2018-2019-sommaire.html
- 22. Zhu S-H, Sun JY, Bonnevie E, et al. Four hundred and sixty brands of e-cigarettes and counting: implications for product regulation. Tob Control. 2014;23(Suppl 3):iii3-9. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol -2014-051670
- 23. Krüsemann EJ, Boesveldt S, de Graaf K, Talhout R. An e-liquid flavor wheel: a shared vocabulary based on systematically reviewing e-liquid flavor classifications in literature. Nicotine Tob Res. 2019;21(10):1310-1319. https://doi.org/10.1093/ntr/nty101
- 24. Czoli CD, Goniewicz ML, Palumbo M, White CM, Hammond D. E-cigarette nicotine content and labelling practices in a restricted market: findings from Ontario, Canada. Int J Drug Policy. 2018;58:9-12. https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2018.04.001
- 25. Bowen A, Xing C. Nicotine salt formulations for aerosol devices and methods thereof. US 20,160,044,967-A1

- (Brevet). [Demande de brevet US14/925,961]; 2016.
- 26. Goniewicz ML, Boykan R, Messina CR, Eliscu A, Tolentino J. High exposure to nicotine among adolescents who use Juul and other vape pod systems ('pods'). Tob Control. 2019; 28(6):676-677. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054565
- 27. Harvanko AM, Havel CM, Jacob P, Benowitz NL. Characterization of nicotine salts in 23 electronic cigarette refill liquids. Nicotine Tob Res. 2020;22(7):1239-1243. https://doi.org/10.1093/ntr/ntz232
- 28. Pankow JF. A consideration of the role of gas/particle partitioning in the deposition of nicotine and other tobacco smoke compounds in the respiratory tract. Chem Res Toxicol. 2001;14(11):1465-1481. https://doi.org/10.1021/tx0100901
- 29. Hammond D, White CM, Czoli CD, Martin CL, Magennis P, Shiplo S. Retail availability and marketing of electronic cigarettes in Canada. Can J Public Health. 2015;106(6):e408-e412. https://doi.org/10.17269/CJPH.106.5105
- 30. Fagan P, Pokhrel P, Herzog TA, et coll. Warning statements and safety practices among manufacturers and distributors of electronic cigarette liquids in the United States. Nicotine Tob Res. 2018;20(8):970-976. https://doi.org/10.1093/ntr/ntx101
- 31. Shang C, Chaloupka FJ. The trend of voluntary warnings in electronic nicotine delivery system magazine advertisements. Int J Environ Res Public Health. 201714(1):62. https://doi.org/10.3390/ijerph14010062
- 32. Règlement sur l'étiquetage et l'emballage des produits de vapotage, DORS/2019-353 [Internet]. Ottawa (Ontario): Gouvernement du Canada; 1er janvier 2021 [modification le 8 juillet 2021; consultation le 12 avril 2021]. En ligne à : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2019-353/index.html

- 33. Young J. The growth of online e-cigarette and vape retailers [Internet]. Chicago (IL): Digital Commerce 360; 2018 [consultation le 30 avril 2021]. En ligne à : https://www.digitalcommerce360.com/2018/10/17/the-growth-of-online-e-cigarette-and-vape-retailers/
- 34. Hammond D, Reid JL, Burkhalter R, Rynard VL. E-cigarette marketing regulations and youth vaping: cross-sectional surveys, 2017–2019. Pediatrics. 2020;146(1):e20194020. https://doi.org/10.1542/peds.2019-4020
- 35. Talih S, Salman R, El-Hage R, et al. Characteristics and toxicant emissions of JUUL electronic cigarettes. Tob Control. 2019;28(6):678-680. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol -2018-054616
- 36. Euromonitor International. Study of the market size, characteristics, and growth trends of the vaping products market in Canada. London (UK): Euromonitor International; 2020; 2020. 105 p.
- 37. Romberg AR, Miller Lo EJ, Cuccia AF, et al. Patterns of nicotine concentrations in electronic cigarettes sold in the United States, 2013-2018. Drug Alcohol Depend. 2019;203:1-7. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep .2019.05.029
- 38. Hammond D, East K, Wiggers D, Mahamad S. Vaping products in Canada: a market scan of industry product labelling, packaging promotional practices. [Rapport non publié préparé au nom de Santé Canada]; 2020.
- 39. Tsai J, Walton K, Coleman BN, et al. Reasons for electronic cigarette use among middle and high school students National Youth Tobacco Survey, United States, 2016. MMWR. 2018;67(6):196-200. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6706a5

Recherche quantitative originale

Prédicteurs de l'utilisation de la cigarette électronique à capsule chez les jeunes et les jeunes adultes canadiens

Safa Ahmad, M.S.P.; Tianru Wang, M.S.P.; Robert Schwartz, Ph. D.; Susan J. Bondy, Ph. D.

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par les pairs.

Diffuser cet article sur Twitter

Résumé

Introduction. Les modifications apportées à la législation fédérale ont permis la vente légale de cigarettes électroniques à base de nicotine sur le marché canadien en 2018. Parmi ces produits figurent les cigarettes électroniques à capsule, comme les dispositifs JUUL, qui ont par la suite été associées à une hausse marquée de la prévalence de l'utilisation des cigarettes électroniques et à un accroissement de la fréquence de leur utilisation chez les jeunes américains et canadiens. De nombreuses études ont été menées auprès de divers groupes de populations aux États-Unis sur les facteurs qui incitent à utiliser ou à commencer à utiliser les dispositifs JUUL, mais on dispose de peu de données probantes sur des facteurs de risque semblables liés à l'utilisation des cigarettes électroniques à capsule chez les jeunes et les jeunes adultes canadiens. La compréhension de ces facteurs de risque peut éclairer l'adoption de stratégies de prévention et d'intervention au Canada et dans d'autres pays.

Méthodologie. Au total, 668 jeunes et jeunes adultes canadiens ont été recrutés dans le cadre de l'Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes réalisée en 2018-2019. Ils ont été invités à répondre à une enquête initiale ayant eu lieu 3 mois avant l'assouplissement de la réglementation fédérale sur les cigarettes électroniques à base de nicotine et une enquête de suivi 9 mois après la modification de la réglementation. Nous avons utilisé une régression logistique multivariée pour comprendre les prédicteurs de référence de l'utilisation future des cigarettes électroniques à capsule chez les répondants et pour les classer en fonction de leur importance.

Résultats. Avoir consommé du cannabis au cours du dernier mois (rapport de cotes [RC] = 2,66; intervalle de confiance [IC] à 95 % : 1,66 à 4,21, p < 0,001), fumer régulièrement la cigarette (RC = 3,42; 1,53 à 7,65, p < 0,01), avoir expérimenté antérieurement la cigarette (RC = 2,40, 1,34 à 4,31, p < 0,01), avoir de nombreux amis qui vapotent (RC = 2,15; 1,37 à 3,34, p < 0,001), avoir moins de 18 ans comparativement à avoir plus de 22 ans (RC = 5,26; 2,63 à 10,00, p < 0,001) et être de sexe masculin (RC = 1,69; 1,16 à 2,50, p < 0,01) se sont révélés des prédicteurs significatifs et les plus influents de l'utilisation future de cigarettes électroniques à capsule.

Conclusion. Des facteurs similaires ont incité les jeunes et les jeunes adultes canadiens et américains à utiliser des cigarettes électroniques à capsule. L'examen de la polyconsommation de substances chez les jeunes du secondaire peut être utile pour mettre en place des stratégies préventives appropriées.

Mots-clés : vapotage, nicotine, inhalateur électronique de nicotine, facteurs de risque, Canada, jeune adulte, adolescent, cannabis

Points saillants

- Consommer du cannabis, fumer ou avoir déjà expérimenté la cigarette, être de sexe masculin, avoir moins à 18 ans et avoir des amis qui vapotent sont tous des facteurs qui ont augmenté considérablement la probabilité qu'un jeune ou un jeune adulte canadien de notre échantillon utilise des cigarettes électroniques à capsule contenant de la nicotine, comme celles de la marque JUUL, une fois que ces produits ont été offerts légalement sur le marché canadien au milieu de l'année 2018.
- Dans plusieurs études américaines, ces facteurs ont également été recensés comme des prédicteurs de l'utilisation future de cigarette électronique à capsule ou comme associés aux caractéristiques des utilisateurs.

Introduction

En mai 2018, la Loi sur le tabac et les produits de vapotage a autorisé la vente de cigarettes électroniques à base de nicotine sur le marché canadien sans qu'une approbation préalable à la mise en marché ne soit requise1. La libéralisation du marché s'est accompagnée d'une exposition accrue à la publicité sur les cigarettes électroniques chez les jeunes Canadiens entre 2017 et 20192. Elle a également coïncidé avec le début d'une forte augmentation de la prévalence et de la fréquence de l'utilisation des cigarettes électroniques : en 2019, la proportion d'un échantillon national de jeunes Canadiens de 16 à

Rattachement des auteurs :

Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario, École de santé publique Dalla Lana, Université de Toronto, Toronto (Ontario), Canada

Correspondance: Safa Ahmad, Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario, École de santé publique Dalla Lana, 155, rue Collège, Toronto (Ontario) M5T 3M7; tél.: 647-208-6100; courriel: safa.ahmad@mail.utoronto.ca

19 ans ayant indiqué avoir vapoté pendant 20 jours ou plus au cours du dernier mois était plus de trois fois plus élevée que celle de 2017³. La proportion de Canadiens de 15 à 19 ans, de 20 à 24 ans et de 25 ans et plus ayant déclaré avoir vapoté au cours du dernier mois est demeurée à peu près constante entre 2019 et 2020^{4,5}.

Grâce à sa conception légère et facile à transporter, la cigarette électronique de dernière génération, soit la cigarette électronique à capsule (« capsule » dans le reste du texte), est conçue pour être plus pratique d'utilisation6. Une formule combinée à base de nicotine libre et de sel de nicotine aide à accroître l'efficacité de l'administration de nicotine en réduisant la gravité de ses répercussions sur les voies respiratoires supérieures, ce qui est susceptible de contribuer à une consommation de nicotine répétée et accrue et de favoriser la dépendance^{7,8}. La marque de capsules la plus connue, JUUL, comptait pour près de 80 % du marché des cigarettes électroniques vendues au détail aux États-Unis à la fin de l'année 20189. Dans un échantillon longitudinal représentatif à l'échelle nationale de jeunes et de jeunes adultes américains, l'utilisation du dispositif JUUL et l'utilisation plus fréquente de cigarettes électroniques ont augmenté considérablement entre 2018 et 201910. Des constatations semblables tirées d'échantillonnages répétés d'adolescents canadiens, montrant que 17,7 % des jeunes ayant utilisé des cigarettes électroniques au cours des 30 derniers jours ont indiqué avoir utilisé le produit JUUL en 2019, comparativement à 10,3 % en 20187.

Les tendances à la hausse de fréquence du vapotage ajoutent à la gravité des risques que posent les cigarettes électroniques pour les jeunes et les jeunes adultes. La consommation quotidienne de substances psychoactives ou à vertus gratifiantes pendant une forte proportion de jours est associée à la dépendance, à une diminution de la probabilité d'abandon et à un risque accru d'effet nocif sur la santé attribuable aux doses. Ces liens sont bien établis pour le tabagisme^{11,12} et de plus en plus clairs pour les cigarettes électroniques¹³.

La compréhension des prédicteurs de l'utilisation initiale de capsules peut aider à déterminer les groupes de jeunes qui sont davantage susceptibles d'être fréquemment exposés à la nicotine par l'entremise des cigarettes électroniques. Des études antérieures sur les corrélats de l'utilisation du produit JUUL chez les jeunes et certains sous-groupes de populations des États-Unis ont mis en évidence les facteurs suivants : l'utilisation de la cigarette10,14,15, la perception d'un effet moins néfaste14,16, la recherche de sensations10,14, le fait que les amis et les membres du ménage l'utilisent10,14,17, l'attrait de la saveur¹⁷, un statut socioéconomique plus élevé^{14,15,18}, un jeune âge^{14,15}, être de sexe masculin15 et une origine ethnique blanche^{14,18}. Toutefois, les études transversales ne permettent pas d'évaluer la temporalité du facteur de risque et l'association avec les résultats lorsque c'est pertinent et compliquent la détermination des facteurs de risque d'une future utilisation19.

La consommation par les pairs de tabac et celle de cannabis ont été identifiées comme prédictrices du fait de commencer à utiliser le produit JUUL ou d'autres cigarettes électroniques chez une cohorte d'adolescents du Texas en 2017-2018²⁰. L'exposition à des publicités, le tabagisme et la perception selon laquelle les effets du produit JUUL sont moins néfastes ont été identifiés comme prédicteurs d'une future utilisation du produit JUUL chez une cohorte de 2018 de jeunes adultes inscrits dans des établissements d'enseignement postsecondaire en Caroline du Nord et en Virginie²¹.

En mars 2018, l'Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes a recueilli des données auprès de jeunes et de jeunes adultes canadiens, certains utilisant la cigarette électronique et d'autres ne l'utilisant pas, puis de nouveau en mars 2019, dans le cadre d'une enquête de suivi. Le changement législatif a eu lieu en mai 2018, soit entre l'enquête de référence et l'enquête de suivi1. Nous avons ainsi eu une occasion exceptionnelle de cerner les facteurs de risque liés à l'utilisation des capsules dans une population relativement naïve à l'égard des capsules, et de les comparer aux résultats obtenus chez des groupes de population à risque élevé aux États-Unis.

Méthodologie

Cadre de l'enquête et participants

L'Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes, qui est décrite ailleurs²²,

est une étude longitudinale dont l'objectif était de suivre les tendances sur 18 mois de l'utilisation de la cigarette électronique chez les résidents canadiens de 16 à 25 ans. La plupart des participants ont été recrutés au moyen des médias sociaux, notamment Instagram, Reddit et Google Ads, 4 % ayant été recrutés à partir d'une liste de contacts obtenue auprès du programme « Leave the Pack Behind », un programme financé à l'échelle provinciale offrant du soutien et des services aux fumeurs qui souhaitent arrêter de fumer.

Les données ont été recueillies au moyen d'un échantillonnage dirigé pour assurer une répartition selon un ratio de 60 %/40 % entre les utilisateurs réguliers d'une part et les utilisateurs irréguliers et ceux n'ayant jamais utilisé de cigarettes électroniques d'autre part, ainsi que pour obtenir un échantillon adéquat de jeunes appartenant à des tranches d'âge difficiles à rejoindre et de jeunes adultes. Pour s'assurer que ce critère de contingentement était respecté, on a demandé lors de la présélection : « Au cours des 4 dernières semaines, avez-vous vapoté des cigarettes électroniques chaque semaine? » Ceux qui ont répondu « oui » ont été classés comme vapoteurs réguliers et ceux ayant répondu « non » ont été classés comme vapoteurs irréguliers. Les participants multilingues étaient admissibles s'ils pouvaient répondre à l'enquête en ligne en anglais.

Le panel comptait 1 048 participants au départ, dont 578 vapoteurs réguliers. Parmi les participants à l'enquête de référence, 18 ont abandonné et 65 % (668/1 030) de ceux qui restaient ont répondu à l'enquête de suivi 12 mois plus tard. Tous les participants admissibles ont reçu une carte-cadeau électronique de 10 \$ et ont pu participer au tirage de l'une des deux cartes-cadeaux de 250 \$.

Variables

Mesures des résultats

Lors du suivi à 12 mois, on a demandé aux répondants s'ils avaient « utilisé un système à capsule ou un dispositif de vapotage à capsule qui utilise des capsules ou des cartouches et qui pourrait ressembler à une clé USB (par exemple marques JUUL, myblu, Vype, Logic, Breeze 2, etc.) » au cours des six derniers mois. Étant donné les dates d'introduction de ces produits, l'utilisation des capsules ou des cartouches au moment du suivi correspondait, dans le contexte de l'étude,

à l'utilisation de ces dispositifs après leur introduction légale et générale sur le marché.

Définition des prédicteurs potentiels de l'utilisation des capsules

Les prédicteurs de référence qui ont été étudiés sont les suivants : l'importance déclarée de l'intention d'abandonner ou de réduire le tabagisme dans la décision de vapoter; l'importance déclarée des saveurs dans la décision de vapoter; la recherche de sensations; la perception du risque associé à l'utilisation régulière de produits de vapotage contenant de la nicotine; la consommation de cannabis au cours du dernier mois; la fréquence de l'utilisation de la cigarette électronique; le statut tabagique; la proportion d'amis qui vapotent; l'exposition au cours du dernier mois à des publicités sur le vapotage sur des panneaux d'affichage, dans des stations-service ou à l'extérieur; l'exposition au cours du dernier mois à des publicités sur le vapotage à la télévision, la radio ou en ligne; la tranche d'âge; le sexe; la province ou le territoire de résidence.

On a évalué la recherche de sensations en demandant aux participants s'ils étaient d'accord ou non avec l'énoncé suivant : « J'aime vivre des expériences nouvelles et excitantes, même si je dois enfreindre les règles ». Les réponses ont été réparties, pour l'analyse, en deux catégories (tout à fait d'accord/plutôt d'accord et fortement en désaccord/plutôt en désaccord/ni l'un ni l'autre). Les réponses des participants au sujet de la perception du risque associé à l'utilisation régulière de produits de vapotage contenant de la nicotine ont été réparties en deux catégories (risque élevé/ risque modéré et aucun risque/risque léger/risque inconnu). Le statut tabagique a été divisé en cinq catégories. Ont été considérés comme fumeurs les participants se déclarant fumeurs au moment de l'enquête et qui avaient fumé au moins 100 cigarettes au cours de leur vie et comme expérimentateurs les fumeurs ayant fumé moins de 100 cigarettes. On a considéré comme anciens expérimentateurs les participants non-fumeurs au moment du suivi qui, dans le passé, avaient fumé moins de 100 cigarettes et comme anciens fumeurs ceux qui avaient fumé plus de 100 cigarettes. Les participants ont été considérés comme n'ayant jamais fumé s'ils n'avaient jamais essayé la cigarette.

Les réponses à la question « À quelle fréquence vapotez-vous? » ont été réparties en trois catégories (quotidienne/quasi quotidienne, au moins une fois par semaine/au moins une fois par mois et moins d'une fois par mois/jamais). Les réponses à la question sur la « proportion d'amis qui vapotent » ont été réparties en deux catégories (aucun/quelques-uns et plusieurs).

L'âge a été réparti, pour l'analyse, en trois catégories fondées sur les tranches d'âge correspondant habituellement au niveau secondaire, au niveau postsecondaire et à une catégorie plus âgée (15 à 17 ans, 18 à 21 ans, 22 à 26 ans). Les provinces et les territoires de résidence ont été classés en fonction de trois provinces (Ontario, Alberta et Colombie-Britannique) et une quatrième catégorie (« autre ») englobait les autres provinces et territoires.

Analyse des données

Nous avons ajusté un modèle prédictif multivarié pour déterminer quels prédicteurs avaient le plus d'influence sur la future utilisation de capsules chez les participants de notre échantillon. Les étapes ont été guidées par la stratégie de conception du modèle prédictif générique de Harrell²³. Nous avons tenu compte de tous les prédicteurs a priori, puis nous avons obtenu des estimations de l'ampleur de l'effet standard pour les variables prédictives et nous avons validé le classement de l'influence de chaque prédicteur.

Il manquait les réponses indiquant la fréquence de vapotage dans 21 % (140/668) des observations, celles de la proportion d'amis qui vapotent dans 13 % des observations, celles du statut tabagique dans 7 % des observations, celles de la recherche de sensations dans 2 % des observations et celles de la perception du risque dans 1 % des observations. Nous avons utilisé une imputation multiple pour obtenir des estimations valides moins biaisées malgré les données prédictives manquantes²⁴: nous avons appliqué l'approche de l'appariement de la moyenne prédictive semi-paramétrique et la méthode de l'autoamorçage pour créer un ensemble d'imputations comme celui décrit par Harrell^{25,26}. Nous avons utilisé toutes les variables du modèle final pour créer 23 imputations, étant donné que 22,8 % (152/668) des observations comportaient une ou plusieurs valeurs manquantes25. Nous avons créé cinq modèles de régression logistique à partir d'ensembles de données complets, et nous avons établi la moyenne des cinq ensembles de coefficients pour produire les estimations d'effet²⁵.

Nous avons considéré l'âge comme une variable catégorielle en raison de l'intérêt de seuils non arbitraires et nous avons réparti les participants dans des tranches d'âge étroites correspondant au niveau secondaire habituel, au niveau postsecondaire habituel et à une catégorie plus âgée. Nous avons maintenu le nombre de prédicteurs à moins de m/15 où $m = \min$ $(N_{r\text{\'esultat}=1}, N_{r\text{\'esultat}=0})^{23}$. Nous avons utilisé les facteurs d'inflation de la variance pour évaluer la multicolinéarité. Nous avons classé l'influence prédictive en fonction de la différence entre les valeurs du chi carré de Wald et les degrés prédictifs de liberté. Nous avons effectué un autoamorçage (boostrap) du processus de classement pour obtenir des intervalles de confiance (IC) à 95 % contenant la mesure réelle du classement²⁷. Nous avons effectué la validation du modèle au moyen de 1 000 nouveaux échantillons autoamorcés avec remplacement pour évaluer la surajustement²⁸.

Nous avons présenté sous forme de rapports de cotes (RC) avec IC à 95 % l'ampleur de l'association entre les prédicteurs demeurant dans le modèle et la probabilité que les participants utilisent une capsule dans les six mois avant l'enquête de suivi. Nous avons effectué toutes les analyses avec la version 4.0.3 de R (R Foundation pour l'informatique statistique, Vienne, Autriche).

Résultats

Caractéristiques de l'échantillon

Le tableau 1 présente les caractéristiques des participants, les mesures de référence du vapotage et diverses caractéristiques sur la consommation de substances ainsi que les autres facteurs prédictifs potentiels pris en compte dans l'analyse. Parmi les 668 répondants ayant fourni des données à la fois lors de l'enquête initiale et de l'enquête de suivi à 12 mois, 59,3 % (396/668) ont indiqué avoir utilisé une capsule dans les six mois avant l'enquête de suivi. La composition du profil des 668 répondants à l'enquête de suivi par rapport aux 1048 répondants de l'échantillon de départ était significativement différente en fonction du sexe ($\chi^2 = 9,42$; p < 0.01; df = 1), de la consommation de cannabis au cours du dernier mois ($\chi^2 = 14.07$; p < 0.001; df = 1) et de la proportion d'amis qui vapotent ($\chi^2 = 12.83$; p < 0.001; df = 1).

Modèle complet

Le tableau 2 présente les résultats du modèle de régression logistique multivariée permettant de prédire la probabilité qu'un individu utilise une capsule six mois après avoir rempli l'enquête initiale. Tous les facteurs d'inflation de la variance étaient inférieurs à 10 et n'indiquaient pas de multicolinéarité. Avec une statistique de concordance de 0,81 et, après correction pour le surajustement, de 0,79, la discrimination prédictive du modèle montre une certaine utilité pour prédire les réponses individuelles des sujets27 et seulement un faible degré de surajustement (indice c corrigé avec IC à 95 % : 0,76 à 0,83).

Les répondants avant indiqué lors de l'enquête initiale avoir consommé du cannabis au cours du dernier mois étaient beaucoup plus susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que ceux n'en ayant pas consommé; ceux ayant indiqué un vapotage quotidien ou quasi quotidien étaient beaucoup plus susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que ceux ayant indiqué ne pas vapoter ou vapoter moins d'une fois par mois; ceux ayant indiqué avoir « plusieurs » amis qui vapotent étaient plus susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que ceux ayant indiqué n'en avoir « aucun » ou en avoir « quelques-uns »; ceux ayant dit aimer vivre de nouvelles expériences même s'ils devaient enfreindre les règles étaient plus susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que les autres. En règle générale, les participants d'âge postsecondaire et les participants plus âgés étaient moins susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que les moins de 18 ans.

Le sexe masculin s'est révélé un facteur prédictif associé à une probabilité d'utilisation future de capsules beaucoup plus élevée. Les fumeurs et les anciens expérimentateurs étaient plus susceptibles d'utiliser plus tard une capsule que les répondants n'ayant jamais fumé.

Les cinq premiers prédicteurs de référence en importance, par ordre décroissant, sont la tranche d'âge, le statut tabagique, la consommation de cannabis au cours du

TABLEAU 1 Caractéristiques des participants à l'Étude par panel auprès des jeunes et jeunes adultes de 2018-2019

Variable	Répondants – participation incomplète	Répondants – participation complète			
	(N = 380) (%) a	(N = 668) (%) a			
Utilisation de capsules dans les 6 mois précédant le suivi					
Non	_	272 (41)			
Oui	_	396 (59)			
Caractéristiques de départ					
Sexe					
Masculin	281 (74)	417 (62)			
Féminin	99 (26)	251 (38)			
Province/Territoire					
Ontario	171 (45)	335 (50)			
Alberta	63 (17)	115 (17)			
Colombie-Britannique	67 (18)	111 (17)			
Autre ^b	79 (21)	107 (16)			
Tranche d'âge (ans)					
15 à 17	161 (42)	286 (43)			
18 à 21	186 (49)	289 (43)			
22 à 26	33 (9)	93 (14)			
Consommation de substances au départ					
Statut tabagique					
Fumeur	62 (16)	90 (13)			
Expérimentateur	36 (9)	42 (6)			
Ancien fumeur	42 (11)	72 (11)			
Ancien expérimentateur	68 (18)	104 (16)			
lamais fumé	171 (45)	353 (53)			
Donnée manquante	1 (0,3)	7 (1)			
Consommation de cannabis au cours du		, (1)			
Non	204 (54)	452 (68)			
Oui	176 (46)	216 (32)			
Fréquence de vapotage	170 (10)	210 (32)			
Quotidienne ou presque	162 (43)	244 (37)			
Hebdomadaire ou mensuelle	120 (32)	165 (25)			
Moins d'une fois par mois ou jamais	59 (16)	119 (18)			
Donnée manquante	39 (10)	140 (21)			
Autres caractéristiques liées au vapotage	au départ				
Facteurs ayant de l'importance dans la d					
Saveurs	•				
Non	191 (50)	357 (53)			
Oui	189 (50)	311 (47)			
Tentative d'arrêt ou de réduction du taba		211(11)			
Non	294 (77)	554 (83)			
Oui	86 (23)	114 (17)			

Suite à la page suivante

TABLEAU 1 (suite)
Caractéristiques des participants à l'Étude par panel auprès
des jeunes et jeunes adultes de 2018-2019

Variable	Répondants – participation incomplète	Répondants – participation complète			
	(N = 380) (%) a	(N = 668) (%) a			
Risque perçu du vapotage régulier avec nic	otine				
Risque modéré ou élevé	223 (59)	438 (66)			
Aucun risque, léger risque ou ne sais pas	156 (41)	229 (34)			
Donnée manquante	1 (0,3)	1 (0,1)			
Facteurs psychosociaux/environnementaux	au départ				
Proportion d'amis qui vapotent					
Aucun/quelques-uns	180 (47)	414 (62)			
Plusieurs	196 (52)	241 (36)			
Donnée manquante	4 (1)	13 (2)			
Exposition à des publicités extérieures au c	ours du dernier mois				
Non	175 (46)	273 (41)			
Oui	205 (54)	395 (59)			
Exposition à des publicités dans les médias au cours du dernier mois					
Non	185 (49)	293 (44)			
Oui	195 (51)	375 (56)			
« J'aime vivre des expériences nouvelles et excitantes, même si je dois enfreindre les règles »					
Tout à fait d'accord ou plutôt d'accord	249 (66)	417 (62)			
Pas d'accord, fortement en désaccord ou plutôt en désaccord	129 (34)	249 (37)			
Donnée manquante	2 (0,5)	2 (0,3)			

Remarques: Les prédicteurs similaires ont été regroupés pour faciliter la compréhension. Au total, 668 jeunes et jeunes adultes canadiens ont répondu à la fois à l'enquête initiale et à l'enquête de suivi à 12 mois et 380 ont répondu seulement à l'enquête initiale.

dernier mois, la proportion d'amis qui vapotent et le sexe masculin (figure 1). Les IC à 95 % des classements du statut tabagique et de la tranche d'âge ne chevauchent pas les IC du classement de l'exposition à la publicité extérieure ni celui du vapotage pour abandonner ou réduire le tabagisme. Les IC à 95 % des cinq prédicteurs importants chevauchent tous les prédicteurs restants (figure 1).

Analyse

Nous avons constaté que la consommation de cannabis, l'influence des pairs sur le vapotage, l'âge, le sexe et le statut tabagique figuraient parmi les prédicteurs les plus significatifs de l'utilisation future de capsules chez les répondants de notre échantillon. Cette constatation correspond aux recherches antérieures sur les corrélats de l'utilisation des capsules, qui sont le sexe masculin, la consommation conjointe de cigarettes, un jeune âge et l'utilisation par les pairs, ainsi qu'aux recherches antérieures sur les prédicteurs d'une future utilisation de capsules, à savoir la consommation conjointe de cigarettes, l'utilisation par les pairs et la consommation de cannabis.

Bien que cette étude n'ait pas permis d'évaluer la prévalence de la polyconsommation de substances dans le groupe de participants, il est important de noter que cette prévalence a augmenté chez les jeunes Canadiens. La proportion d'étudiants consommant des substances ayant indiqué avoir consommé de multiples substances a augmenté, passant de 40 % en 2013 à plus de 50 % entre 2017 et 2018²⁹. L'utilisation de la cigarette électronique a joué un rôle important dans cette augmentation entre 2017 et 2018²⁹. Dans

un échantillon de plus de 74 000 élèves canadiens du secondaire, la cigarette électronique était ainsi la substance la plus souvent combinée à d'autres³⁰. Ces résultats sont importants, compte tenu des données probantes établissant un lien entre la polyconsommation de substances chez les adolescents et une myriade d'effets négatifs sur la santé et les résultats scolaires³⁰, et dans le contexte de la légalisation du cannabis chez les adultes canadiens en 2018³¹.

Le cannabis a été légalisé au cours de la pér-iode à l'étude, ce qui pourrait avoir influencé le lien entre consommation de cannabis et consommation future de capsules. Cependant, des études menées dans divers cadres juridiques dans de nombreux pays occidentaux ont prouvé l'existence d'une association entre la consommation de cannabis et l'utilisation de la cigarette électronique³². Bien que bon nombre de ces études longitudinales aient révélé une association dans la direction opposée (l'utilisation de la cigarette électronique prédisant la consommation future de cannabis), des effets bidirectionnels ont également été observés dans un échantillon d'étudiants d'établissements d'enseignement postsecondaire américains³³.

Nos résultats sont également importants parce qu'ils favorisent une approche holistique des problèmes de consommation de substances chez les jeunes plutôt que de viser une substance en particulier lors de la mise en place des mesures de contrôle et de prévention. On sait par la littérature que les approches préventives qui s'appuient sur le soutien scolaire et les bonnes relations avec les parents sont des interventions utiles pour lutter contre la polyconsommation de substances30. Les jeunes du secondaire se sont révélés plus susceptibles d'utiliser des capsules que les participants plus âgés, ce qui révèle l'attrait de ces produits dans ce groupe d'âge7. Conformément aux conclusions antérieures d'études réalisées aux États-Unis²⁰. nous avons constaté l'utilisation par les pairs prédisait également une future utilisation de capsules, ce qui montre que les interventions en matière de consommation de substances doivent cibler des groupes spécifiques, comme celles des écoles.

Nous avons constaté que les fumeurs et les anciens expérimentateurs étaient plus susceptibles que ceux qui n'ayant jamais

^a Les pourcentages ayant été arrondis, leur somme ne correspond pas nécessairement à 100.

^b Cette catégorie comprend les répondants à l'enquête de suivi provenant de l'ensemble des autres provinces et territoires, soit 5,8 % des 668 répondants dans le cas des provinces de l'Atlantique, 4,2 % dans le cas de la Saskatchewan, 3,0 % dans le cas du Québec, 2,7 % dans le cas du Manitoba et 0,3 % dans le cas du Yukon.

fumé de commencer à utiliser les capsules une fois que ces produits ont eu une place prédominante sur le marché. Savoir si les répondants avaient tenté ou non d'abandonner ou de réduire le tabagisme était un prédicteur beaucoup moins influent, ce qui va dans le sens de recherches qui ont révélé que les capsules attiraient plus particulièrement les jeunes Canadiens, qui sont peu susceptibles d'essayer d'arrêter de fumer^{3,7}.

Une étude de cohorte longitudinale antérieure, réalisée auprès d'un échantillon d'élèves du secondaire de l'Alberta et de l'Ontario, a révélé une augmentation de 655 % de la prévalence des élèves qui utilisaient à la fois les cigarettes traditionnelles et les cigarettes électroniques³⁴. Ce résultat est important, compte tenu du risque plus élevé associé à une fréquence d'utilisation accrue des cigarettes et des cigarettes électroniques chez les élèves qui consomment les deux par rapport à ceux qui consomment exclusivement des cigarettes électroniques ou des cigarettes traditionnelles, et il s'ajoute aux préoccupations concernant la dépendance à la nicotine chez les jeunes34. Cette constatation est également importante parce qu'une étude menée auprès d'un autre échantillon d'élèves canadiens du secondaire a révélé que les élèves qui consomment à la fois des cigarettes traditionnelles et des cigarettes électroniques étaient plus susceptibles de consommer plus fréquemment du cannabis, de l'alcool et d'autres drogues35, ce qui s'ajoute aux préoccupations concernant une possible polyconsommation³⁰.

Cependant, contrairement à d'autres résultats de recherche, ni la perception selon laquelle les produits de vapotage contenant de la nicotine représentent un risque léger ou inconnu^{14,16}, ni l'exposition aux publicités^{2,21} n'ont été prédictives d'une future utilisation de capsules. Ce dernier facteur est sans doute attribuable au fait que l'exposition des répondants au marketing a été évaluée lors de l'enquête de référence, soit trois mois avant l'assouplissement de la réglementation sur la commercialisation des cigarettes électroniques à base de nicotine par suite de la modification de la Loi sur le tabac et les produits de vapotage^{1,2}. En effet, même si notre étude n'a pas révélé d'effet lié à l'exposition à la publicité, certaines constatations antérieures concernant l'effet probable du marketing des cigarettes électroniques sur la prévalence de leur

TABLEAU 2 Modèle de régression logistique multivariée permettant de prédire l'utilisation de cigarettes électroniques à capsule, Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes de 2018-2019

aupres des jeunes et des jeunes addites de 2010 2015				
Prédicteurs	Rapport de cotes (IC à 95 %)	Valeur p		
Point d'intersection	0,75 (0,55 à 1,02)	0,3782		
Tranche d'âge (ans)				
15 à 17	1,00 (réf.)	_		
18 à 21	0,63 (0,41 à 0,98)*	0,0391		
22 à 26	0,19 (0,10 à 0,38)***	< 0,0001		
Sexe				
Masculin	1,00 (réf.)	_		
Féminin	0,59 (0,40 à 0,86)**	0,0061		
Province/Territoire				
Ontario	1,00 (réf.)	_		
Alberta	1,42 (0,85 à 2,39)	0,1813		
Colombie-Britannique	0,86 (0,51 à 1,45)	0,5833		
Autrea	0,85 (0,50 à 1,46)	0,5633		
Caractéristiques liées au vapotage				
Importance des saveurs dans la décision de	vapoter			
Non	1,00 (réf.)	_		
Oui	1,38 (0,90 à 2,10)	0,1407		
Importance de l'intention d'arrêter ou de r	éduire le tabagisme dans la dé	cision de vapoter		
Non	1,00 (réf.)	_		
Oui	1,05 (0,52 à 2,09)	0,8969		
Perception du risque associé au vapotage r	égulier avec nicotine			
Aucun risque/léger risque/ne sais pas	1,00 (réf.)	_		
Risque modéré/élevé	0,80 (0,51 à 1,24)	0,3114		
Fréquence du vapotage au départ				
Moins d'une fois par mois ou jamais	1,00 (réf.)	_		
Hebdomadaire ou mensuelle	1,47 (0,83 à 2,60)	0,1823		
Quotidienne ou presque	2,25 (1,14 à 4,44)*	0,0189		
Polyconsommation de substances				
Consommation de cannabis au cours du de	rnier mois			
Non	1,00 (réf.)	_		
Oui	2,66 (1,66 à 4,21)***	< 0,0001		
Statut tabagique				
Jamais fumé	1,00 (réf.)	_		
Expérimentateur	2,20 (0,86 à 5,57)	0,0983		
Ancien fumeur	0,83 (0,37 à 1,86)	0,6479		
Ancien expérimentateur	2,40 (1,34 à 4,31)**	0,0034		
Fumeur	3,42 (1,53 à 7,65)**	0,0027		
Facteurs psychosociaux et environnementa	их			
Exposition à des publicités extérieures au c	ours du dernier mois			
Non	1,00 (réf.)	_		
Oui	1,35 (0,88 à 2,00)	0,1706		

Suite à la page suivante

TABLEAU 2 (suite)

Modèle de régression logistique multivariée permettant de prédire l'utilisation de cigarettes électroniques à capsule, Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes de 2018-2019

Prédicteurs	Rapport de cotes (IC à 95 %)	Valeur p				
Exposition à des publicités dans les média	Exposition à des publicités dans les médias au cours du dernier mois					
Non	1,00 (réf.)	_				
Oui	0,93 (0,61 à 1,43)	0,7319				
Proportion d'amis qui vapotent						
Aucun/quelques-uns	1,00 (réf.)	_				
Plusieurs	2,15 (1,37 à 3,34)***	0,0009				
Recherche de sensations (« j'aime vivre des expériences nouvelles et excitantes, même si je dois enfreindre les règles »)						
Pas d'accord/fortement en désaccord/						
plutôt en désaccord	1,00 (réf.)	_				
Tout à fait d'accord/plutôt d'accord	1,47 (1,00 à 2,17)	0,0527				

Abréviations : IC. intervalle de confiance.

Remarque: Modèle fondé sur les 668 participants ayant répondu à l'enquête initiale et à l'enquête de suivi à 12 mois.

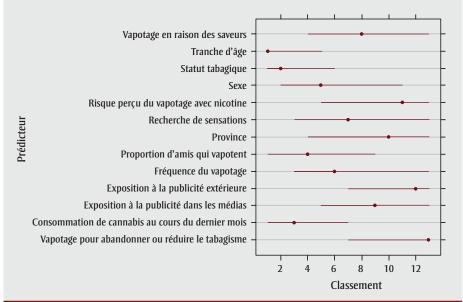
^a Cette catégorie comprend les répondants à l'enquête de suivi provenant de l'ensemble des autres provinces et territoires, soit 5,8 % des 668 répondants dans le cas des provinces de l'Atlantique, 4,2 % dans le cas de la Saskatchewan, 3,0 % dans le cas du Québec, 2,7 % dans le cas du Manitoba et 0,3 % dans le cas du Yukon.

 $p \le 0.05$

** $p \le 0.01$

****p* ≤ 0,001

FIGURE 1 Mesures du classement^a et IC à 95 % autoamorcés associés pour les facteurs du modèle prédisant l'utilisation de cigarettes électroniques à capsule, Étude par panel auprès des jeunes et des jeunes adultes de 2018-2019



Abréviation : IC, intervalle de confiance.

Remarque: Modèle fondé sur les 668 participants ayant répondu à l'enquête initiale et à l'enquête de suivi à 12 mois.

utilisation chez les jeunes Canadiens ont été suffisamment crédibles pour avoir entraîné une interdiction fédérale de la publicité susceptible d'être vue par les jeunes à compter de juillet 2020^{2,36}.

De nombreuses autres interdictions ont été mises en œuvre dans diverses provinces, que ce soit des interdictions sur les saveurs^{37,38}, sur la vente au détail autre que dans les magasins de vapotage spécialisés^{39,40}, sur les liquides dont la concentration en nicotine dépasse 20 mg/ ml37,40 ou sur la publicité dans les points de vente. Parmi les autres changements réglementaires, mentionnons l'augmentation des taxes41-43, la hausse de l'âge minimum pour pouvoir acheter ces produits44 et les restrictions sur l'emballage⁴⁰. Ces changements ont vraisemblablement contribué au plafonnement des taux d'utilisation des cigarettes électroniques à l'échelle nationale en 20204 et continueront probablement d'avoir une incidence à l'avenir. Toutefois, la réglementation est très variable entre provinces, et seulement certains changements ont été mis en œuvre dans chaque administration, de sorte qu'il est important pour la santé publique de poursuivre les efforts de promotion de la santé afin de limiter l'utilisation chez les jeunes.

Points forts et limites

Notre étude par panel et le moment où elle a été réalisée nous ont permis de tirer des conclusions plus solides sur les différences entre les jeunes qui ont choisi d'utiliser des capsules après la modification de la réglementation fédérale et les autres. Notre étude s'est appuyée sur un vaste échantillon de jeunes et de jeunes adultes canadiens à l'échelle du pays et sur des enquêtes exhaustives qui ont permis d'examiner plusieurs facteurs de risque potentiels. Ces enquêtes ont porté sur divers facteurs de risque psychosociaux, motivationnels et liés à la consommation de substances et, contrairement à la plupart des enquêtes de grande envergure axées sur la population, elles ont été conspécifiquement pour l'utilisation de la cigarette électronique.

Les limites concernent l'utilisation d'un échantillon de jeunes et de jeunes adultes n'étant pas représentatif de la population nationale, ce qui a restreint la généralisation des résultats à l'échelle du pays. Plus de 35 % des répondants à l'enquête initiale n'ont pas répondu à l'enquête de

^a Les mesures du classement sont calculées en fonction de la différence entre la statistique du chi carré de Wald et les degrés prédictifs de liberté. Elles sont présentées par ordre décroissant, 1 étant le classement le plus élevé et 13 le plus bas.

suivi à 12 mois, ce qui pourrait introduire un biais de sélection et limiter la généralisation au-delà de notre échantillon. L'obtention de participants à partir d'une liste de contacts d'un service destiné aux fumeurs qui souhaitent arrêter de fumer aurait pu donner lieu à un suréchantillonnage du sous-groupe de jeunes qui sont fumeurs ou anciens fumeurs et aurait pu introduire un biais. Toutefois, seulement 4 % de l'ensemble des répondants à l'enquête initiale ont été recrutés à l'aide de cette liste.

Conclusion

À l'instar des études antérieures, notre étude confirme que les dispositifs de cigarettes électroniques à capsule à forte concentration en nicotine sont populaires chez les adolescents avant déià consommé du cannabis et dont l'objectif premier n'est pas de tenter d'arrêter de fumer ou de réduire leur consommation de cigarettes. Nos constatations vont dans le sens des recommandations antérieures, selon lesquelles les efforts de prévention devraient cibler des sous-groupes précis de population, en particulier les élèves des écoles, ainsi que la polyconsommation de substances et la consommation de cannabis chez les jeunes et les jeunes adultes. Étant donné que nos constatations sont similaires à celles obtenues auprès de certaines populations des États-Unis, la santé publique d'autres administrations pourrait bénéficier de ces considérations, en particulier là où la polyconsommation de substances ou la consommation de cannabis chez les jeunes est importante et où les cigarettes électroniques à forte teneur en nicotine sont légales ou seront bientôt introduites sur le marché.

Remerciements

Cette étude a été appuyée par le ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario (Fonds de recherche sur le système de santé numéro 422) et l'École de santé publique Dalla Lana de l'Université de Toronto.

Conflits d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs et avis

SA et SB ont conçu l'étude. SA et TW ont effectué les analyses logicielles et ont rédigé la première version du manuscrit. SB a assuré la supervision et les ressources et a participé à l'administration du projet, à l'analyse logicielle ainsi qu'à la rédaction, à la révision et à la relecture. SR a assuré la supervision et a participé à l'acquisition de fonds, à l'enquête ainsi qu'à la révision et à la relecture.

Toutes les lignes directrices pertinentes en matière d'éthique ont été suivies et toutes les approbations nécessaires ont été obtenues auprès du comité d'examen de l'établissement ou du comité d'éthique. L'approbation déontologique a été obtenue auprès du Comité d'éthique de la recherche de l'Université de Toronto, numéro de protocole de recherche en santé humaine 34887 du Système d'information sur la recherche.

Le contenu de l'article et les points de vue qui y sont exprimés n'engagent que les auteurs; ils ne correspondent pas nécessairement à ceux du gouvernement du Canada.

Références

- 1. Santé Canada. La Loi sur le tabac et les produits de vapotage [Internet]. Ottawa (Ont.) : Gouvernement du Canada; 2018 [mise à jour le 26 juin 2018; consultation le 15 janvier 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/preoccupations-liees-sante/tabagisme/legislation/lois-federales/loi-tabac-lois.html
- 2. Hammond D, Reid JL, Burkhalter R, Rynard VL. E-cigarette marketing regulations and youth vaping: cross-sectional surveys, 2017–2019. Pediatrics [Internet]. 2020 Jul 1 [consultation le 15 janvier 2021]; 146(1):e20194020. https://doi.org/10.1542/peds.2019-4020
- 3. Hammond D, Rynard VL, Reid JL. Changes in prevalence of vaping among youths in the United States, Canada, and England from 2017 to 2019. JAMA Pediatr. 2020;174(8):797-800. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0901
- Statistique Canada. Enquête canadienne sur le tabac et la nicotine, 2019 [Internet]. Ottawa (Ont.): Statistique Canada; 2019 [modifié le 5 mars 2020; consultation le 22 septembre 2021]. En ligne à: https://www150.statcan.gc.ca

- /n1/daily-quotidien/200305/dq200305a -fra.htm
- 5. Statistique Canada. Enquête canadienne sur le tabac et la nicotine, 2020 [Internet]. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada; 2020 [modifié le 17 mars 2021; consultation le 22 septembre 2021]. En ligne à : https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/210317/dq210317b-fra.htm?HPA = 1
- 6. Goniewicz ML, Boykan R, Messina CR, Eliscu A, Tolentino J. High exposure to nicotine among adolescents who use Juul and other vape pod systems ("pods"). Tob Control. 2019; 28(6):676-677. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054565
- 7. Hammond D, Reid JL, Rynard VL, et al. Prevalence of vaping and smoking among adolescents in Canada, England, and the United States: repeat national cross sectional surveys. BMJ. 2019;365:l2219. https://doi.org/10.1136/bmj.l2219
- 8. Lee SJ, Rees VW, Yossefy N, et al. Youth and young adult use of podbased electronic cigarettes from 2015 to 2019: a systematic review. JAMA Pediatr. 2020;174(7):714-720. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2020.0259
- 9. Craver R. Juul ends 2018 with 76 percent market share [Internet]. Winston-Salem Journal. 2019 Jan 8 [consultation le 15 janvier 2021]. En ligne à : https://www.journalnow.com/business/juul-ends-with-percent-market-share/article_6f50f427-19ec-50be-8b0c-d3df18d08759.html
- 10. Vallone DM, Cuccia AF, Briggs J, Xiao H, Schillo BA, Hair EC. Electronic cigarette and JUUL use among adolescents and young adults. JAMA Pediatr. 2020;174(3):277-286. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.5436
- 11. O'Loughlin J, DiFranza J, Tyndale RF et al. Nicotine-dependence symptoms are associated with smoking frequency in adolescents. Am J Prev Med. 2003;25(3):219-225. https://doi.org/10.1016/S0749-3797(03)00198-3

- 12. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. Preventing tobacco use among young people: a report of the Surgeon General. Atlanta (GA): U.S. Department of Health and Human Services; 1994. 314 p.
- 13. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Health and Medicine Division, Board on Population Health and Public Health Practice, Committee on the Review of the Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems. Public health consequences of e-cigarettes. Washington (DC): National Academies Press (US); 2018. 774 p.
- 14. Vallone DM, Bennett M, Xiao H, Pitzer L, Hair EC. Prevalence and correlates of JUUL use among a national sample of youth and young adults. Tob Control. 2019;28(6):603-609. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol -2018-054693
- 15. Case KR, Hinds JT, Creamer MR, Loukas A, Perry CL. Who is JUULing and why? An examination of young adult electronic nicotine delivery systems users. J Adolesc Health. 2020;66(1):48-55. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2019.05.030
- Russell C, Katsampouris E, McKeganey N. Harm and addiction perceptions of the JUUL e-cigarette among adolescents. Nicotine Tob Res. 2020;22(5): 713-721. https://doi.org/10.1093/ntr /ntz183
- 17. Kong G, Bold KW, Morean ME, et al. Appeal of JUUL among adolescents. Drug Alcohol Depend. 2019;205: 107691. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2019.107691
- 18. Roberts ME, Keller-Hamilton B, Ferketich AK, Berman ML. Juul and the upsurge of e-cigarette use among college undergraduates. J Am Coll Health. 2020;1-4. https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1726355

- 19. Szklo M, Nieto FJ. Epidemiology: beyond the basics. 4th ed. Burlington (MA): Jones and Bartlett Learning; 2019. Chapter 4, Understanding lack of validity: bias; p. 157-9.
- 20. Case KR, Obinwa UC, Clendennen SL, Perry CL, Harrell MB. Predictors of JUUL, other electronic nicotine delivery systems, and combustible tobacco initiation among Texas youth. Prev Med. 2020;138:106097. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.106097
- 21. Wagoner KG, King JL, Suerken CK, Reboussin BA, Cornacchione Ross J, Sutfin EL. Changes in knowledge, perceptions and use of JUUL among a cohort of young adults. Tob Control. 2020;tobaccocontrol-2020-055651. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-055651
- 22. Camara-Medeiros A, Diemert L, O'Connor S, Schwartz R, Eissenberg T, Cohen JE. Perceived addiction to vaping among youth and young adult regular vapers. Tob Control. 2021; 30(3):273-278. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2019-055352
- 23. Harrell Jr FE. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. 2nd ed. Basel (Switzerland): Springer International Publishing; 2015. Chapter 4, Multivariable modeling strategies; p. 94-99.
- 24. van Buuren S. Flexible imputation of missing data [Internet]. 2nd ed. Boca Raton (FL): CRC/Chapman and Hall; 2018 [consultation le 3 juillet 2021]. Chapter 2, Multiple imputation. En ligne à : https://stefvanbuuren.name/fimd/sec-whyandwhen.html
- 25. Harrell Jr FE. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. 2nd ed. Basel (Switzerland): Springer International Publishing; 2015. Chapter 12, Logistic model case study 2: survival of Titanic passengers; p. 304-311.
- 26. Harrell Jr FE. Regression modeling strategies: with applications to linear

- models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. 2nd ed. Basel (Switzerland): Springer International Publishing; 2015. Chapter 3, Missing data; p. 52-53.
- 27. Harrell Jr FE. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. 2nd ed. Basel (Switzerland): Springer International Publishing; 2015. Chapter 5, Describing, resampling, validating and simplifying the model; p. 117-118.
- 28. Harrell Jr FE. Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic and ordinal regression, and survival analysis. 2nd ed. Basel (Switzerland): Springer International Publishing; 2015. Chapter 10, Binary logistic regression; p. 257.
- 29. Zuckermann AME, Williams GC, Battista K, de Groh M, Jiang Y, Leatherdale ST. Trends of poly-substance use among Canadian youth. Addict Behav Rep. 2019;10:100189. https://doi.org/10.1016/j.abrep.2019.100189
- 30. Zuckermann AME, Williams GC, Battista K, Jiang Y, de Groh M, Leatherdale ST. Prevalence and correlates of youth poly-substance use in the COMPASS study. Addict Behav Rep. 2020;107:106400. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106400
- 31. Ministère de la Justice. Législation et réglementation du cannabis [Internet]. Ottawa (Ont.) : Gouvernement du Canada; 2018 [modifié le 23 janvier 2020; consultation le 7 juillet 2021]. En ligne à : https://www.justice.gc.ca/fra/jp-cj/cannabis/
- 32. Chadi N, Schroeder R, Jensen JW, Levy S. Association between electronic cigarette use and marijuana use among adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. JAMA Pediatr. 2019;173(10): e192574. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.2574
- 33. Ksinan AJ, Spindle TR, Thomas NS, Eissenberg T, Spit for Science Working Group, Dick DM. E-cigarette

- use is prospectively associated with initiation of cannabis among college students. Addict Behav. 2020;106: 106312. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106312
- 34. Aleyan S, Hitchman SC, Ferro MA, Leatherdale ST. Trends and predictors of exclusive e- cigarette use, exclusive smoking and dual use among youth in Canada. Addict Behav. 2020;109: 106481. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2020.106481
- 35. Azagba S. E-cigarette use, dual use of e-cigarettes and tobacco cigarettes, and frequency of cannabis use among high school students. Addict Behav. 2018;79:166-170. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2017.12.028
- 36. Santé Canada. Version finale du Règlement sur la promotion des produits de vapotage (RPPV) [Internet]. Ottawa (Ont.) : Gouvernement du Canada; 2020 [consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/nouvelles/2020/07/version-finale-du-reglement-sur-la-promotion-des-produits-de-vapotage-rppv.html
- 37. Gouvernement de la Nouvelle-Écosse. Vapotage [Internet]. Halifax (N.-É.): Gouvernement de la Nouvelle-Écosse; date inconnue [consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://novascotia.ca/vaping/fr/
- 38. Tobacco and Electronic Smoking Device Sales and Access Act, 2020, s 3.1 [Internet]. Charlottetown (PE): Government of Prince Edward Island; 2020. En ligne à : https://www.princeedwardisland.ca/fr/legislation/tobacco-and-electronic-smoking-device-sales-and-access-act
- 39. Loi de 2017 favorisant un Ontario sans fumée, L.O. 2017, chap. 26, annexe 3; Règl. de l'Ont. 197/20 modifiant le Règl. de l'Ont. 268/18 [Internet]. Toronto (Ont.) : Gouvernement de l'Ontario; 2020. En ligne à : https://www.ontario.ca/fr/lois/reglement/r20197
- 40. Public Health Act, 2020, s 2.7; E-Substances Regulation, B.C. Reg. 186/20 [Internet]. Victoria (BC):

- Government of British Columbia; 2020. En ligne à : https://www.bclaws.gov.bc.ca/civix/document/id/complete/statreg/186_2020
- 41. Ministry of Finance. Notice 2019-005. Notice to sellers of vapour products PST rate increase to 20%: Provincial Sales Tax Act [Internet]. Victoria (BC): Government of British Columbia; 2019 [révisé en décembre 2019; consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/taxes/sales-taxes/publications/notice-2019-005-sellers-vapour-products-pst-rate-increase.pdf
- 42. Government of Nova Scotia. Vaping products tax program [Internet]. Halifax (NS): Government of Nova Scotia; date unknown [consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://beta.novascotia.ca/programs-and-services/vaping-products-tax-program
- 43. Department of Finance. Vapour products tax [Internet]. St. John's (NL): Government of Newfoundland and Labrador; date unknown [consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://www.gov.nl.ca/fin/tax-programs-incentives/business/vapour-tax/
- 44. Department of Health and Wellness. Vaping laws [Internet]. Charlottetown (PE): Government of Prince Edward Island; 2021 [consultation le 3 avril 2021]. En ligne à : https://www.princeedwardisland.ca/fr/information/sante-et-mieux-etre/vaping-laws

Recherche quantitative originale

Une approche d'apprentissage automatique pour prédire l'utilisation des cigarettes électroniques et la dépendance à celles-ci chez les jeunes de l'Ontario

Jiamin Shi, M.S.P. (1,2); Rui Fu, M. Sc. (2,3); Hayley Hamilton, Ph. D. (1,2); Michael Chaiton, Ph. D. (1,2)

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par les pairs.

Diffuser cet article sur Twitter

Résumé

Introduction. Nous avons mis au point des algorithmes de forêt aléatoire pour prédire le risque que les jeunes Ontariens essaient un jour la cigarette électronique (vapotage) et qu'ils l'utilisent de façon quotidienne, puis nous avons examiné l'importance des prédicteurs et l'interaction statistique.

Méthodologie. Cette étude transversale repose sur un échantillon représentatif d'élèves du primaire et du secondaire de l'Ontario en 2019 (N = 6471). Nous avons utilisé la fréquence du vapotage au cours des 12 derniers mois pour définir l'essai de vapotage (avoir déjà expérimenté de vapoter) et le vapotage quotidien. Nous avons intégré un vaste ensemble de caractéristiques individuelles comme corrélats possibles de l'essai de vapotage (176 variables) et du vapotage quotidien (179 variables). À l'aide de la validation croisée, nous avons élaboré des algorithmes de forêt aléatoire et nous avons évalué le rendement du modèle selon l'indice de concordance, une mesure qui permet d'évaluer la capacité discriminatoire d'un modèle, et ce, pour les deux résultats. En outre, nous avons défini les 10 corrélats principaux grâce au calcul du score de l'importance relative et leur interaction avec les caractéristiques sociodémographiques.

Résultats. Dans l'échantillon, 2064 (31,9 %) répondants avaient déjà essayé le vapotage et 490 (7,6 %) des répondants étaient des consommateurs quotidiens. Les algorithmes de forêt aléatoire pour les deux résultats ont fourni une performance élevée, avec un indice de concordance supérieur à 0,90. Les 10 corrélats principaux du vapotage quotidien concernaient la consommation de caféine, de cannabis et de tabac, la source et le type de cigarette électronique et l'absentéisme scolaire au cours des 20 derniers jours. Les corrélats de l'essai de vapotage étaient la taille de l'école, la consommation d'alcool, de cannabis et de tabac et, de plus, 9 des 10 principaux corrélats de l'essai de vapotage affichaient des interactions avec l'ethnicité.

Conclusion. L'apprentissage automatique est une méthodologie prometteuse pour déterminer les risques d'essai de vapotage et de vapotage quotidien. En outre, il permet d'en cerner les corrélats importants et d'évaluer les recoupements complexes, ce qui pourrait être utile pour les futures études longitudinales visant à personnaliser les politiques de santé publique pour certains groupes cibles de population.

Mots clés: apprentissage automatique, vapotage, tabagisme, Ontario, jeunes

Points saillants

- Cette étude a appliqué une méthodologie d'apprentissage automatique qui a permis d'inclure un large éventail de corrélats dans la recherche sur le tabagisme chez les
- Les 10 corrélats principaux du vapotage quotidien concernent la consommation de caféine, de cannabis et de tabac, la source et le type de cigarette électronique et l'absentéisme scolaire au cours des 20 derniers jours. Les corrélats de l'essai de vapotage étaient la taille de l'école et la consommation d'alcool, de cannabis et de tabac.
- Les futures études longitudinales pourraient vérifier les corrélats observés en matière d'essai de vapotage et de vapotage quotidien, ce qui serait sans doute utile pour l'adoption de stratégies ciblant en priorité les problèmes liés à la consommation de substances.
- L'analyse des interactions a permis de quantifier la force de ces interactions parmi les principaux corrélats et les caractéristiques sociodémographiques, ce qui pourrait être approfondi dans de futures études longitudinales.

Rattachement des auteurs :

- 1. École de santé publique Dalla Lana, Université de Toronto, Toronto (Ontario), Canada
- 2. Institut de recherche sur les politiques en santé mentale/Centre de toxicomanie et de santé mentale, Toronto (Ontario), Canada
- 3. Institut des politiques, de la gestion et de l'évaluation de la santé, École de santé publique Dalla Lana, Université de Toronto, Toronto (Ontario), Canada

Correspondance: Michael Chaiton, Institut de recherche sur la santé mentale des populations, Centre de toxicomanie et de santé mentale, Toronto (Ontario) M5T 1R8; tél.: 416-535-8501; courriel: michael.chaiton@camh.ca

Introduction

La recherche a montré une augmentation rapide de la prévalence du vapotage de produits à base de nicotine chez les jeunes nord-américains de 16 à 19 ans entre 2017 et 2018¹. En particulier, le pourcentage de jeunes avant déjà essayé le vapotage est passé de 29,3 % à 37,0 %, et le pourcentage de jeunes ayant vapoté au cours des 30 derniers jours est passé de 8,4 % à 14,6 % au Canada. Les jeunes déclarent également de plus en plus qu'ils ressentent des symptômes de dépendance au vapotage, définis comme « la multitude de comportements et de symptômes qui provoquent un état de détresse chez l'utilisateur et l'incitent à faire une utilisation compulsive du vapotage en raison de facteurs liés ou non à la nicotine » [TRA-DUCTION]^{2, p. 257}. Une étude de cohorte prospective laisse penser que la dépendance au vapotage pourrait être associée à la persistance future et à l'intensification future du tabagisme chez les élèves de 12e année aux États-Unis³. En 2020, environ 3000 hospitalisations et décès signalés par les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) des États-Unis étaient associés à l'utilisation de produits de vapotage4.

Des études antérieures sur la dépendance au vapotage, dont certaines utilisant des échelles validées comme PROMIS-E et l'indice de dépendance à la cigarette électronique de Penn State, ont attribué l'augmentation des symptômes de dépendance au vapotage à un âge plus avancé, à une durée d'utilisation supérieure, à une fréquence de vapotage supérieure, à des concentrations de nicotine élevées et à l'usage de la cigarette^{5,6}. Toutefois, ces études comportent des limites associées aux régressions statistiques classiques. L'utilisation de valeurs *p* pour sélectionner les caractéristiques du modèle proposé en fonction de la signification statistique peut limiter la compréhension des prédicteurs non sélectionnés. De plus, comme la dépendance au vapotage peut être corrélée à tout un éventail de caractéristiques, on peut difficilement saisir l'ensemble de ces relations complexes dans un modèle de régression. Cette complexité risque de limiter les résultats de l'étude en raison de problèmes statistiques comme la multicolinéarité et le surajustement.

Pour tenir compte de ces limites, nous avons appliqué pour cette étude une approche d'apprentissage automatique. L'apprentissage automatique - une technique émergente employée dans la recherche en santé⁸⁻¹¹ - correspond à « un groupe de méthodes analytiques axées sur les données qui reposent sur la puissance computationnelle pour exécuter des fonctions statistiques »^{7, p. 1317}. Par rapport aux méthodes statistiques classiques, l'apprentissage automatique offrirait une meilleure exactitude prédictive, avec des lignes directrices appropriées pour atténuer les risques de surajustement¹². La définition de « prédicteur » que nous utilisons ici est celle employée dans le domaine de l'apprentissage automatique, en référence à un modèle de prédiction, et elle n'implique pas de relation temporelle ou causale.

Notre méthodologie met l'accent sur les variables qui sont les plus « importantes » pour la prédiction en matière d'amélioration du rendement de l'aire sous la courbe (ASC) de la courbe de la fonction d'efficacité du récepteur (ROC) du modèle, de préférence aux estimations de la variance et à la valeur p d'un test d'hypothèse. Bien que certaines études aient appliqué des méthodes d'apprentissage automatique comme les arbres de classification¹³ et les forêts aléatoires14 dans la recherche sur le tabagisme, une récente étude de portée a révélé que ces applications étaient rarement en lien avec des résultats en santé publique¹⁵. Dans ce contexte, notre étude avait pour but d'analyser l'essai de vapotage et le vapotage quotidien (comme indicateur de dépendance au vapotage) au sein d'une population de jeunes à l'aide de méthodes d'apprentissage automatique donnant lieu à des observations interprétables. Plus particulièrement, nos objectifs étaient d'élaborer des algorithmes d'apprentissage automatique qui prédisent à la fois l'essai de vapotage et le vapotage quotidien chez les jeunes Ontariens et d'effectuer des analyses ultérieures, notamment en hiérarchisant l'importance des facteurs de risque individuels à l'égard des deux résultats et en illustrant les intersections statistiques pour identifier les sous-groupes de jeunes particulièrement vulnérables.

Méthodologie

Données et participants

Cette étude repose sur les données du Sondage sur la consommation de drogues et la santé des élèves de l'Ontario (SCDSEO) réalisé en 2019, qui a fourni les

réponses de 14 142 élèves répartis dans 992 classes de 263 écoles primaires ou secondaires appartenant à 47 conseils scolaires de l'Ontario16. Le SCDSEO a un plan d'échantillonnage complexe, les écoles étant regroupées selon 26 strates géographiques. Le sondage comptait quatre types de questionnaires. Nous avons obtenu un ensemble de 6471 répondants après avoir inclus uniquement les questionnaires intégrant la question « Au cours des 12 derniers mois, à quelle fréquence avez-vous fumé des cigarettes électroniques? », en excluant les élèves n'ayant pas répondu à cette question. Seuls les répondants ayant déjà essayé le vapotage, soit 2 064 répondants, ont été intégrés à l'échantillon utilisé pour analyser le vapotage quotidien.

Mesures

Résultat

Nous avons créé des variables binaires correspondant au vapotage quotidien et à l'essai de vapotage en utilisant la même question de sondage. Les répondants ayant déclaré n'avoir jamais utilisé de ci-garette électronique ont été classés comme n'ayant jamais vapoté et les autres comme ayant déjà vapoté. Les participants vapotant au moins une fois par jour ont été considérés comme ayant une dépendance au vapotage. Ceux qui ne répondaient pas à ce critère ont été considérés comme des répondants ne vapotant pas quotidiennement.

Déterminants potentiels

Nous avons utilisé 179 variables relatives aux caractéristiques individuelles susceptibles de prédire un vapotage quotidien et 176 variables pour l'essai de vapotage¹⁶ (voir l'annexe à https://osf.io/x36p8/ pour la liste complète des variables). Ces variables intègrent des données administratives, des données démographiques, la vie scolaire, la vie familiale, la santé physique, la santé mentale, les comportements au volant, le fait d'avoir été passager d'un véhicule conduit par une personne en état d'ébriété, les comportements liés au vapotage, la consommation substances, les perceptions l'exposition, les caractéristiques sociodémographiques et d'autres comportements à risque liés à la consommation de substances. Nous avons exclu toutes les variconditionnelles au vapotage quotidien ou à l'essai de vapotage du fait de la structure du questionnaire (les questions impliquant d'avoir fait l'essai du vapotage n'ont pas été incluses comme

prédicteurs de l'essai du vapotage). Nous avons regroupé les niveaux de plusieurs variables afin de faciliter l'analyse subséquente. Nous avons mis à l'échelle les variables numériques en utilisant la normalisation par score z avant de construire le modèle.

Analyses statistiques

Statistiques descriptives et imputation des valeurs manquantes

Nous avons effectué une synthèse des caractéristiques individuelles des répondants et des prévalences de l'essai de vapotage et du vapotage quotidien. Plus de 90 % des variables avaient des données manquantes dans une proportion inférieure à 5 % ou comprise entre 5 % et 10 %. Une variable décrivant différents types d'éducation spécialisée avait 10 % de données manquantes. Les variables nominales ont soit été regroupées avec leurs niveaux de référence, soit présentées comme des options représentant l'incertitude quant à la façon de répondre. Nous avons imputé la valeur manquante à la médiane pour toutes les variables numériques.

Algorithme de forêt aléatoire

À l'aide du logiciel R version 3.6.3 « caret »17, nous avons élaboré un algorithme de forêt aléatoire - un algorithme d'apprentissage automatique d'ensemble formé par un grand nombre d'arbres de classification - pour classer les répondants en fonction des résultats primaires¹⁸. Par exemple, dans l'algorithme du vapotage quotidien, chaque arbre a classé les répondants comme étant vapoteurs quotidiens ou comme n'étant pas vapoteurs quotidiens. Après l'addition de toutes les prédictions de classe des arbres, la classe ayant obtenu la majorité de votes est devenue la prédiction de la forêt aléatoire. Cette approche axée sur la « sagesse des foules » a le potentiel de faire de la forêt aléatoire un algorithme extrêmement précis et rigoureux pour la prédiction19.

Élaboration et validation d'une forêt aléatoire pour le vapotage quotidien et l'essai de vapotage

Nous avons inclus tous les prédicteurs candidats pour entraîner le modèle, à l'exclusion des variables dépendant du résultat (exclusion des questions portant sur l'essai de vapotage posées aux élèves qui vapotaient). En utilisant un ratio de 7:3, nous avons réparti aléatoirement l'ensemble de données en un ensemble d'entraînement (n = 1612 ou 4680) et un

ensemble d'essai (n = 691 ou 2006) pour l'échantillon afin de classer le vapotage quotidien et l'essai de vapotage. Les deux formes de vapotage étaient déséquilibrées. Pour faciliter l'efficacité de l'entraînement du modèle, nous avons effectué une procédure SMOTE (technique de suréchantillonnage des minorités synthétiques) sur les données d'entraînement afin d'atteindre deux échantillons équilibrés pour l'entraînement du modèle20. Dans le cadre d'une procédure de validation croisée à 10 blocs pendant l'entraînement du modèle, l'ensemble de données a été réparti aléatoirement en 10 sous-échantillons de taille égale. À chaque itération, neuf sous-échantillons ont été utilisés pour entraîner le modèle, tandis que le sous-échantillon retenu a été utilisé pour valider le modèle. La procédure ci-dessus a été répétée 10 fois. Pour évaluer le rendement du modèle, nous avons noté l'exactitude, la sensibilité, la spécificité et l'ASC relativement à la classification du vapotage quotidien et de l'essai de vapotage pour l'ensemble d'essai. Nous avons considéré que le rendement moyen des 10 itérations était le rendement global du modèle. L'ASC dépassant 0,80 a fourni une bonne capacité discriminatoire, un seuil habituel pour ce modèle de classification²¹.

Classement des facteurs de risque individuels du vapotage quotidien et de l'essai de vapotage

Pour déterminer les 10 corrélats principaux du vapotage quotidien et de l'essai de vapotage, nous avons classé tous les corrélats en fonction des scores de l'importance relative mis à l'échelle (0 à 100), une mesure calculée à partir de la perte totale d'exactitude due à l'exclusion d'un corrélat pour chaque arbre divisée par le nombre total d'arbres^{22,23}. Des graphiques de la dépendance partielle unidirectionnelle des 10 corrélats principaux ont été utilisés pour comprendre leurs effets marginaux sur les risques prévus de vapotage quotidien et d'essai de vapotage, les autres corrélats demeurant constants²⁴. Le graphique de dépendance partielle d'un corrélat a illustré les probabilités des résultats en fonction des valeurs différentes de ce corrélat. Plus la probabilité était élevée, plus le risque de résultat observé sous l'influence de ce corrélat était élevé. Ces méthodes ont également été appliquées aux caractéristiques sociodémographiques.

Exploration des interactions

Nous avons examiné les interactions bidirectionnelles des 10 corrélats principaux

identifiés et des corrélats sociodémographiques pouvant prédire avec robustesse les inégalités quant aux résultats liés au tabagisme²⁵. De plus, nous avons exploré les effets d'interaction des paires de caractéristiques sociodémographiques suivantes - âge et sexe, âge et ethnicité, âge et statut socioéconomique (SSE), sexe et ethnicité, sexe et SSE, ethnicité et SSE à l'aide d'un système de classement simple mesurant l'importance des caractéristiques26. Les répondants avaient déterminé subjectivement leur SSE sur une échelle allant de 0 à 10²⁷. Des graphiques de dépendance partielle bidirectionnelle ont été utilisés pour illustrer les risques de vapotage quotidien et d'essai de vapotage dans les paires proposées, avec des forces d'interaction supérieures à un seuil de 0,1. Les calculs des probabilités de dépendance partielle ont été fondés sur la variation des deux prédicteurs alors que les autres prédicteurs demeuraient constants²⁸.

Analyse de sensibilité

Nous avons effectué deux ensembles d'analyses de sensibilité en utilisant le même ensemble d'entraînement suréchantillonné pour les deux résultats. Nous avons d'abord ajusté les algorithmes de forêt aléatoire avec les 10 corrélats principaux uniquement. Nous avons ensuite élaboré des modèles de régression logistique à variables multiples de base comprenant l'âge, le sexe, l'ethnicité et le SSE. Le rendement de ces modèles logistiques a été évalué en fonction de l'exactitude, de la sensibilité, de la spécificité et de l'ASC dans l'ensemble d'essai et il a été comparé aux mesures de la forêt aléatoire.

Résultats

Caractéristiques de l'échantillon

Les 6471 répondants ont été répartis en 10 groupes d'âge (0 à 11 ans, chaque année entre 12 et 19 ans et 20 ans et plus); 54,6 % d'entre eux étaient de sexe féminin; la majorité (68,6 %) était issue de familles ayant une cote de 6 à 8 sur l'échelle du SSE et 62,1 % d'entre eux étaient d'ethnicité blanche (tableau 1). Parmi les répondants, 2064 (31,9 %) avaient déjà vapoté au moins une fois et 490 (soit 7,6 % de l'échantillon complet et 23,7 % de ceux ayant déjà vapoté) vapotaient quotidiennement.

Rendement des algorithmes de forêt aléatoire

Les algorithmes de forêt aléatoire ont fourni une performance élevée pour les

TABLEAU 1 Caractéristiques individuelles des répondants du SCDSEO 2019 inclus dans l'échantillon

	Données globales (N = 6471)
Âge (ans)	
11 ou moins	20 (0,3 %)
12	727 (11,2 %)
13	954 (14,7 %)
14	1042 (16,1 %)
15	1225 (18,9 %)
16	1100 (17,0 %)
17	981 (15,2 %)
18	386 (6,0 %)
19	27 (0,4 %)
20 ou plus	9 (0,1 %)
Sexe	
Féminin	3535 (54,6 %)
Masculin	2936 (45,4 %)
Statut socioéconomique ^a	
1	6 (0,1 %)
2	40 (0,6 %)
3	122 (1,9 %)
4	280 (4,3 %)
5	675 (10,4 %)
6	1061 (16,4 %)
7	1805 (27,9 %)
8	1575 (24,3 %)
9	657 (10,2 %)
10	250 (3,9 %)
Ethnicité	
Blanche	4017 (62,1 %)
Chinoise	374 (5,8 %)
Sud-Asiatique	648 (10,0 %)
Noire	563 (8,7 %)
Autochtone	157 (2,4 %)
Philippine	368 (5,7 %)
Amérique latine/Amérique centrale/Amérique du Sud	282 (4,4 %)
Asiatique du Sud-Est	125 (1,9 %)
Asiatique proche-occidentale ou arabe	344 (5,3 %)
Coréenne	56 (0,9 %)
Japonaise	31 (0,5 %)
Incertitude sur l'origine ethnique	256 (4,0 %)
Expérience de vapotage	
Non	4407 (68,1 %)
Oui	2064 (31,9 %)
Vapotage quotidien	
Non	5981 (76,3 %)
Oui	490 (23,7 %)
Abréviations : SCDSEO, Sondage sur la consommation de drogues et la santé de	

Abréviations : SCDSEO, Sondage sur la consommation de drogues et la santé des élèves de l'Ontario, SSE, statut socioéconomique.

deux résultats. L'algorithme pour l'essai de vapotage a eu une exactitude d'essai de 0,82 (intervalle de confiance [IC] à 95 % : 0,81 à 0,84), une sensibilité de 0,83 (0,80 à 0,86), une spécificité de 0,82 (0,80 à 0,84) et une ASC de 0,90. L'algorithme pour le vapotage quotidien a eu une exactitude d'essai de 0,83 (0,80 à 0,86), une sensibilité de 0,85 (0,77 à 0,90), une spécificité de 0,82 (0,78 à 0,86) et une ASC de 0,90.

10 corrélats principaux de l'essai de vapotage et du vapotage quotidien

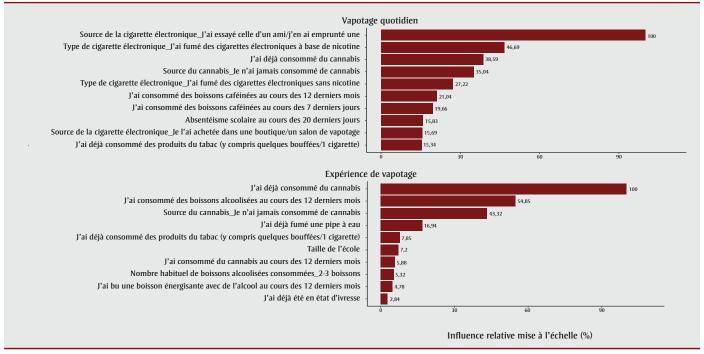
Les algorithmes ont fourni 10 corrélats principaux pour le vapotage quotidien et 10 pour l'essai de vapotage (figure 1). Pour l'essai de vapotage, ces 10 corrélats principaux étaient : avoir déià consommé du cannabis; avoir consommé de l'alcool au cours des 12 derniers mois; la source de cannabis; avoir déjà essayé la pipe à eau; avoir déjà consommé du tabac; la taille de l'école; avoir consommé du cannabis au cours des 12 derniers mois: le nombre de boissons alcoolisées consommées habituellement; avoir consommé une boisson énergisante avec de l'alcool au cours des 12 derniers mois et enfin avoir été en état d'ivresse. Les 10 corrélats principaux du vapotage quotidien étaient comme source de cigarette électronique, avoir essayé celle d'un ami; avoir fumé des cigarettes électroniques à base de nicotine; avoir déjà consommé du cannabis; la source de cannabis; avoir fumé des ci-garettes électroniques sans nicotine; avoir consommé une boisson caféinée au cours des 12 derniers mois; avoir consommé une boisson caféinée au cours des 7 derniers jours; absentéisme scolaire au cours des 20 derniers jours; comme source de cigarette, avoir acheté des cigarettes électroniques dans une boutique de vapotage et enfin avoir déjà consommé des produits du tabac. Tant pour le vapotage quotidien que pour l'essai de vapotage, étant donné que tous les corrélats sociodémographiques présentaient une influence minimale avec une importance relative inférieure à trois, nous ne présentons pas les graphiques de dépendance partielle correspondants.

Dépendance partielle pour les 10 prédicteurs principaux

D'après les graphiques de dépendance partielle se rapportant à l'essai de vapotage, nous avons constaté un risque supérieur, par rapport aux répondants ne l'ayant pas fait, chez les répondants ayant

^a Le SSE a été déterminé subjectivement par les répondants en fonction de la cote qu'ils accordaient à leur propre SSE sur l'échelle de MacArthur du statut socioéconomique subjectif, une échelle allant de 0 à 10.

FIGURE 1 Importance relative remise à l'échelle des 10 corrélats principaux du vapotage quotidien et de l'essai de vapotage, SCDSEO 2019



Abréviation : SCDSEO, Sondage sur la consommation de drogues et la santé des élèves de l'Ontario.

consommé du cannabis au cours des 12 derniers mois ou au cours de leur vie. ayant bu de l'alcool avec ou sans boisson énergisante au cours des 12 derniers mois, avant consommé du tabac ou fumé une pipe à eau au cours de leur vie et ayant déjà été en état d'ivresse (voir l'annexe à https://osf.io/x36p8/). En matière de source de cannabis, les répondants ayant déjà consommé du cannabis présentaient un risque plus élevé d'avoir fait l'essai du vapotage que ceux n'en ayant jamais consommé. Les répondants consommant habituellement deux ou trois boissons alcoolisées lorsqu'ils buvaient avaient environ 25 % plus de risque d'avoir fait l'essai du vapotage que les autres types de consommateurs d'alcool et que ceux ne buvant pas. Le risque d'avoir fait l'expérience du vapotage augmentait avec la taille de l'école dans la plage jusqu'à 500 élèves, et il demeurait élevé jusqu'à ce que la taille de l'école atteigne environ 1850 élèves. Le risque baissait très légèrement pour les écoles comptant entre 1850 et 2000 élèves.

En ce qui concerne le vapotage quotidien, nous avons constaté un risque accru de vapotage quotidien, par rapport aux répondants ne l'ayant pas fait, chez les répondants ayant déjà consommé du cannabis ou du tabac ou des boissons caféinées au cours des 12 derniers mois ou des 7 derniers jours (voir l'annexe à https://osf.io/x36p8). Pour la source de cigarette électronique, le risque qu'un répondant soit vapoteur quotidien était très différent selon s'il avait emprunté une cigarette électronique à un ami ou s'il en avait acheté une dans un commerce. Pour le type de cigarette électronique, le risque d'être vapoteur quotidien était de 25 % inférieur chez les répondants utilisant des cigarettes électroniques sans nicotine. Les répondants n'ayant jamais consommé de cannabis étaient légèrement moins à risque d'être vapoteurs quotidiens que les répondants avant consommé du cannabis de diverses sources. Tout absentéisme scolaire au cours des 20 derniers jours était associé à un risque accru de vapotage quotidien et, bien qu'il soit possible que le vapotage quotidien ait entraîné une augmentation de l'absentéisme scolaire, notre modèle n'était pas conçu pour établir la preuve d'une telle relation.

Interactions

Les 10 corrélats principaux de l'essai de vapotage, à l'exception de l'état d'ivresse, offraient tous des interactions avec l'ethnicité (voir l'annexe à https://osf.io/x36p8). Le fait d'avoir déjà consommé des produits du tabac ou du cannabis et

d'avoir consommé de l'alcool au cours des 12 derniers mois présentait des interactions avec l'ethnicité, le SSE et l'âge. Un répondant d'origine japonaise avait une probabilité plus élevée d'avoir vapoté au moins une fois qu'un individu d'origine non japonaise, quelle que soit la taille de l'école, tandis que des relations inverses étaient observées chez les répondants originaires d'Asie du Sud-Est et de Corée. Pour toutes les sources de cannabis, il était moins probable qu'un répondant d'origine non japonaise ait essayé le vapotage qu'un répondant d'origine japonaise. Quel que soit le groupe ethnique, un répondant qui consommait deux ou trois verres d'alcool au cours d'une journée typique avait la plus forte probabilité d'essayer le vapotage, comparativement aux autres types de consommation d'alcool. Alors que l'origine japonaise a été associée positivement à la probabilité d'avoir déjà vapoté, le fait d'être originaire d'Asie du Sud-Est ou de Corée était inversement associé à l'expérience de vapotage. Il y avait de plus petites différences dans la probabilité d'avoir fait l'expérience de vapotage pour un répondant d'origine japonaise et cette probabilité pour un répondant d'une origine autre que japonaise pour la consommation de cannabis ou d'alcool et la consommation d'alcool combinée à des boissons

énergisantes au cours des 12 derniers mois. Cette relation a également été constatée pour les répondants ayant consommé des produits du tabac ou du cannabis au cours de leur vie. Dans tous les groupes de SSE, être d'origine d'Asie du Sud-Est ou de Corée était associé à une probabilité légèrement plus faible d'avoir fait l'expérience du vapotage par rapport aux autres origines ethniques.

L'âge présentait des interactions avec la consommation d'alcool dans les 12 derniers mois, l'essai du tabagisme et l'essai de consommation de cannabis et, parmi ces interactions, la consommation d'une substance était un prédicteur plus important chez les jeunes élèves que chez les élèves plus âgés. Pareillement, ces variables étaient des prédicteurs plus importants chez les élèves ayant un SSE plus élevé que chez ceux ayant un SSE plus faible.

Une légère interaction a été observée pour le vapotage quotidien entre la consommation de caféine et l'ethnicité (voir l'annexe à https://osf.io/x36p8/). La force de l'interaction entre le fait d'avoir consommé des boissons caféinées au cours des 7 derniers jours et celui d'avoir une incertitude à propos de l'origine ethnique était de 0,111. Le fait d'avoir consommé des boissons caféinées au cours des 7 derniers jours était associé à une probabilité légèrement plus élevée de vapotage quotidien, indépendamment de l'incertitude quant à l'ethnicité.

Analyse de sensibilité

Conformément aux résultats de l'analyse primaire, une performance élevée a été observée dans les algorithmes de parcimonie de forêt aléatoire avec les 10 corrélats principaux seuls. Le modèle de parcimonie du vapotage quotidien a fourni une précision de 0,81 (IC à 95 %: 0,78 à 0,84), une sensibilité de 0,80 (0,72 à 0,86), une spécificité de 0,82 (0,78 à 0,85) et une ASC de 0,87, tandis que le modèle de parcimonie d'essai du vapotage a fourni une précision de 0,78 (0,76 à 0,79), une sensibilité de 0,78 (0,74 à 0,81), une spécificité de 0,78 (0,75 à 0,80) et une ASC de 0,86. À l'opposé, les régressions logistiques de base des deux résultats ont offert une performance inférieure à celle des modèles de forêt aléatoire de l'analyse primaire. Plus précisément, le modèle logit du vapotage quotidien a fourni une précision de 0,53 (0,49 à 0,57), une sensibilité de 0,63

(0,54 à 0,71), une spécificité de 0,50 (0,45 à 0,54) et une ASC de 0,60 tandis que le modèle logit de l'essai de vapotage a fourni une précision de 0,61 (0,59 à 0,64), une sensibilité de 0,82 (0,79 à 0,85), une spécificité de 0,52 (0,49 à 0,55) et une ASC de 0,73.

Analyse

Nous avons appliqué une approche d'apprentissage automatique pour étudier les corrélats du vapotage quotidien et de l'essai de vapotage à l'aide des données du SCDSEO recueillies auprès d'un échantillon représentatif de jeunes de l'Ontario fréquentant une école primaire ou secondaire. Les algorithmes finaux de forêt aléatoire ont fourni une performance élevée. Les 10 corrélats principaux du vapotage quotidien se sont révélés différents des 10 corrélats principaux de l'essai de vapotage, ce qui correspond aux divers prédicteurs connus dans la recherche sur le tabagisme²⁹⁻³¹ pour le début de l'utilisation de la cigarette et pour l'intensification de cette utilisation. Alors que nous n'avons relevé aucune interaction entre les paires de prédicteurs choisies pour le vapotage quotidien, nous avons relevé des interactions entre plusieurs prédicteurs de l'essai de vapotage, particulièrement en fonction de l'ethnicité.

Notre étude semble indiquer qu'il existe des différences entre les principaux corrélats de l'essai de vapotage et ceux du vapotage quotidien. Bien qu'une étude antérieure ait conclu que les influences sociales sont les prédicteurs les plus puissants d'une première expérience de vapotage³², notre étude souligne l'importance de trois substances, à savoir le cannabis, l'alcool et le tabac, pour ce risque. Ces résultats concordent avec la tendance émergente au vapotage de cannabis33 et montrent que la nicotine, un composé hautement toxicomanogène du tabac, est la substance la plus répandue dans les dispositifs de vapotage34. Nous avons également déterminé que la taille de l'école est un corrélat sociodémographique important du risque d'essai de vapotage.

Pour la source de cigarette électronique, puisque le risque le plus faible de vapotage quotidien a été observé chez les répondants ayant essayé la cigarette électronique d'un ami ou en ayant emprunté une, les influences sociales pourraient jouer un rôle limité dans le développement du vapotage quotidien. L'utilisation

de cigarettes électroniques contenant de la nicotine a été associée au risque le plus élevé de vapotage quotidien, ce qui n'est pas surprenant, puisque la nicotine dicte la dépendance au vapotage³⁵. Nos résultats montrent que la caféine, le cannabis et le tabac sont susceptibles d'accroître le risque de vapotage quotidien. Bien que la littérature indique que le niveau scolaire et l'âge pourraient être les corrélats sociodémographiques les plus puissants dans la consommation de drogues36, notre étude montre qu'un absentéisme scolaire accru au cours des 20 derniers jours pourrait contribuer davantage à l'augmentation du risque de vapotage quotidien.

Points forts et limites

Sur le plan méthodologique, notre étude fournit de nouvelles données sur l'utilité de l'apprentissage automatique dans la conception de modèles prédictifs pour lutter contre le tabagisme³⁷. La haute performance du modèle de forêt aléatoire fournit des résultats interprétables, comme l'identification de caractéristiques importantes, qui pourraient être utiles aux décideurs. Étant donné que les recherches indiquent que l'utilisation de la cigarette électronique à l'adolescence est associée à une probabilité accrue de fumer des cigarettes³⁸, les caractéristiques mises en exergue fournissent des corrélats importants susceptibles de favoriser l'aide aux ieunes afin qu'ils ne fassent pas la transition vers le tabagisme. L'absentéisme scolaire et la taille de l'école, des indicateurs rarement rencontrés dans la littérature, ont été identifiés comme des corrélats importants des résultats grâce à l'utilisation de cette méthodologie d'apprentissage automatique.

En outre, la performance élevée observée dans cette étude va dans le sens de la recherche, qui démontre que l'apprentissage automatique peut parfois surpasser la modélisation statistique conventionnelle. Par exemple, un examen systématique révèle que les modèles d'apprentissage automatique ont une performance plus élevée que celle de la régression logistique dans les prédictions de résultats neurochirurgicaux³⁹. De même, les modèles d'apprentissage automatique présentent des indices de concordance plus élevés que les scores du risque clinique dans la performance pronostique chez les patients ayant un saignement gastro-intestinal aigu40.

En ce qui concerne les limites, puisque notre étude était transversale, nous n'avons pas pu prouver que les 10 corrélats les plus importants étaient de véritables prédicteurs d'un vapotage quotidien ou de l'essai de vapotage. Malgré la rigueur des algorithmes de forêt aléatoire⁴¹, l'importance relative des corrélats n'induit pas de causalité et nous n'avons pas effectué de test d'hypothèse dans cette analyse. Des études longitudinales futures comportant un modèle de recherche et une analyse axés sur la causalité contribueraient à combler cette limite. D'autres recherches sont également nécessaires pour valider les résultats au sujet des interactions, puisque les échantillons de groupes ethniques de l'étude étaient relativement petits (n < 150). Bien que nos modèles aient démontré un rendement élevé avec une simple imputation des données manquantes, il serait utile dans les recherches à venir d'envisager des méthodes plus sophistiquées comme l'imputation multiple si la précision des corrélats est privilégiée⁴².

En outre, les outils dont on dispose pour élaborer des algorithmes de forêt aléatoire ne sont pas en mesure d'intégrer un échantillonnage par grappes. Toutefois, cette limitation affecte seulement la variance des corrélats, ce qui n'était pas l'objet de cette étude. Enfin, notre analyse comporte des limites inhérentes aux études d'enquête, comme de potentiels biais de rappel et de réponse. Néanmoins, nous nous attendons à ce que les résultats demeurent solides, car nous croyons que le sondage SCDSEO a été structuré avec des instruments qui optimisent la qualité des réponses.

Conclusion

En entraînant et en mettant à l'essai des algorithmes de forêt aléatoire, nous avons produit deux ensembles de 10 corrélats principaux différents pour le vapotage quotidien et pour l'essai de vapotage au sein d'une population de jeunes Canadiens. Nous avons observé des interactions entre certains corrélats importants et des caractéristiques sociodémographiques pour l'essai de vapotage. L'identification de ces corrélats dans un objectif de ciblage pour le vapotage quotidien et pour l'essai de vapotage va pouvoir certainement éclairer les futures études longitudinales visant à améliorer les politiques destinées à cersous-groupes de population,

indépendamment d'une relation de causalité.

Remerciements

Cette recherche est financée par les Instituts de recherche en santé du Canada (numéro de référence de financement MS2-17073).

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs et avis

JS, HH et MC ont conceptualisé le manuscrit. JS a dirigé la rédaction, l'analyse statistique et l'interprétation des données, sous la direction de RF et de MC. Tous les auteurs ont fourni des commentaires, ont révisé les différentes versions du manuscrit et en ont approuvé la version définitive.

Le contenu de l'article et les points de vue qui y sont exprimés n'engagent que les auteurs; ils ne correspondent pas nécessairement à ceux du gouvernement du Canada.

Références

- 1. Hammond D, Reid JL, Rynard VL, et al. Prevalence of vaping and smoking among adolescents in Canada, England, and the United States: repeat national cross sectional surveys. BMJ. 2019;365:12219. https://doi.org/10.1136/bmj.12219
- Stratton K, Kwan LY, Eaton DL, editors. Public health consequences of e-cigarettes. Washington (DC): National Academies Press (US); 2018. Chapter 8, Dependence and abuse liability; p. 255-338.
- 3. Vogel EA, Cho J, McConnell RS, Barrington-Trimis JL, Leventhal AM. Prevalence of electronic cigarette dependence among youth and its association with future use. JAMA Netw Open. 2020;3(2):e1921513. https://doi.org/10.1001/jamanetwork open.2019.21513
- Almeida-da-Silva CL, Matshik Dakafay H, O'Brien K, Montierth D, Xiao N, Ojcius DM. Effects of electronic

- cigarette aerosol exposure on oral and systemic health. Biomed J. 2021; 44(3):252-259. https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.07.003
- 5. Morean ME, Krishnan-Sarin S, O'Malley SS. Assessing nicotine dependence in adolescent e-cigarette users: the 4-item Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS) nicotine dependence item bank for electronic cigarettes. Drug Alcohol Depend. 2018; 188:60-63. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2018.03.029
- 6. Foulds J, Veldheer S, Yingst J, et al. Development of a questionnaire for assessing dependence on electronic cigarettes among a large sample of ex-smoking e-cigarette users. Nicotine Tob Res. 2015;17(2):186-192. https://doi.org/10.1093/ntr/ntu204
- 7. Beam AL, Kohane IS. Big data and machine learning in health care. JAMA. 2018;319(13):1317-1318. https://doi.org/10.1001/jama.2017.18391
- 8. Tomašev N, Glorot X, Rae JW, et al. A clinically applicable approach to continuous prediction of future acute kidney injury. Nature. 2019;572(7767): 116-119. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1390-1
- Avati A, Jung K, Harman S, Downing L, Ng A, Shah NH. Improving palliative care with deep learning. BMC Med Inf Decis Mak. 2018;18(Suppl 4):122. https://doi.org/10.1109/BIBM .2017.8217669
- DuBrava S, Mardekian J, Sadosky A, et al. Using random forest models to identify correlates of a diabetic peripheral neuropathy diagnosis from electronic health record data. Pain Med. 2017;18(1):107-115. https://doi .org/10.1093/pm/pnw096
- 11. Caballero FF, Soulis G, Engchuan W, et al. Advanced analytical methodologies for measuring healthy ageing and its determinants, using factor analysis and machine learning techniques: The ATHLOS project. Sci Rep. 2017;743955. https://doi.org/10.1038/srep43955

- 12. Luo W, Phung D, Tran T, et al. Guidelines for developing and reporting machine learning predictive models in biomedical research: a multidisciplinary view. J Med Internet Res. 2016;18(12):e323. https://doi.org/10.2196/jmir.5870
- Fu R, Mitsakakis N, Chaiton M. A machine learning approach to identify correlates of current e-cigarette use in Canada. Explor Med. 2021; 2:74-85. https://doi.org/10.37349/emed.2021.00033
- Choi J, Jung H-T, Ferrell A, Woo S, Haddad L. Machine learning-based nicotine addiction prediction models for youth e-cigarette and waterpipe (hookah) users. J Clin Med. 2021; 10(5):972. https://doi.org/10.3390 /jcm10050972
- Fu R, Kundu A, Mitsakakis N, Chaiton M. Machine learning applications in tobacco research: a scoping review. Tob Control. Prépublication epub le 27 août 2021. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2020-056438
- 16. Park S, McCague H, Northrup D, Myles R, Chi T. The design and implementation of the CAMH Ontario Student Drug Use and Health Survey (OSDUHS) 2019: Technical documentation for Centre for Addiction and Mental Health. Toronto (Ont.): Institute for Social Research, York University.
- 17. Kuhn M, Jed W, Steve W, et al. caret: classification and regression training. CRAN Repository; 2020. En ligne à: https://cran.r-project.org/web/packages/caret/caret.pdf
- Breiman L. Random forests. Mach Learn. 2001;45:5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324
- 19. Srinath K. Ensemble machine learning: wisdom of the crowd [Internet]. Towards Data Science [plate-forme d'échange de données scientifiques]; 26 avril 2020 [consultation le 8 février 2021]. En ligne à : https://towards datascience.com/ensemble-machine-learning-wisdom-of-the-crowd-56df1c24e2f5

- 20. Chawla NV, Bowyer KW, Hall LO, Kegelmeyer WP. SMOTE: synthetic minority over-sampling technique. J Artif Intell Res. 2002;16:321-357. https://arxiv.org/pdf/1106.1813.pdf
- 21. Rice ME, Harris GT. Comparing effect sizes in follow-up studies: ROC area, Cohen's d, and r. Law Hum Behav. 2005;29(5):615-620. https://doi.org/10.1007/s10979-005-6832-7
- 22. Breiman L, Friedman J, Stone CJ, Olshen RA. Classification and regression trees. Belmont (CA): Wadsworth International Group; 1984.
- 23. Friedman JH. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. Ann Statist. 2001;29(5): 1189-1232. https://doi.org/10.1214/aos/1013203451
- Greenwell B. Partial dependence plots. CRAN Repository; 2018. En ligne à : https://cran.r-project.org /web/packages/pdp/pdp.pdf
- Potter LN, Lam CY, Cinciripini PM, Wetter DW. Intersectionality and smoking cessation: exploring various approaches for understanding health inequities. Nicotine Tob Res. 2021; 23(1):115-123. https://doi.org/10 .1093/ntr/ntaa052
- 26. Greenwell BM, Boehmke BC, McCarthy AJ. A simple and effective model-based variable importance measure. arXiv. 2018. https://arxiv.org/abs/1805.04755
- 27. Adler NE, Epel ES, Castellazzo G, Ickovics JR. Relationship of subjective and objective social status with psychological and physiological functioning: preliminary data in healthy, White women. Health Psychology. 2000;19(6):586-592. https://doi.org/10.1037//0278-6133.19.6.586
- 28. Milborrow S. Plot a model's residuals, response, and partial dependence plots. 2020. En ligne à : https://cran.r-project.org/web/packages/plotmo/plotmo.pdf
- 29. Pokhrel P, Fagan P, Kawamoto CT, Okamoto SK, Herzog TA. Predictors of marijuana vaping onset and

- escalation among young adults. Drug Alcohol Depend. 2020;216:108320. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep .2020.108320
- 30. Wellman RJ, Dugas EN, Dutczak H, et al. Predictors of the onset of cigarette smoking: a systematic review of longitudinal population-based studies in youth. Am J Prev Med. 2016; 51(5):767-778. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.04.003
- 31. Morean ME, Wedel AV. Vaping to lose weight: predictors of adult e-cigarette use for weight loss or control. Addict Behav. 2017;66:55-59. https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2016.10.022
- 32. Jayakumar N, O'Connor S, Diemert L, Schwartz R. Predictors of e-cigarette initiation: findings from the Youth and Young Adult Panel Study. Tob Use Insights. 2020;13:1179173X 20977486. https://doi.org/10.1177/1179173x20977486
- 33. Chadi N, Minato C, Stanwick R. Cannabis vaping: understanding the health risks of a rapidly emerging trend. Paediatr Child Health. 2020; 25(Suppl 1):S16-S20. https://doi.org/10.1093/pch/pxaa016
- 34. US Food and Drug Administration (FDA). Chemicals in tobacco products and your health—nicotine: the addictive chemical in tobacco products [Internet]. Washington (DC): FDA; 2020 [consultation le 15 mars 2021]. En ligne à : https://www.fda.gov/tobacco-products/health-effects-tobacco-use/chemicals-tobacco-products-and-your-health
- 35. Dinardo P, Rome E. Vaping: the new wave of nicotine addiction. Cleve Clin J Med. 2019;86(12):789-798. https://doi.org/10.3949/ccjm.86a.19118
- 36. Boak A, Elton-Marshall T, Mann RE, Hamilton HA. Drug use among Ontario students 1977-2019: detailed findings from the Ontario Student Drug Use and Health Survey (OSDUHS). Toronto (Ont.): Centre for Addiction and Mental Health; 2020. 312 p. En ligne à : https://www.camh.ca/-/media/files/pdf---osduhs/drugusereport_2019osduhs-pdf.pdf

?la = en&hash = 7F149240451E7421 C3991121AEAD630F21B13784

- 37. Nam SJ, Kim HM, Kang T, Park CY. A study of machine learning models in predicting the intention of adolescents to smoke cigarettes. arXiv. 2019. https://arxiv.org/abs/1910.12748v2
- 38. Dutra LM, Glantz SA. Electronic cigarettes and conventional cigarette use among US adolescents: a cross-sectional study. JAMA Pediatr. 2014; 168(7):610-617. https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.5488
- 39. Senders JT, Staples PC, Karhade AV, et al. Machine learning and neurosurgical outcome prediction: a systematic review. World Neurosurg. 2018; 109:476-486.e1. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.149
- Shung D, Simonov M, Gentry M, Au B, Laine L. Machine learning to predict outcomes in patients with acute gastrointestinal bleeding: a systematic review. Dig Dis Sci. 2019; 64(8):2078-2087. https://doi.org/10.1007/s10620-019-05645-z
- 41. Sarica A, Cerasa A, Quattrone A. Random forest algorithm for the classification of neuroimaging data in Alzheimer's disease: a systematic review. Front Aging Neurosci. 2017; 9:329. https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00329
- 42. Austin PC, White IR, Lee DS, van Buuren S. Missing data in clinical research: a tutorial on multiple imputation. Can J Cardiol. 2020. https://doi.org/10.1016/j.cjca.2020.11.010

Recherche quantitative originale

Analyse coût-utilité de l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les coûts et les résultats des soins de santé au Canada

Catherine M. Pound, M.D., M. Sc. (1, 2); Doug Coyle, Ph. D. (2)

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par les pairs.

Diffuser cet article sur Twitter

Résumé

Introduction. Nous avons déterminé l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les coûts et les résultats liés à la santé au Canada en fonction de leur effet sur les taux d'arrêt du tabagisme et d'initiation au tabagisme.

Méthodologie. Nous avons utilisé des modèles de Markov selon le genre pour estimer les années de vie actualisées sur un horizon à vie, les années de vie ajustées en fonction de la qualité (AVAQ) et les coûts des soins de santé liés au tabagisme pour des cohortes de garçons et de filles de 15 à 19 ans, selon des scénarios où 1) les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles (statu quo), 2) les inhalateurs électroniques de nicotine ne sont aucunement accessibles et 3) les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles sur ordonnance d'un fournisseur de soins de santé pour l'arrêt du tabagisme, en complément aux outils de cessation tabagique actuellement reconnus. L'analyse a été effectuée du point de vue d'un système de soins de santé financé par des fonds publics.

Résultats. Les résultats sont exprimés pour 1 000 personnes et reposent sur les valeurs attendues obtenues par une simulation de Monte-Carlo avec 10 000 itérations. Pour les garçons de 15 à 19 ans, les années de vie, les AVAQ et les coûts des soins de santé liés au tabagisme étaient de respectivement 41 553, 35 871 et 79 645 964 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine étaient accessibles, de respectivement 41 568, 35 894 et 79 645 960 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine n'étaient pas accessibles et de respectivement 41 570, 35 897 et 79 605 869 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine étaient accessibles sur ordonnance seulement. Pour les filles, les années de vie, les AVAQ et les coûts des soins de santé liés au tabagisme étaient de respectivement 43 596, 37 416 et 69 242 856 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine étaient accessibles, de respectivement 43 610, 37 438 et 69 085 926 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine n'étaient pas accessibles et de respectivement 43 611, 37 438 et 69 076 034 \$ CA lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine étaient accessibles sur ordonnance seulement. Ainsi, les scénarios dans lesquels les inhalateurs électroniques de nicotine ne sont pas accessibles ou ne sont accessibles que sur ordonnance l'emportent sur le statu quo.

Conclusion. Ces résultats montrent qu'un changement de politique qui rendrait les inhalateurs électroniques de nicotine inaccessibles à la population canadienne ou accessibles sur ordonnance seulement permettrait probablement d'améliorer la santé de la population et de réduire les coûts des soins de santé.

Points saillants

- Les fumeurs qui souhaitent arrêter de fumer ont souvent recours au vapotage.
- Le vapotage peut favoriser l'initiation au tabagisme chez les jeunes, ce qui a des effets négatifs à long terme sur la santé.
- D'après les résultats de cette étude, et avec nos hypothèses, la restriction de l'accès au vapotage est susceptible d'améliorer la santé de la population et de réduire les coûts des soins de santé.
- Les changements de politique qui restreignent l'accès au vapotage doivent être évalués avec prudence afin d'éviter les dommages collatéraux comme des effets négatifs sur la santé des fumeurs et des exfumeurs qui utilisent le vapotage comme stratégie de réduction des méfaits.

Mots-clés: produits du tabac, tabagisme, arrêt du tabagisme, inhalateurs électroniques de nicotine, vapotage, analyse coût-avantage

Rattachement des auteurs :

1. Département de pédiatrie, Faculté de médecine, Université d'Ottawa, Ottawa (Ontario), Canada

2. École d'épidémiologie et de santé publique, Faculté de médecine, Université d'Ottawa, Ottawa (Ontario), Canada

Correspondance: Catherine Pound, Département de médecine pédiatrique, Centre hospitalier pour enfants de l'est de l'Ontario, 401, chemin Smyth, Ottawa (Ontario) K1H 8L1; tél.: 613-737-7600, poste 2701; courriel: cpound@cheo.on.ca

Introduction

Malgré une diminution considérable de la prévalence du tabagisme au cours des 50 dernières années1, l'usage du tabac demeure la cause la plus courante de maladies et de décès évitables au Canada2. En 2012, les coûts du tabagisme s'élevaient à 16 milliards de dollars canadiens, la majorité des coûts indirects (9.5 milliards de dollars canadiens) étant liés à la perte de salaire due à l'invalidité à long terme et à la mortalité prématurée, et la plus grande partie des coûts directs (6,5 milliards de dollars canadiens) étant associés aux coûts des soins de santé2. Étant donné les répercussions du tabagisme sur la population canadienne, le gouvernement du Canada s'est fixé comme objectif de réduire la prévalence du tabagisme à moins de 5 % d'ici 20353. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'étudier attentivement les stratégies d'arrêt du tabagisme et les stratégies de prévention de l'initiation au tabagisme.

Le vapotage, qui consiste à utiliser des inhalateurs électroniques de nicotine, est une stratégie d'arrêt du tabagisme couramment employée. Au Canada, près du tiers des fumeurs et des ex-fumeurs déclarent avoir utilisé le vapotage pour essayer de cesser de fumer4. On craint toutefois que le vapotage n'entraîne une augmentation de l'initiation au tabagisme chez les jeunes5,6, une association qui fait néanmoins l'objet de débats, car certaines études laissent entrevoir un risque négligeable d'initiation au tabagisme par le vapotage chez les jeunes à l'échelle de la population^{7,8}. Au Canada, 11 % des ieunes de moins de 25 ans et 32 % des adolescents de 15 à 17 ans qui ont déjà fumé quotidiennement ont utilisé des inhalateurs électroniques de nicotine avant de commencer à fumer des cigarettes traditionnelles5. La prévalence croissante du vapotage au fil du temps est également préoccupante. Entre 2013 et 2019, la proportion de jeunes Canadiens de 15 à 19 ans qui ont adopté le vapotage est passée de 20 % à 36 %, tandis que, du côté des Canadiens de 20 à 24 ans, cette proportion a grimpé de 20 % à 48 % 9,10.

Si les inhalateurs électroniques de nicotine peuvent avoir un effet positif sur l'arrêt du tabagisme^{11,12}, leur incidence sur l'initiation au tabagisme chez les jeunes est préoccupante. Afin de déterminer si les avantages procurés par les inhalateurs électroniques de nicotine pour l'arrêt du tabagisme suffisent à compenser les conséquences négatives sur la santé de l'augmentation de l'initiation au tabagisme, nous avons effectué une analyse coût-utilité de l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur l'espérance de vie, les années de vie ajustées en fonction de la qualité (AVAQ) et les coûts des soins de santé liés au tabagisme au Canada La vente de produits de vapotage contenant de la nicotine est actuellement autorisée pour les adultes de 18 ans et plus au Canada¹³, bien que certaines pro-vinces aient imposé un âge minimum plus élevé.

Méthodologie

Nous avons utilisé des modèles de Markov selon le genre pour étudier les comportements en matière de tabagismes des nonfumeurs, des fumeurs et des ex-fumeurs en ce qui concerne les inhalateurs électroniques de nicotine et pour étudier l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur la mortalité et les maladies liées au tabagisme dans des cohortes de filles et de garçons de 15 à 19 ans. Nous avons estimé les années de vie, les AVAO et les coûts des soins de santé liés au tabagisme selon trois scénarios : 1) le statu quo, dans lequel les inhalateurs électroniques de nicotine sont largement accessibles 2) l'interdiction totale des inhalateurs électroniques de nicotine et 3) l'accès limité aux inhalateurs électroniques de nicotine pour l'arrêt du tabagisme, sur ordonnance d'un professionnel de la santé seulement. Dans le scénario fondé sur l'accessibilité sur ordonnance, nous avons modélisé l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine comme une solution qui s'ajoute aux outils d'arrêt du tabagisme actuellement approuvés et non comme une solution qui les remplace.

L'analyse des scénarios de référence a été effectuée du point de vue d'un système de soins de santé financé par des fonds publics. Bien que les coûts des soins de santé publics relèvent de la compétence des ministères provinciaux, les résultats sont généralisables à tous les ministères, puisque les données ont été extraites d'enquêtes nationales sur la population. Nous avons adopté un horizon temporel à vie pour prendre en considération les coûts et les effets globaux sur la santé durant toute la vie.

Collecte de données

Nous avons utilisé, dans la mesure du possible, des données provenant d'enquêtes

sur la population canadienne, que nous avons complétées par des données recueillies à partir d'une revue de la littérature. Bien que nous avons d'abord envisagé d'avoir recours à l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC)14 parce qu'elle permet d'obtenir des renseignements sur un grand nombre de Canadiens (plus de 100 000 Canadiens de 12 ans et plus), nous avons finalement extrait les données précises sur le statut tabagique et le vapotage de l'Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues (ECTAD) de 20174. Même si la taille de l'échantillon est plus petite (environ 16 000 Canadiens de 15 ans et plus), l'ECTAD comporte davantage de données relatives au tabagisme et au vapotage et elle suréchantillonne le groupe des 15 à 24 ans, qui est la population la plus susceptible de commencer à fumer4. Nous avons stratifié les données par groupe d'âge et par genre.

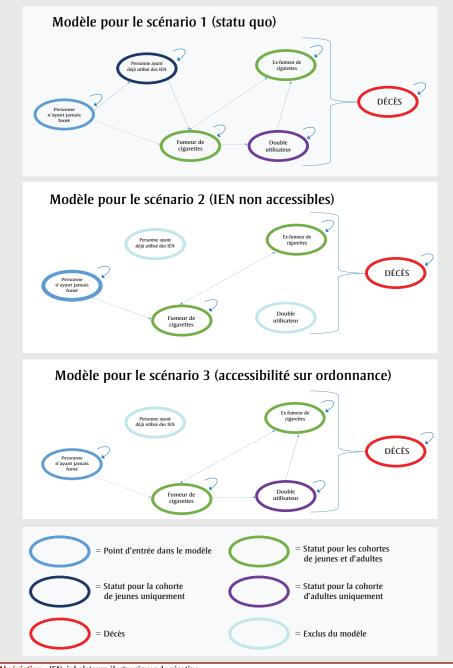
Conception des modèles

Nous avons extrait la répartition selon l'âge pour chacun des statuts tabagiques (non-fumeurs, fumeurs et ex-fumeurs) de l'ECTAD de 2017⁴ et simulé la progression de la cohorte au cours de la vie, de 15 à 105 ans (figure 1).

Dans les scénarios où les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles, nous avons analysé l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur l'initiation au tabagisme entre 15 et 24 ans ainsi que leur incidence sur l'arrêt du tabagisme entre 25 et 105 ans. Nous avons choisi l'âge de 25 ans comme seuil entre les jeunes et les adultes, car les données des enquêtes sur la population canadienne^{4,14} montrent que le nombre de nonfumeurs qui commencent à fumer ou à vapoter après l'âge de 25 ans est extrêmement faible.

Dans le scénario où les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles sur ordonnance seulement pour l'arrêt du tabagisme, nous avons supposé un accès réduit aux inhalateurs électroniques de nicotine pour les fumeurs, puisque près de 15 % des Canadiens de plus de 12 ans n'ont pas accès à un fournisseur de soins de santé primaires¹⁵. Nous avons utilisé un cycle de six mois, étant donné que l'arrêt du tabagisme est habituellement défini comme une abstinence soutenue d'au moins six mois¹⁶. Cette durée représente donc la période minimale

FIGURE 1 Modèles de Markov illustrant les comportements tabagiques dans trois scénarios en fonction de l'accessibilité des inhalateurs électroniques de nicotine



Abréviation : IEN, inhalateurs électroniques de nicotine.

requise pour passer du statut de fumeur à celui d'ex-fumeur.

Nous avons extrait le statut tabagique de l'ECTAD en nous fondant sur les catégories traditionnelles de tabagisme utilisées dans l'enquête (fumeur quotidien actuel, fumeur occasionnel actuel, ancien fumeur quotidien, ancien fumeur occasionnel, fumeur à titre expérimental, abstinent à

vie), que nous avons regroupées dans les nouvelles catégories suivantes :

- Fumeurs quotidiens : fumeurs quotidiens actuels
- Anciens fumeurs quotidiens : anciens fumeurs quotidiens et fumeurs occasionnels qui ont déjà été fumeurs quotidiens
- Personnes n'ayant jamais fumeurs à titre expérimental/fumeurs

occasionnels (n'ayant jamais été fumeurs quotidiens): fumeurs à titre expérimental, abstinents à vie, anciens fumeurs occasionnels et fumeurs occasionnels qui n'ont jamais été fumeurs quotidiens

Nous avons regroupé les fumeurs occasionnels qui ont déjà été fumeurs quotidiens avec les anciens fumeurs quotidiens pour obtenir une estimation prudente des coûts et des AVAQ perdues associés aux maladies liées au tabagisme. Les fumeurs occasionnels qui ont déjà été fumeurs quotidiens présentent probablement un risque plus élevé de maladies liées au tabagisme que les anciens fumeurs quotidiens qui sont maintenant complètement abstinents, mais ils présentent aussi probablement un risque moins élevé de maladies liées au tabagisme que les fumeurs quotidiens. Le fait de regrouper les fumeurs occasionnels qui ont déjà été fumeurs quotidiens avec les fumeurs quotidiens aurait pour effet de gonfler les coûts liés aux maladies et les AVAQ perdues, lesquelles ont été fondées sur les estimations du risque pour les fumeurs quotidiens.

Les fumeurs occasionnels qui n'ont jamais été fumeurs quotidiens ont été regroupés dans la catégorie « personnes n'ayant jamais fumé/fumeurs à titre expérimental/fumeurs occasionnels (n'ayant jamais été fumeurs quotidiens) », car il est également peu probable que les coûts et les AVAQ perdues associés aux maladies liées au tabagisme pour ces personnes soient mêmes que pour les fumeurs quotidiens.

Ces catégories permettent donc d'adopter l'approche la plus prudente pour estimer les coûts et les AVAQ perdues associés aux maladies liées au tabagisme.

Outre le statut tabagique, nous avons également inclus les catégories suivantes :

- Personnes ayant déjà utilisé des inhalateurs électroniques de nicotine (modèle pour les 15 à 24 ans) : personnes ayant déjà vapoté
- Doubles utilisateurs (modèle pour les 25 à 105 ans) : personnes ayant utilisé des cigarettes électroniques pour arrêter de fumer dans les deux années précédant l'enquête
- Décès

Les schémas des modèles pour chaque scénario sont présentés dans la figure 1.

Exigences en matière de données

Probabilités de transition

Nous avons obtenu les probabilités de transition selon l'âge et le genre pour l'initiation au tabagisme, la poursuite du tabagisme et l'arrêt du tabagisme dans les trois scénarios principaux.

L'ECTAD permet de déterminer la proportion d'une cohorte d'âge et de genre donnée selon le statut tabagique (fumeur quotidien, fumeur occasionnel, ancien fumeur, ancien fumeur occasionnel, fumeur à titre expérimental et abstinent à vie) au moment de l'enquête. Elle permet également d'obtenir l'âge auquel un fumeur quotidien a commencé à fumer et le temps écoulé depuis qu'un ancien fumeur quotidien a arrêté de fumer. À partir de ces renseignements, il a été possible d'établir la proportion d'une cohorte d'âge et de genre donnée selon le statut tabagique au début de chaque cohorte d'âge et de genre. En supposant que la transition d'un statut tabagique à un autre (c.-à-d. la probabilité d'initiation au tabagisme et la probabilité d'arrêt du tabagisme) reste constante au sein d'un groupe d'âge et de genre particulier, nous avons pu obtenir les probabilités de transition par calage des données en déterminant les probabilités qui reproduisent la proportion dans chaque catégorie de statut tabagique (fumeur, ancien fumeur et personne n'ayant jamais fumé) à la fois au début de la cohorte d'âge et au moment de l'enquête (on trouvera un exemple de calcul dans le document sur les probabilités de transition accessible à l'adresse https:// osf.io/w7ndg/).

Nous avons utilisé un risque relatif (RR) d'initiation au tabagisme chez les utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine par rapport aux non-utilisateurs qui a été tiré de la littérature¹⁷ (RR = 2,18, intervalle de confiance [IC] à 95 %: 1,65 à 2,83), car il s'agissait d'un RR plus prudent que celui que nous avons extrait des données issues de l'ECTAD (RR = 7,83 chez les hommes et 9,09 chez les femmes). L'écart important entre les RR semble être attribuable à la petite taille de l'échantillon de l'ECTAD. Nous avons appliqué le RR tiré de la littérature aux cohortes de hommes et de femmes de 15 à 24 ans afin de déterminer les probabilités de transition relatives à l'initiation au

tabagisme quotidien pour les utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine par rapport aux non-utilisateurs au moven d'un processus de calage supplémentaire. Un rapport de cotes ajusté (RCA) légèrement plus prudent de 1,79 a été décrit dans une étude observationnelle canadienne¹⁸ mais, dans le cadre de cette étude, nous avons choisi le RR de 2.18 mentionné ci-dessus car cette mesure de RR est plus généralisable à d'autres populations que le RCA. Enfin, nous avons obtenu le RR d'arrêt du tabagisme chez les utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine par rapport aux non-utilisateurs (RR = 1,05 chez les hommes et 1,08chez les femmes) à partir des données de l'ECTAD et nous l'avons appliqué à la cohorte des 25 ans et plus afin de déterminer les probabilités de transition chez les utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine par rapport aux non-utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine. Ce RR représente les avantages conférés par les inhalateurs électroniques de nicotine en matière d'arrêt du tabagisme qui s'ajoutent aux avantages observés avec les autres outils d'arrêt du tabagisme actuellement offerts.

Mortalité selon le statut tabagique

Nous avons obtenu les probabilités annuelles de mortalité pour chaque cohorte d'âge et de genre auprès de Statistique Canada¹⁹. Nous avons ensuite estimé les probabilités de décès à six mois pour chaque cohorte d'âge et de genre en fonction du statut tabagique en utilisant un processus de calage combinant les données sur la mortalité de Statistique Canada et les données de référence de l'ECTAD sur le statut tabagique. Nous avons également estimé le RR de mortalité selon l'âge et le genre en fonction du statut tabagique en nous fondant sur la littérature²⁰ (on trouvera un exemple de calcul dans le document sur le calcul des probabilités accessible à l'adresse https://osf.io/w7ndg/).

Maladies liées au tabagisme

Nous avons obtenu la prévalence des maladies liées au tabagisme (maladie pulmonaire obstructive chronique²¹ [MPOC], coronaropathie²², accident vasculaire cérébral [AVC]²²) selon l'âge et le genre à partir des données sur la population canadienne (les données sont accessibles dans les tableaux supplémentaires à l'adresse https://osf.io/w7ndg/). Pour le cancer du poumon²³, seule l'incidence était disponible, mais étant donné la courte survie médiane des personnes atteintes d'un cancer du poumon (16,9 mois)²⁴, l'incidence semblait en étroite corrélation avec la prévalence annuelle. Nous avons choisi d'inclure ces maladies parce qu'elles représentent environ 75 % de la mortalité liée au tabagisme dans les pays développés²⁵. Nous avons tiré de la littérature²⁰ le RR de développer ces maladies pour chaque statut tabagique. Nous avons obtenu par calage les probabilités de développer chaque maladie selon l'âge et le genre.

Maladies liées au vapotage

Compte tenu de la rareté des données concernant les effets à long terme sur la santé de l'utilisation prolongée des inhalateurs électroniques de nicotine, nous avons fait l'hypothèse qu'il n'y en a pas. Il est peu probable que ce soit le cas, car de nouvelles données démontrent que les inhalateurs électroniques de nicotine pourraient être associés au développement de la MPOC^{26,27}, et ce, indépendamment du tabagisme. Cependant, vu le manque de données probantes claires, cette hypothèse permet d'adopter l'approche la plus prudente.

Coûts

Nous avons recueilli dans la littérature les coûts semestriels moyens liés au traitement des personnes présentant un cancer du poumon²⁸, une MPOC²⁹ ou une coronaropathie³⁰ et des personnes ayant subi un AVC³¹. Nous avons converti les coûts des années précédentes en dollars de l'année courante à l'aide de la feuille de calcul de l'inflation de la Banque du Canada. Tous les coûts sont présentés en dollars canadiens de 2020 (les données sont accessibles dans les tableaux supplémentaires à l'adresse https://osf.io/w7ndg/).

Valeurs d'utilité

Nous avons recueilli, à partir des données sur la population canadienne¹⁴, les valeurs d'utilité selon l'âge et le genre pour les personnes n'ayant jamais fumé, auxquelles nous avons appliqué les données de désutilité liées au statut tabagique³². Les données de désutilité pour chacune des maladies liées au tabagisme (cancer du poumon, MPOC, infarctus du myocarde, coronaropathie et AVC) proviennent d'une étude menée au Royaume-Uni³³ (les données sont accessibles dans les tableaux supplémentaires à l'adresse https:// osf.io/w7ndg/). Nous avions prévu d'utiliser les données de désutilité canadiennes, mais celles-ci ne permettent pas de faire la distinction entre le cancer du poumon et

les autres types de cancers³⁴. Les valeurs de désutilité pour les autres maladies liées au tabagisme étaient comparables dans les études du Royaume-Uni et du Canada.

Analyses statistiques

Nous avons réalisé toutes les analyses sous la forme d'une analyse coût-utilité afin de tenir compte des coûts ainsi que des avantages monétaires et utilitaires. Nous avons choisi une approche coût-utilité car il était possible qu'un scénario mène à un gain d'AVAQ mais pas nécessairement à une réduction des coûts des soins de santé, les répercussions sanitaires et économiques de l'initiation au tabagisme se manifestant de nombreuses années plus tard que celles liées à l'arrêt du tabagisme.

Nous avons fait appel à des distributions de probabilités pour tenir compte de l'incertitude relative aux paramètres d'intérêt. Nous avons utilisé des distributions bêta pour les probabilités de transition et les valeurs d'utilité, des distributions lognormales pour les RR et des distributions gamma pour les valeurs de désutilité et les coûts incertains (les données sont accessibles dans les ta-bleaux supplémentaires à l'adresse https://osf.io/w7ndg/). Nous avons réalisé l'analyse probabiliste à l'aide d'une simulation de Monte-Carlo avec 10 000 itérations pour garantir la stabilité des données. Nous avons défini un seuil de volonté de payer de 50 000 \$ CA par AVAQ aux fins de l'interprétation des résultats. Tous les résultats ont été pondérés de manière égale, quelles que soient les caractéristiques des personnes concernées par l'intervention. Conformément aux lignes directrices de l'Agence canadienne des médicaments et des technologies de la santé (ACMTS)35, un taux d'actualisation annuel de 1,5 % a été appliqué à tous les coûts et à toutes les valeurs d'utilité. Les intervalles de con-fiance n'ont pas été calculés, car ils ne sont pas considérés comme significatifs dans le cadre des évaluations économiques, celles-ci visant à éclairer des décisions binaires. Dans ce contexte, l'utilisation d'intervalles de confiance ne fait pas partie des pratiques exemplaires35,36. L'étude n'a pas nécessité l'approbation d'un comité d'éthique de la recherche étant donné qu'elle s'appuie sur des données accessibles au public.

Hypothèses

Deux grandes hypothèses générales soustendent l'analyse proposée dans ce cadre. Premièrement, nous avons supposé que le vapotage n'avait pas de répercussions à long terme, compte tenu du fait que les inhalateurs électroniques de nicotine sont encore relativement nouveaux. Comme nous l'avons déjà dit, il est peu probable que ce soit le cas. Toutefois, étant donné que la plupart des effets à long terme du vapotage sur la santé ne sont pas encore connus, cette hypothèse permet d'adopter l'approche la plus prudente. Deuxièmement, nous avons supposé que le taux de rechute du tabagisme était stable dans tous les groupes d'âge, car nous n'avons trouvé aucun taux de rechute du tabagisme stratifié selon l'âge dans notre revue de la littérature. Cependant, en vieillissant, les personnes sont peut-être moins susceptibles de recommencer à fumer, car davantage de temps s'écoule depuis la date à laquelle elles ont arrêté de fumer.

Analyses de sensibilité

Afin de tenir compte de l'incertitude des hypothèses sur lesquelles repose l'analyse, nous avons effectué de multiples analyses de sensibilité :

- un taux de rechute qui augmente de 10 % avec chaque décennie de vie;
- un taux de rechute qui diminue de 10 % avec chaque décennie de vie;
- un RR de 1,79 pour l'initiation au tabagisme par le vapotage¹⁸;
- une diminution de 90 % de l'accès aux inhalateurs électroniques de nicotine (au lieu de 100 %) pour toutes les personnes dans le scénario 2 et pour les jeunes dans le scénario 3, afin de tenir compte de l'accès au marché noir et des commandes en ligne;
- une diminution de 80 % de l'accès aux inhalateurs électroniques de nicotine (au lieu de 100 %) pour toutes les personnes dans le scénario 2 et pour les jeunes dans le scénario 3, afin de tenir compte de l'accès au marché noir et des commandes en ligne;
- une diminution de 50 % de l'accès aux inhalateurs électroniques de nicotine (au lieu de 15 %) en raison de la difficulté d'accès aux soins de santé dans le scénario où les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles sur ordonnance seulement;
- une diminution de 10 % de l'accès aux inhalateurs électroniques de nicotine (au lieu de 15 %), car l'accès aux

- soins de santé pourrait être plus facile que prévu dans le scénario où les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles sur ordonnance seulement;
- un taux d'actualisation de 0 %;
- un taux d'actualisation de 5 %;
- un scénario dans lequel le vapotage chez les jeunes augmente de 50 %;
- un scénario dans lequel le vapotage chez les jeunes n'augmente pas le risque d'initiation au tabagisme; et
- un scénario dans lequel le vapotage n'augmente pas le taux d'arrêt du tabagisme.

Résultats

Le tableau 1 résume l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur l'espérance de vie, les AVAQ et les coûts des soins de santé liés au tabagisme au Canada selon nos trois scénarios : le statu quo, c'est-à-dire l'accès actuel aux inhalateurs électroniques de nicotine, l'interdiction totale des inhalateurs électroniques de nicotine et l'accès limité aux inhalateurs électroniques de nicotine pour l'arrêt du tabagisme uniquement, sur ordonnance d'un professionnel de la santé. Les résultats sont présentés pour 1000 personnes. Les rapports coût/efficacité différentiels (RCED) n'étaient pas pertinents, car tous les autres scénarios l'emportent sur le scénario 1.

Dans les analyses de sensibilité, les scénarios 2 et 3 ont permis aux femmes de réaliser des économies dans toutes les situations par rapport au statu quo, sauf dans celle où nous avons supposé qu'il n'y avait pas de lien entre le vapotage chez les jeunes et l'initiation au tabagisme. Chez les hommes, les scénarios 2 et 3 ont permis de réaliser des économies dans la plupart des analyses de sensibilité (sauf, encore une fois, dans l'analyse où nous avons supposé qu'il n'y avait pas de lien entre le vapotage chez les jeunes et l'initiation au tabagisme) et seraient autrement considérés comme rentables sur la base d'une volonté de payer de 50 000 \$ CA (taux de rechute diminuant de 10 % avec chaque décennie de vie : RCED de 628 \$ CA pour le scénario 2 comparativement au scénario 1; augmentation à 90 % de l'accès à un médecin : RCED de 28 \$ CA pour le scénario 2 comparativement au scénario 1; taux d'actualisation de 0 % : RCED de 285 \$ CA pour le

TABLEAU 1 Incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les années de vie, les AVAQ et les coûts des soins de santé liés au tabagisme pour 1 000 personnes selon divers scénarios, actualisés à 1,5 %

	IEN largement accessibles (scénario 1)	IEN totalement inaccessibles (scénario 2)	Écart entre le scénario 2 et le scénario 1	IEN accessibles sur ordonnance pour l'arrêt du tabagisme (scénario 3)	Écart entre le scénario 3 et le scénario 1
Hommes					
Années de vie	41 553	41 568	15	41 570	17
AVAQ	35 871	35 894	23	35 897	26
Coûts	79 645 964 \$ CA	79 645 960 \$ CA	-3 \$ CA	79 605 869 \$ CA	-40 095 \$ CA
Femmes					
Années de vie	43 596	43 610	14	43 611	15
AVAQ	37 416	37 438	21	37 438	22
Coûts	69 242 856 \$ CA	69 085 926 \$ CA	-156 930 \$ CA	69 076 034 \$ CA	-166 821 \$ CA

Abréviations : AVAQ, années de vie ajustées en fonction de la qualité; IEN, inhalateurs électroniques de nicotine.

Remarque: En raison des valeurs arrondies, les données figurant dans les colonnes « écart entre les scénarios » peuvent différer légèrement des valeurs calculées à partir des données déclarées dans le tableau.

scénario 2 comparativement au scénario 1; les données sont accessibles dans les analyses de sensibilité à l'adresse https://osf.io/w7ndg/).

Analyse

D'après nos résultats, et en fonction des hypothèses de l'étude, un scénario dans lequel les inhalateurs électroniques de nicotine sont complètement inaccessibles à la population canadienne entraînerait une amélioration de la santé de la population et une réduction des coûts des soins de santé par rapport au statu quo. Un scénario dans lequel les inhalateurs électroniques de nicotine sont accessibles sur ordonnance seulement conduirait à des avantages encore plus importants et à une réduction encore plus marquée des coûts des soins de santé par rapport aux deux autres scénarios analysés.

Les avantages sanitaires et économiques considérables conférés par l'arrêt du tabagisme justifient les stratégies de réduction des méfaits. L'objectif principal de la réduction des méfaits est de diminuer l'incidence des comportements qui sont généralement associés à des séquences négatives³⁷, ce qui, dans le cas du tabagisme, implique l'inhalation de toxines liées à la combustion du tabac. Comme les inhalateurs électroniques de nicotine ne nécessitent pas la combustion du tabac³⁸, ils sont considérés comme plus sûrs que les cigarettes et peuvent donc servir d'outil de réduction des méfaits en aidant les fumeurs à se tourner vers une habitude moins nocive.

On sait que l'arrêt du tabagisme entraîne des gains sanitaires et économiques importants. Par exemple, la European Study on Quantifying Utility of Investment in Protection from Tobacco (EQUIPT) a montré que, pour chaque fumeur qui n'arrête pas de fumer dans un délai de 12 mois, le système supporte un coût supplémentaire à vie de 6 460 dollars américains et ce fumeur voit son espérance de vie diminuer de 0,66 an et son nombre d'AVAQ à vie diminuer de 1,09 par rapport à un fumeur qui arrête de fumer dans le même délai³⁹.

Cependant, les résultats de notre étude sont préoccupants : le fait que le scénario 2 (inhalateurs électroniques de nicotine totalement inaccessibles) l'emporte sur le statu quo donne à penser que les méfaits engendrés à long terme par l'augmentation de l'initiation au tabagisme chez les jeunes vapoteurs sont plus importants que les avantages des inhalateurs électroniques de nicotine sur l'arrêt du tabagisme. On le voit encore plus dans le scénario 3, dans lequel les inhalateurs électroniques de nicotine ne sont pas accessibles aux jeunes, mais le demeurent pour l'arrêt du tabagisme, ce qui se traduit par les résultats les plus positifs.

Nos résultats s'alignent sur ceux de certaines études antérieures. Soneji et ses collaborateurs⁴⁰ ont démontré que, bien que les inhalateurs électroniques de nicotine soient associés à une augmentation des années de vie gagnées grâce à leur effet sur l'arrêt du tabagisme, ils augmentent de manière disproportionnée les années de vie perdues en raison de la hausse de l'initiation au tabagisme chez les jeunes. Une conclusion similaire a été tirée par Kalkhoran et ses collaborateurs⁴¹ qui, par la modélisation de divers scénarios aux États-Unis et au Royaume-Uni, ont montré que toutes les situations dans lesquelles les inhalateurs électroniques de nicotine augmentaient l'initiation au tabagisme entraînaient des méfaits nets.

En revanche, d'autres études ont apporté des résultats contradictoires. Cherng et ses collaborateurs42 ont montré que, dans de multiples scénarios, les inhalateurs électroniques de nicotine semblaient avoir davantage d'influence sur l'arrêt du tabagisme que sur l'initiation au tabagisme. Leur étude n'a toutefois porté que sur la prévalence du tabagisme et n'a pas pris en considération d'autres mesures sanitaires ou économiques. Enfin, Levy et ses collaborateurs43 ont prévu une réduction de 21 % des décès attribuables au tabagisme et une diminution de 20 % des années de vie perdues selon les modèles projetés d'utilisation des inhalateurs électroniques de nicotine aux États-Unis au moment de leur étude. L'étude prévoyait une diminution de plus de 35 % du tabagisme à l'âge de 25 ans lorsque les inhalateurs électroniques de nicotine étaient accessibles. Toutefois, les auteurs ont supposé que seulement 5 % des jeunes utilisateurs d'inhalateurs électroniques de nicotine n'avant jamais fumé deviendraient fumeurs quotidiens, or cela représente environ la moitié de la proportion observée chez les Canadiens de moins de 25 ans4.

Même si nos résultats prouvent que le fait de limiter l'accès de la population canadienne aux inhalateurs électroniques de nicotine, que ce soit en les interdisant complètement ou en les rendant accessibles sur ordonnance seulement, pourrait entraîner des avantages pour la santé de la population et une réduction des coûts des soins de santé, il faut considérer cette conclusion avec réalisme. L'interdiction totale des inhalateurs électroniques de nicotine permettrait d'offrir la plus grande protection à la population n'avant jamais fumé, mais elle annulerait les gains de santé réalisés par les fumeurs qui ont réduit ou cessé leur consommation de cigarettes en passant aux inhalateurs électroniques de nicotine.

En outre, certains craignent que l'interdiction des inhalateurs électroniques de nicotine n'entraîne l'émergence d'un marché noir44, et donc une augmentation des produits dangereux. Le scénario 3, dans lequel les fumeurs ont accès aux inhalateurs électroniques de nicotine par l'intermédiaire d'un médecin, présente les résultats les plus positifs. Ce scénario permettrait aux fumeurs de continuer à utiliser les inhalateurs électroniques de nicotine tout en limitant l'exposition des jeunes. La possibilité de couverture par les régimes d'assurance maladie provinciaux pourrait être étudiée, ce qui pourrait réduire les obstacles financiers. Cependant, ce scénario soulève également d'importants problèmes d'équité. Les Canadiens à faible revenu sont beaucoup plus susceptibles d'avoir des besoins non comblés en matière de soins de santé⁴⁵ et de connaître des difficultés d'accès à un médecin, mais ils sont aussi plus susceptibles de fumer46. Ces facteurs doivent être pris en considération lors de l'étude des options stratégiques.

Forces et limites

La principale force de notre étude est qu'elle s'appuie sur des données recueillies à l'échelle de la population canadienne. Nos hypothèses concernant l'utilisation des inhalateurs électroniques de nicotine, leurs effets à long terme sur la santé et leur incidence sur l'initiation au tabagisme sont demeurées très prudentes pour éviter que les avantages éventuels des inhalateurs électroniques de nicotine soient sous-estimés. La cohérence de nos conclusions dans l'ensemble des analyses de sensibilité donne également de la crédibilité à nos résultats.

Toutefois, certaines populations ne sont pas représentées dans l'ECTAD (résidents du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut, personnes vivant à temps plein en institution et personnes n'ayant pas accès à un téléphone terrestre ou cellulaire⁴⁷), ce qui limite la généralisation de nos résultats à ces groupes. De plus, l'ECTAD est susceptible de sous-estimer la prévalence du tabagisme en raison des taux de non-réponse plus élevés, que l'on pense être liés à l'inclusion de questions relatives à l'alcool et aux drogues, des questions qui ont tendance à être fortement associées au tabagisme⁴⁸. Il est donc plausible qu'il en résulte une sous-estimation des coûts présentés dans notre analvse, notamment des coûts des soins de santé. De plus, ayant été créés en 2003, les inhalateurs électroniques de nicotine représentent une technologie relativement nouvelle et les données d'innocuité à long terme ne sont donc pas encore disponibles, ce qui rend la formulation d'hypothèses à long terme difficile³⁸.

Enfin, dans le scénario fondé sur l'accessibilité sur ordonnance seulement, nous avons axé notre estimation de l'arrêt du tabagisme par l'utilisation des inhalateurs électroniques de nicotine sur les personnes qui ont eu recours aux inhalateurs électroniques de nicotine pour arrêter de fumer au cours des deux dernières années. Un scénario dans lequel les inhalateurs électroniques de nicotine sont prescrits par des professionnels de la santé aurait peut-être pour effet de modifier la perception des risques et les normes sociales relatives au vapotage, ainsi que de réduire le coût des inhalateurs électroniques de nicotine, car ceux-ci pourraient alors être subventionnés par des programmes de santé provinciaux. Il pourrait en résulter une hausse de la proportion de fumeurs utilisant les inhalateurs électroniques de nicotine comme outil d'arrêt du tabagisme par rapport à l'estimation utilisée dans la présente évaluation, ce qui rendrait le scénario fondé sur l'accessibilité sur ordonnance encore plus économique par rapport au statu quo.

Conclusion

Des études comme celle-ci, qui s'intéresse à l'incidence des inhalateurs électroniques de nicotine sur les coûts et les résultats des soins de santé, fournissent de précieux renseignements. Bien que nos résultats tendent à indiquer qu'il serait rentable de restreindre l'accès aux inhalateurs

électroniques de nicotine, que ce soit en les interdisant complètement ou en les rendant accessibles sur ordonnance seulement, des facteurs tels que l'équité et la faisabilité doivent être pris en considération. Il a été démontré que d'autres mécanismes d'intervention, tels que l'augmentation des taxes⁴⁹ et une réglementation stricte en matière de marketing, ont une incidence sur l'utilisation des inhalateurs électroniques de nicotine. Il y aurait lieu de réaliser d'autres recherches afin de déterminer la gamme de politiques idéale qui permettrait d'atteindre un équilibre entre la réduction de l'initiation au tabagisme par l'utilisation des inhalateurs électroniques de nicotine et la prestation d'un soutien en tant qu'outil d'arrêt du tabagisme. D'autres données sont également nécessaires concernant l'incidence à long terme des inhalateurs électroniques de nicotine sur la santé.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteurs et avis

C.P. a conçu l'étude, effectué les analyses, interprété les données, rédigé le manuscrit initial puis revisé l'article. D.C. a participé à la conception de l'étude, a revu les analyses, a participé à l'interprétation des données et a revisé l'article. Les deux auteurs ont approuvé la version finale de l'article et sont responsables de toutes les dimensions du travail.

Le contenu de l'article et les points de vue qui y sont exprimés n'engagent que les auteurs; ils ne correspondent pas nécessairement à ceux du gouvernement du Canada.

Références

- University of Waterloo. Tobacco use in Canada: historical trends in smoking prevalence [Internet]. Waterloo (Ont.): University of Waterloo; date inconnue [consultation le 21 sept. 2021]. En ligne à : https://uwaterloo .ca/tobacco-use-canada/adult-tobaccouse/smoking-cnada/historical-trends -smoking prevalence
- 2. Alexandru D, Bhandari A, Sutherland G, Dinh T. Les coûts du tabagisme au Canada, 2012. Ottawa (Ont.) : Le Conference Board du Canada; 2017.

- 3. The Canadian Lung Association. Endgame cabinet recommendations for the future of tobacco control in Canada. Ottawa (Ont.): The Canadian Lung Association; 2017. En ligne à : https://www.lung.ca/news/advocacy-tools/our-publications
- Statistique Canada. Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues, 2017 : fichier personne [2018-11-22] [fichier de microdonnées à grande diffusion]. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada.
- 5. Aleyan S, Cole A, Qian W, Leatherdale ST. Risky business: a longitudinal study examining cigarette smoking initiation among susceptible and non-susceptible e-cigarette users in Canada. BMJ Open. 2018;8:e021080. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021080. Correction in: BMJ Open. 2018;8:e021080corr1. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021080corr1
- Soneji S, Barrington-Trimis JL, Wills TA, et al. Association between initial use of e-cigarettes and subsequent cigarette smoking among adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. JAMA Pediatr. 2017;171(8):788-797. https://doi.org /10.1001/jamapediatrics.2017.1488
- 7. Levy DT, Warner KE, Cummings KM, et al. Examining the relationship of vaping to smoking initiation among US youth and young adults: a reality check. Tob Control. 2019;28(6):629-635. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2018-054446
- 8. Shahab L, Beard E, Brown J. Association of initial e-cigarette and other tobacco product use with subsequent cigarette smoking in adolescents: a cross-sectional, matched control study. Tob Control. 2021; 30(2):212-220. https://doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2019-055283
- 9. Statistique Canada. Le Quotidien—
 Enquête canadienne sur le tabac et la
 nicotine, 2019 [Internet]. Ottawa
 (Ont.): Statistique Canada; [publication le 5 mars 2020; consultation le
 10 mars 2021]. En ligne à :https://
 www150.statcan.gc.ca/n1/daily
 -quotidien/200305/dq200305a-fra
 .htm

- 10. Gouvernement du Canada. Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues (ECTAD) : sommaire de 2013. Ottawa (Ont.) : gouvernement du Canada; 2015 [consultation le 6 août 2020]. En ligne à :https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-alcool-drogues/sommaire-2013.html
- 11. Wang RJ, Bhadriraju S, Glantz SA. E-cigarette use and adult cigarette smoking cessation: a meta-analysis. Am J Public Health. 2021;111(2):230-246. https://doi.org/10.2105/AJPH .2020.305999
- 12. Hartmann-Boyce J, McRobbie H, Butler AR, et al. Electronic cigarettes for smoking cessation. Cochrane Database Syst Rev. 2021;4:CD010216. https://doi.org/10.1002/14651858.CD010216.pub5
- 13. Heart and Stroke Foundation of Canada. E-cigarettes in Canada. Ottawa (Ont.): Heart and Stroke Foundation of Canada; 2018. En ligne à : https://www.heartandstroke.ca/-/media/pdf-files/position-statements/ecigarettesincanada.ashx
- 14. Division des statistiques sur la santé, Statistique Canada. Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2015-2016 – composante annuelle [fichier de microdonnées à grande diffusion]. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada.
- 15. Statistique Canada. Fournisseurs habituels de soins de santé, 2017 (Feuillets d'information de la santé). Ottawa (Ont.): Statistique Canada; 2019. [No 82-625-X au catalogue]. En ligne à : https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-625-x/2019001/article/00001-fra.htm
- Maseeh A, Kwatra G. A review of smoking cessation interventions. MedGenMed. 2005;7(2):24.
- 17. Ontario Agency for Health Protection and Promotion (Public Health Ontario), Berenbaum E, Keller-Olaman S, et al. Current evidence on e-cigarettes: a summary of potential impacts. Toronto (Ont.): Queen's Printer for Ontario; 2018.

- 18. Hammond D, Reid JL, Cole AG, Leatherdale ST. Electronic cigarette use and smoking initiation among youth: a longitudinal cohort study. CMAJ. 2017;189(43):e1328-e1336. https://doi.org/10.1503/cmaj.161002
- 19. Statistique Canada. Tables de mortalité, Canada, provinces et territoires [Internet]. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada; [28 janv. 2020; consultation le 21 juill. 2020]. En ligne à : https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/catalogue /84-537-X
- 20. U.S. Department of Health and Human Services. The health consequences of smoking: 50 years of progress: a report of the Surgeon General. Atlanta (GA): Centers for Disease Control and Prevention, National Center on Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; 2014.
- 21. Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Rapport du système canadien de surveillance des maladies chroniques : L'asthme et la maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) au Canada, 2018. Ottawa (Ont.) : ASPC; 2018.
- 22. Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Infobase de la santé publique/Système de surveillance des maladies chroniques, Outil de données, 2016 [Internet]. Ottawa (Ont.): ASPC; 2016. En ligne à : https:// sante-infobase.canada.ca/scsmc/outil-de-donnees/
- 23. Comité consultatif des statistiques canadiennes sur le cancer. Statistiques canadiennes sur le cancer : un rapport spécial de 2020 sur le cancer du poumon. Toronto (Ont.) : Société canadienne du cancer; 2020.
- 24. Luo YH, Luo L, Wampfler JA, et al. 5-year overall survival in patients with lung cancer eligible or ineligible for screening according to US Preventive Services and Task Force criteria: a prospective, observational cohort study. Lancet Oncol. 2019; 20:1098-1108. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30329-8

- 25. Jha P. The hazards of smoking and the benefits of cessation: a critical summation of the epidemiological evidence in high-income countries. eLife. 2020;9:e49979. https://doi.org/10.7554/eLife.49979
- Bhatta DN, Glantz SA. Association of E-cigarette Use with Respiratory Disease Among Adults: A Longitudinal Analysis. Am J Prev Med. 2020; 58:182.190. doi: 10.1016/j.amepre .2019.07.028
- 27. Wills TA, Pagano I, Williams RJ, Tam EK. E-cigarette use and respiratory disorder in an adult sample. Drug Alcohol Depend. 2019;194:363-370. https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep .2018.10.004
- 28. Seung SJ, Hurry M, Hassan S, Walton RN, Evans WK. Cost-of-illness study for non-small-cell lung cancer using real-world data. Curr Oncol. 2019; 26(2):102-107. https://doi.org/10.3747/co.26.4555
- Coyle D, Lee K, Sabarre K-A, Tingley K, Coyle K, Loncar M. Long-acting anticholinergic (LAMA) for chronic obstructive pulmonary disease (COPD).
 Toronto (Ont.): Ontario Drug Policy Research Network; 2014.
- 30. Smolderen KG, Bell A, Lei Y, et al. One-year costs associated with cardiovascular disease in Canada: insights from the REduction of Atherothrombosis for Continued Health (REACH) registry. Can J Cardiol. 2010;26(8):297-305. https://doi.org/10.1016/s0828-282x(10) 70437-2
- 31. Mittmann N, Seung SJ, Hill MD, et al. Impact of disability status on ischemic stroke costs in Canada in the first year. Can J Neurol Sci. 2012:39(6): 793-800. https://doi.org/10.1017/s0317167100015638
- 32. Cui Y, Forget EL, Torabi M, Oguzoglu U, Ohinmaa A, Zhu Y. Health-related quality of life and economic burden to smoking behaviour among Canadians. Can J Public Health. 2019;110(5):533-541. https://doi.org/10.17269/s41997-019-00244-x

- 33. Sullivan PW, Slejko JF, Sculpher MJ, Ghushchyan V. Catalogue of EQ-5D scores for the United Kingdom. Med Decis Making. 2011;31(6):800-804. https://doi.org/10.1177/0272989X 11401031
- 34. Usuba K, Li AKC, Nowrouzi-Kia B. Trend of the burden of chronic illnesses: using the Canadian Community Health Survey. Public Health. 2019;177:10-18. https://doi.org/10.1016/j.puhe.2019.07.019
- 35. ACMTS. Lignes directrices de l'évaluation économique des technologies de la santé au Canada. 4e éd. Ottawa (Ont.), ACMTS; 2017.
- 36. Claxton K. The irrelevance of inference: a decision-making approach to the stochastic evaluation of health care technologies. J Health Econ. 1999;18(3):341-364. https://doi.org/10.1016/s0167-6296(98)00039-3
- 37. Hawk M, Coulter RWS, Egan JE, et al. Harm reduction principles for health-care settings. Harm Reduct J. 2017;14(70). https://doi.org/10.1186/s12954-017-0196-4
- 38. Caponnetto P, Campagna D, Papale G, Russo C, Polosa R. The emerging phenomenon of electronic cigarettes. Expert Rev Respir Med. 2012;6:63-74. https://doi.org/10.1586/ers.11.92
- 39. Coyle K, Coyle D, Lester-George A, et al. Development and application of an economic model (EQUIPTMOD) to assess the impact of smoking cessation. Addiction. 113(Suppl 1):7-18. https://doi.org/10.1111/add.14001
- 40. Soneji S, Sung HY, Primack BA, Pierce JP, Sargent JD. Quantifying population-level health benefits and harms of e-cigarette use in the United States. PLoS ONE. 2018;13:e0193328. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193328
- 41. Kalkhoran S, Glantz SA. Modeling the health effects of expanding e-cigarette sales in the United States and United Kingdom: a Monte Carlo analysis. JAMA Intern Med. 2015;175(10): 1671-1680. https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.4209

- 42. Cherng ST, Tam J, Christine PJ, Meza R. Modeling the effects of e-cigarettes on smoking behavior. Epidemiology. 2016;27(6):819-826. https://doi.org/10.1097/EDE.000000000000000497
- 43. Levy DT, Borland R, Villanti AC, et al. The application of a decision-theoretic model to estimate the public health impact of vaporized nicotine product initiation in the United States. Nicotine Tob Res. 2017;19(2): 149-159. https://doi.org/10.1093/ntr/ntw158
- 44. McCue D. E-cigarette ban would create a vaping black market: public health expert [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Broadcasting Corporation; 2019 [consultation le 10 mars 2021]. En ligne à : https://www.cbc.ca/radio/checkup/e-cigarette-ban-would-create-a-vaping-black-market-public-health-expert-1.5274794
- 45. Association médicale canadienne (AMC). Politique de l'AMC: Assurer un accès équitable aux soins de santé: Stratégies pour les gouvernements, les planificateurs de systèmes de santé et les médecins. Ottawa (Ont.): AMC; 2013. En ligne à : https://policybase.cma.ca/fr/permalink/politique11062
- 46. Corsi DJ, Lear SA, Chow CK, Subramanian SV, Boyle MH, Teo KK. Socioeconomic and geographic patterning of smoking behaviour in Canada: a cross-sectional multilevel analysis. PLoS ONE. 2013;8(2): e57646. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057646
- 47. Statistique Canada. Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues de 2017. Guide de l'utilisateur des microdonnées. Ottawa (Ont.) : Statistique Canada; 2017.
- 48. Gagné T. Estimation of smoking prevalence in Canada: implications of survey characteristics in the CCHS and CTUMS/CTADS. Can J Public Health. 2017;108:e331-e334. https://doi.org/10.17269/CJPH.108.5895

49. Cheng K-W, Chaloupka FJ, Shang C, et al. Prices, use restrictions and electronic cigarette use—evidence from wave 1 (2016) US data of the ITC Four Country Smoking and Vaping Survey. Addiction. 2019 [correction le 16 sept. 2019];114(Suppl 1):115-122. https://doi.org/10.1111/add.14562

Recherche qualitative originale

La maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) au Canada: une analyse descriptive des cas de MPAV signalés entre septembre 2019 et décembre 2020

Melissa M. Baker, Ph. D.; Theresa D. Procter, M. Sc.; Lisa Belzak, M.H.P.; Susanna Ogunnaike-Cooke, M. Sc.

Cet article a fait l'objet d'une évaluation par les pairs.

▼ Diffuser cet article sur Twitter

Résumé

Introduction. Cette étude a eu pour but d'étudier les caractéristiques personnelles et cliniques des cas de maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) signalés au Canada entre septembre 2019 et décembre 2020, de comparer l'épidémiologie des cas de MPAV au Canada à celle des cas de lésions pulmonaires associées à l'utilisation de produits destinés aux cigarettes électroniques ou au vapotage (EVALI, « e-cigarette or vaping product use-associated lung injury ») aux États-Unis et de tenter d'expliquer les différences entre les deux pays.

Méthodologie. Un groupe de travail fédéral-provincial-territorial a élaboré une définition nationale d'éclosion, un ensemble de données minimal et un formulaire de déclaration de cas pour l'identification et la surveillance des cas de MPAV au Canada. L'analyse descriptive a porté sur les caractéristiques et l'épidémiologie des cas de MPAV signalés.

Résultats. Parmi les 20 cas de MPAV signalés, aucun n'a entraîné de décès. Parmi ces cas, 5 (25 %) concernaient des jeunes de 15 à 19 ans, 10 (50 %) des adultes de 20 à 49 ans et 5 (25 %) des adultes de 50 ans ou plus. Soixante pour cent des patients étaient des hommes. La moitié (50 %) ont eu besoin d'assistance respiratoire. Les trois quarts (75 %) ont déclaré avoir utilisé des produits de vapotage contenant de la nicotine et 40 % ont dit avoir utilisé des produits de vapotage contenant du cannabis. Parmi ceux ayant déclaré leur fréquence de vapotage, la plupart (71 %) ont indiqué vapoter quotidiennement. La prévalence des cas de MPAV (0,9 par million) s'est révélée inférieure à celle des cas d'EVALI (8,5 par million). Les caractéristiques personnelles et le comportement de vapotage se sont également révélés différents.

Conclusion. Plusieurs cas de MPAV ont été signalés au Canada entre septembre 2019 et décembre 2020. Cependant, leur prévalence s'est révélée beaucoup plus faible que celle des cas d'EVALI observés lors de l'éclosion aux États-Unis, et les facteurs en cause ne sont peut-être pas les mêmes. Les cas de MPAV au Canada dépendent de facteurs complexes et multifactoriels. Des recherches sont nécessaires pour comprendre les effets à court et à long terme du vapotage de nicotine et de cannabis sur la santé.

Mots-clés: utilisation de la cigarette électronique, cigarette électronique, vapotage, vapotage de nicotine, tétrahydrocannabinol (THC), vapotage de cannabis, maladie pulmonaire, lésion pulmonaire

Points saillants

- Au Canada, l'utilisation des cigarettes électroniques est en hausse, particulièrement chez les jeunes.
- Entre septembre 2019 et décembre 2020, 20 cas de maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) ont été signalés au Canada.
- Au Canada, la prévalence des cas de MPAV par habitant est plus faible que celle des cas de lésions pulmonaires associées à l'utilisation de produits destinés aux cigarettes électroniques ou au vapotage (EVALI) aux États-Unis. Des différences dans les caractéristiques des patients et les produits utilisés ont également été trouvées.

Introduction

Au Canada, l'utilisation des cigarettes électroniques (ou dispositifs de vapotage) est en hausse, particulièrement chez les jeunes. Entre 2015 et 2019, le nombre de Canadiens de 15 ans ou plus qui ont déclaré avoir déjà vapoté (de la nicotine) est passé de 13 % à 16 % 1,2, les groupes d'âge les plus jeunes avant la fréquence la plus élevée : 36 % chez les jeunes (15 à 19 ans) et 48 % chez les jeunes adultes (20 à 24 ans), contre 12 % chez les adultes (de 25 ans ou plus) en 2019². Parmi les élèves de la 7º à la 12º année au Canada, 20 % ont dit avoir utilisé des cigarettes électroniques au cours des 30 derniers jours en 2018-2019, soit le double du

Rattachement des auteures :

Agence de la santé publique du Canada, Ottawa (Ontario), Canada

Correspondance: Melissa M. Baker, Division des méfaits liés aux substances, Centre de surveillance et de recherche appliquée, Agence de la santé publique du Canada, 785, avenue Carling, Ottawa (Ontario) K1S 5H4; tél. : 343-542-1186; courriel : vapingillness-maladievapotage@phac-aspc.gc.ca

nombre d'élèves qui ont déclaré en avoir fait usage au cours des 30 derniers jours en 2016-2017 (10 %)^{1,3}.

Des résultats similaires ont été observés en 2019 : l'utilisation d'un dispositif de vapotage au cours des 30 derniers jours s'est révélée plus répandue chez les jeunes et les jeunes adultes (15 % dans les deux cas) que chez les adultes (3 %) au Canada². En 2019, 9 % des Canadiens âgés de 15 ans ou plus ont déclaré avoir déjà vapoté des produits contenant du cannabis, et 3 % des Canadiens ont dit l'avoir fait au cours des 30 derniers jours, les jeunes adultes (7 %) étant plus nombreux que les jeunes et les adultes (3 % dans les deux cas) à déclarer en avoir fait usage au cours des 30 derniers jours².

Les cigarettes électroniques et les produits de vapotage ont été commercialisés comme étant une solution de rechange potentiellement moins nocive que les produits combustibles. Cependant, les risques d'effets aigus et chroniques à long terme demeurent en grande partie inconnus4. L'exposition à des substances chimigues potentiellement nocives pendant le vapotage est variable et dépend de la composition du liquide ou du produit de vapotage, du statut légal et de la source du produit ainsi que de la façon dont le produit est utilisé. Aux États-Unis, on a relevé plus de 500 substances chimiques dans les cartouches et les liquides utilisés dans les produits de vapotage contenant de la nicotine et ceux contenant du cannabis, en particulier différentes quantités de nicotine, des cannabinoïdes, des composés organiques volatils, de l'acétate de vitamine E, des composés conjugués du silicium et divers terpènes, des métaux et des pesticides^{5,6}.

En août 2019, les Centers for Disease Control and Prevention (CDC) des États-Unis ont signalé une éclosion de lésions pulmonaires associées à l'utilisation de produits destinés aux cigarettes électroniques ou au vapotage (EVALI, ou « e-cigarette or vaping product use-associated lung injury »). À la demande de l'administratrice en chef de la santé publique du Canada, l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC) a avisé les autorités sanitaires provinciales et territoriales de la possibilité de cas semblables et de la nécessité d'accroître la vigilance.

Les études menées sur les cas d'EVALI aux États-Unis ont porté sur les facteurs communs et les caractéristiques cliniques des cas d'EVALI. Il a toutefois été impossible d'associer une substance, un produit ou un dispositif en particulier à l'ensemble des cas. Néanmoins, on a constaté que l'acétate de vitamine E, un additif présent dans les produits à base de cannabis (et généralement absent des produits à base de nicotine) provenant de sources informelles telles que les amis, la famille et le marché illégal, était fortement lié à l'éclosion de cas d'EVALI aux États-Unis : 82 % des patients atteints d'EVALI ont déclaré avoir utilisé des produits de vapotage contenant du cannabis, et 78 % d'entre eux ont dit s'être procuré ces produits auprès de sources informelles. Cependant, on ne dispose pas de données probantes suffisantes pour exclure la contribution d'autres substances chimiques dans un produit de vapotage, qu'il contienne ou non du cannabis, car des cas d'EVALI sont survenus chez des personnes qui n'ont pas déclaré avoir vapoté des produits contenant du cannabis⁷⁻⁹.

La gravité et la non-spécificité des symptômes de maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) compliquent le diagnostic pour les médecins, surtout si le patient ne mentionne pas qu'il a vapoté récemment. Les patients susceptibles d'être atteints de MPAV peuvent se présenter dans une clinique de soins primaires comme au service des urgences d'un hôpital, et le traitement peut nécessiter l'hospitalisation du patient ou son admission dans une unité de soins intensifs (USI), l'administration d'une antibiothérapie ou d'une corticothérapie, une supplémentation en oxygène, une ventilation assistée ou même le maintien des fonctions vitales10. L'étude des tendances des cas de MPAV au Canada contribue à enrichir la base de données probantes qui nous permet de mieux comprendre les effets nocifs graves liés au vapotage et la prise en charge clinique des cas soupçonnés de MPAV. Par conséquent, les objectifs de cette étude étaient 1) d'étudier les caractéristiques personnelles et cliniques des cas de MPAV signalés au Canada entre septembre 2019 et décembre 2020, 2) de comparer l'épidémiologie des cas de MPAV au Canada à celle des cas d'EVALI aux États-Unis et 3) de tenter d'expliquer les différences épidémiologiques entre le Canada et les États-Unis.

Méthodologie

Données sur les cas

Afin de coordonner une enquête d'envergure nationale, en septembre 2019, le Conseil des médecins hygiénistes en chef (CMHC) du Canada a approuvé la mise sur pied du groupe de travail fédéral-provincial-territorial (FPT) sur la MPAV, dont les membres seraient chargés d'élaborer une approche commune pour détecter les cas de MPAV, pour enquêter sur ces cas et pour les signaler dans leur sphère de compétence. Le groupe de travail FPT sur la MPAV a créé des outils de collecte de données, une définition nationale d'éclosion de cas de maladie pulmonaire grave associée au vapotage ou au tamponnage (« dabbing ») (tableau 1), un ensemble de données minimal pour normaliser la collecte de données et un formulaire de déclaration de cas. Le vapotage consiste à inhaler un aérosol généré par un produit de vapotage alors que le tamponnage (« dabbing ») consiste à inhaler des vapeurs très chaudes d'huiles, de concentrés ou d'extraits de cannabis chauffés.

Les données sur les comportements autodéclarés de vapotage ont été obtenues lors des entrevues initiales et de suivi avec le patient ou, si le patient n'était pas en mesure de participer aux entrevues, avec des membres de sa famille proche. Les autorités de santé publique provinciales et territoriales ont soumis les données anonymisées sur les cas à l'ASPC après avoir vérifié qu'un cas était effectivement un cas probable ou confirmé de MPAV au sens de la définition nationale de cas en vigueur dans leur sphère de compétence. Santé Canada a également interrogé activement les bases de données disponibles à la recherche d'effets indésirables, qu'ils soient signalés par le patient ou par l'industrie, associés à des produits de vapotage avec ou sans nicotine, des produits de vapotage contenant du cannabis et des cigarettes électroniques ou dispositifs de vapotage. Au Canada, quatre incidents possibles de lésions pulmonaires associées au vapotage ont été détectés et signalés à l'ASPC.

Au Canada, les efforts d'enquête et de déclaration ont été axés sur les patients hospitalisés, selon une définition de cas et une stratégie semblables à celles de l'enquête menée aux États-Unis. Cependant, l'Alberta, la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick et le Québec ont

TABLEAU 1

Définition de cas confirmé et de cas probable de maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV) et de lésions pulmonaires associées à l'utilisation de produits destinés aux cigarettes électroniques ou au vapotage (EVALI) dans le contexte d'une éclosion

	Maladie pulmonaire associée au vapotage (MPAV)	Lésions pulmonaires associées à l'utilisation de produits destinés aux cigarettes électroniques ou au vapotage (EVALI)		
Cas confirmé	Antécédents de vapotage ou de tamponnage (dabbing) ^a dans les 90 jours précédant l'apparition des symptômes	Utilisation d'une cigarette électronique (vapotage) ou tamponnage ^a dans les 90 jours précédant l'apparition des symptômes		
	ET	ET		
	Infiltrat pulmonaire, tel que des opacités sur une radiographie thoracique simple ou des opacités en verre dépoli sur une tomogra- phie thoracique	Infiltrat pulmonaire, tel que des opacités sur une radiographie thoracique simple ou des opacités en verre dépoli sur une tomogra- phie thoracique		
	ET	ET		
	Absence d'infection pulmonaire lors du bilan initial. Les critères minimaux comprennent un test de détection d'un multiplex (panel) viral respiratoire négatif, PCR pour détecter le virus de la grippe ou une épreuve de dépistage rapide de la grippe, si l'épidémiologie locale soutient les tests. Tous les autres tests de détection des maladies infectieuses respiratoires indiqués cliniquement (ex. antigène urinaire pour <i>Legionella</i> , culture des expectorations si toux productive, culture LBA si effectuée, hémoculture, infections respiratoires opportunistes liées au VIH si approprié) doivent être négatifs	Absence d'infection pulmonaire lors du bilan initial. Les critères minimaux sont les suivants : résultat négatif au panel viral respiratoire et à la recherche de la grippe par PCR ou au test de dépistage rapide de la grippe, si la situation épidémiologique locale justifie les tests. Tous les autres tests de détection des maladies infectieuses respiratoires cliniquement indiqués (p. ex. détection de l'antigène de Streptococcus pneumoniae et de Legionella dans les urines, culture des expectorations en présence d'une toux productive, culture du liquide de LBA si ce test est effectué, hémoculture, détection des infections respiratoires opportunistes liées au VIH, s'il y a lieu) doivent être		
	Aucune indication dans le dossier médical d'autres diagnostics	négatifs		
	plausibles (ex. processus cardiaque, rhumatologique ou néoplasique)	ET		
		Aucune indication dans le dossier médical d'autres diagnostics plausibles (p. ex. d'origine cardiaque, rhumatologique ou néoplasique)		
Cas probable	Antécédents de vapotage ou de tamponnage dans les 90 jours précédant l'apparition des symptômes	Utilisation d'une cigarette électronique (vapotage) ou tamponnage dans les 90 jours précédant l'apparition des symptômes		
	ET	ET		
	Infiltrat pulmonaire, tel que des opacités sur une radiographie thoracique simple ou des opacités en verre dépoli sur une tomogra- phie thoracique	Infiltrat pulmonaire, tel que des opacités sur une radiographie thoracique simple ou des opacités en verre dépoli sur une tomogra- phie thoracique		
	ET	ET		
	Infection détectée par culture ou PCR, mais l'équipe clinique croit que ce n'est pas la seule cause du processus sous-jacent de la maladie respiratoire	Infection détectée par culture ou par PCR, mais l'équipe clinique croit que l'infection n'est pas la seule cause du processus sous-jacent des lésions pulmonaires		
	OU	OU		
	Les critères minimaux non atteints pour exclure une infection pulmonaire (test non effectué) et l'équipe clinique croit que ce n'est pas la seule cause du processus sous-jacent de la maladie respiratoire	Les critères minimaux pour exclure une infection pulmonaire ne sont pas remplis (tests non effectués), et l'équipe clinique croit que l'infection n'est pas la seule cause du processus sous-jacent des		
	ET	lésions pulmonaires ET		
	Aucune indication dans le dossier médical d'autres diagnostics	Aucune indication dans le dossier médical d'autres diagnostics		
	plausibles (p. ex. processus cardiaque, rhumatologique ou néoplasique)	plausibles (p. ex. d'origine cardiaque, rhumatologique ou néoplasique)		

Sources: MPAV: Gouvernement du Canada. La définition de cas nationale des maladies pulmonaires graves associées au vapotage et au "dabbing" [Internet]. Ottawa (Ont): Gouvernement du Canada; 2019 [modifié le 11 octobre 2019; consulté le 5 octobre 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-publique/services/maladies/maladie-pulmonaire-vapotage/professionnels-sante/definition-nationale-cas.html

EVALI : Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2019 lung injury surveillance primary case definitions, September 18, 2019 [Internet]. Atlanta (GA) : CDC; 2019 [consulté le 5 octobre 2021]. En ligne à : https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/assets/2019-Lung-Injury-Surveillance-Case-Definition-508.pdf

Abréviations: LBA, lavage bronchoalvéolaire; PCR, réaction en chaîne par polymérase; VIH, virus de l'immunodéficience humaine.

^a Le tamponnage ou dabbing est l'inhalation de vapeurs très chaudes d'huiles, de concentrés ou d'extraits de cannabis chauffés.

élargi leur enquête pour y inclure les consultations externes et les consultations de médecins de famille. En mars 2020, lorsque la transmission de la COVID-19 s'est généralisée au Canada, la surveillance active des cas de MPAV a été interrompue et les activités de surveillance ont été limitées à la surveillance et à la déclaration des effets indésirables ainsi qu'à la déclaration des incidents dans le cadre des programmes de surveillance réglementaire en vigueur de Santé Canada. Les caractéristiques des cas d'EVALI proviennent des données de santé publique et de la littérature. Notre étude (qui porte sur la période allant de septembre 2019 à décembre 2020) et cet article ont été approuvés par le groupe de travail FPT sur la MPAV du CMHC. Il n'a pas été nécessaire de soumettre l'étude à l'approbation d'un comité d'éthique, étant donné qu'elle s'inscrit dans les activités courantes de surveillance en santé publique.

Analyses de laboratoire

Les laboratoires de la Direction générale des opérations réglementaires et de l'application de la loi (DGORAL) de Santé Canada ont effectué des essais analytiques sur des échantillons de produits de vapotage afin d'identifier et de quantifier les substances qui présentent un intérêt dans le cadre des enquêtes sur la MPAV. Dans la mesure du possible, les patients ont fourni des échantillons des substances vapotées avant l'apparition des symptômes. Les laboratoires de la DGORAL de Santé Canada ont également acheté des produits de la marque que les patients ont déclaré avoir consommés et en ont analysé des échantillons, qui ont servi d'échantillons témoins. Les laboratoires de la DGORAL de Santé Canada ont effectué les analyses chimiques des liquides à vapoter à l'aide de méthodes analytiques validées qui font appel aux techniques de chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM) et de chromatographie en phase liquide à haute performance couplée à un détecteur à barrette de photodiodes (CLHP-BPD). Pour que l'on considère les analytes comme étant détectés, il fallait absolument que leur présence dans l'échantillon ait été confirmée par les deux méthodes. Le Laboratoire de la sécurité des produits (LSP) de la Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs (DGSESC) de Santé Canada a également fourni des services de laboratoire pour l'analyse des dispositifs de vapotage liés aux cas, sous forme d'une évaluation visuelle, d'une mesure de la résistance des éléments chauffants et de la recherche de métaux lourds dans les éléments chauffants à l'aide d'un appareil portable d'analyse par fluorescence aux rayons X.

Analyse statistique

Étant donné le petit nombre de cas, l'analyse descriptive a été effectuée à l'aide de feuilles de calcul MS Excel pour présenter en détail les caractéristiques et l'épidémiologie des 20 cas de MPAV au Canada. Aucun lien statistique n'a été examiné et aucun test d'hypothèse n'a été réalisé étant donné la puissance statistique insuffisante, due à la petite taille de l'échantillon ainsi qu'à la disponibilité et l'exhaustivité des données. Compte tenu de ce petit nombre de cas, les cas confirmés et les cas probables ont été combinés pour les besoins des analyses.

Résultats

Au cours de la période de l'étude, les autorités sanitaires provinciales et territoriales ont signalé à l'ASPC 20 cas de MPAV, dont aucun n'a entraîné de décès. Sur ces 20 cas, 8 ont été classés comme cas confirmés et 12 comme cas probables au sens de la définition nationale de cas dans le contexte d'une éclosion.

Des renseignements détaillés ont été fournis pour 75 % (15 cas sur 20) des cas de MPAV signalés au Canada entre le 1^{er} septembre 2019 et le 31 décembre 2020.

Les données sur les caractéristiques individuelles de base, les symptômes, l'apparition des symptômes, le statut d'hospitalisation et la ou les substance(s) vapotée(s) étaient disponibles pour tous les cas. Certains autres renseignements détaillés sur les cas étaient disponibles : antécédents médicaux (13 cas sur 20), interventions médicales (13 cas sur 20), source de la ou des substance(s) vapotée(s), fréquence d'utilisation et dispositifs de vapotage utilisés (14 cas sur 20) et utilisation d'autres substances (combustibles ou autres moyens de consommation; 16 cas sur 20).

Caractéristiques individuelles

Sur l'ensemble des cas, 25 % (5 cas sur 20) sont survenus chez des jeunes de 15 à 19 ans, 50 % (10 cas sur 20) chez des personnes de 20 à 49 ans et 25 % (5 cas sur

20) chez des personnes de 50 ans ou plus. Des cas ont été signalés au Québec, en Colombie-Britannique, en Ontario, au Nouveau-Brunswick, en Alberta et à Terre-Neuve-et-Labrador.

Symptômes

Pour les cas signalés entre le 1^{er} septembre 2019 et le 31 décembre 2020, les dates d'apparition des symptômes sont allées du 5 mai 2019 au 11 avril 2020. Dans la moitié des cas (50 %, 10 cas sur 20), les symptômes sont apparus entre les mois d'août 2019 et d'octobre 2019.

Les 20 patients ont fait état de symptômes respiratoires, 25 % (5 cas sur 20) d'entre eux avant dit n'avoir éprouvé que des symptômes respiratoires (p. ex. toux, essoufflement) et 75 % (15 cas sur 20) ayant fait état d'une combinaison de symptômes respiratoires, digestifs (p. ex. nausées, diarrhée), constitutionnels (p. ex. frissons, fatigue) ou autres (p. ex. fièvre, perte d'appétit, perte de poids). Huit patients (40 %) ont indiqué avoir eu de la fièvre. Sur les 20 patients, 3 (15 %) ont présenté un syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA). Les autres symptômes signalés ont été des maux de dos, des engourdissements ou des picotements, de la confusion, une perte de mémoire à court terme, un écoulement nasal, une pression dans les sinus, un mal de gorge, de la transpiration, de l'incontinence fécale, des problèmes d'équilibre et des symptômes urinaires.

Les hommes ont été plus nombreux que les femmes à signaler une toux et des symptômes constitutionnels (toux : 10 hommes sur 12 [83 %] par rapport à 4 femmes sur 8 [50 %]; symptômes constitutionnels : 10 hommes sur 12 [83 %] par rapport à 3 femmes sur 8 [38 %]).

Antécédents médicaux

Des renseignements détaillés sur les problèmes de santé préexistants et d'autres facteurs de risque étaient disponibles pour 65 % des cas de MPAV (13 cas sur 20). Parmi eux, 62 % des patients (8 cas sur 13) ont dit avoir un ou plusieurs problèmes de santé ou facteurs de risque préexistants. Chez les patients qui ont indiqué avoir un problème de santé ou un facteur de risque préexistant, 63 % (5 cas sur 8) présentaient une affection respiratoire ou pulmonaire préexistante, soit de l'asthme ou une maladie pulmonaire

obstructive chronique (MPOC). La majorité des patients qui ont signalé des problèmes de santé ou des facteurs de risque préexistants (75 %, ou 6 cas sur 8) étaient âgés de 40 ans ou plus. Aucune différence entre les sexes n'a été observée en ce qui concerne le nombre de pro-blèmes de santé ou de facteurs de risque préexistants signalés.

Hospitalisation et admission dans une unité de soins intensifs (USI)

Sur les 20 patients atteints de MPAV, 80 % (16 cas sur 20) ont été hospitalisés. Des renseignements détaillés sur la date de l'admission à l'hôpital et la date du congé étaient disponibles pour 14 des 16 patients hospitalisés. La durée médiane du séjour à l'hôpital était de 6 jours (intervalle de 2 à 54 jours). Sur les 14 patients pour lesquels des renseignements étaient disponibles, 86 % (12 cas sur 14) ont été hospitalisés pendant 10 jours ou moins. Sur les 16 patients hospitalisés, 50 % (8 cas sur 16) ont été admis dans une USI.

Interventions et traitements médicaux

Sur les 20 patients atteints de MPAV, 55 % (11 cas sur 20) ont eu besoin d'une intervention respiratoire. De ce nombre, 55 % (6 cas sur 10) ont reçu de l'oxygène au moven d'une canule nasale, tandis que les autres ont dû faire l'objet d'interventions de soutien plus intensives telles qu'une ventilation (3 cas sur 11), une ventilation en pression positive continue (VPPC; 1 cas sur 11) ou une oxygénation par membrane extracorporelle (ECMO; 1 cas sur 11). Des traitements médicaux supplémentaires ont été administrés à plusieurs patients, dont un traitement antimicrobien, une corticothérapie ou les deux. Le pourcentage de patients atteints de MPAV qui ont eu besoin d'une intervention respiratoire était plus élevé chez les personnes de 40 ans ou plus (67 %, 6 cas sur 9) que chez celles de 39 ans ou moins (45 %, 5 cas sur 11). Aucune différence entre les sexes n'a été observée en matière de type d'intervention.

Comportements de vapotage

Sur les 20 patients atteints de MPAV, 75 % (15 cas sur 20) ont déclaré avoir vapoté des produits à base de nicotine. Sur ces 15 patients, 12 (80 %) ont indiqué avoir vapoté exclusivement des produits à base de nicotine. Sept patients ont dit avoir vapoté des produits aromatisés à base de

nicotine, et la plupart d'entre eux ont déclaré avoir utilisé plus d'un arôme (5 cas sur 7). Les arômes déclarés étaient le tabac (2 cas), les fruits (comme pomme verte, goyave de Chine, mélange de baies ou mangue; 6 cas) et d'autres arômes (comme barbe à papa, gomme à bulles, menthe ou vanille; 3 cas). Au total, 40 % des patients atteints de MPAV (8 cas sur 20) ont signalé avoir consommé par vapotage ou par tamponnage des produits contenant du cannabis. Sur ces 8 patients, 5 (63 %) ont déclaré n'avoir vapoté que du cannabis (ce qui renvoie à une vaste catégorie de substances inhalées contenant des extraits de cannabis).

Le vapotage de nicotine exclusivement a été mentionné par des hommes et des femmes de tous les groupes d'âge, tandis que le vapotage exclusif de cannabis n'a été mentionné que par des hommes et des femmes de moins de 60 ans. Quant aux patients avant déclaré avoir vapoté à la fois des produits contenant de la nicotine et des produits contenant du cannabis, tous étaient des hommes de moins de 20 ans. Les femmes étaient plus nombreuses que les hommes (60 %, ou 3 cas sur 5) à déclarer n'avoir vapoté que du cannabis, tandis que les hommes étaient plus nombreux que les femmes (58 %, ou 7 cas sur 12) à indiquer n'avoir vapoté que de la nicotine.

Différents types de dispositifs peuvent être utilisés pour vapoter, produisant un aérosol inhalable de nicotine, de substance aromatisée ou d'extraits de cannabis. Les extraits de cannabis peuvent se présenter sous forme liquide, semi-solide ou solide (p. ex. cristaux [« shatters »] ou cire [« wax »]). Des renseignements détaillés sur le type de dispositif de vapotage ou de tamponnage utilisé étaient disponibles pour 14 des 20 cas de MPAV. Les types de dispositifs mentionnés ont été les cigarettes électroniques stylos munies d'un réservoir (rechargeable), d'une cartouche préremplie (à usage unique) ou de cartouches jetables. Un dispositif de tamponnage (p. ex. pipe à eau) et d'autres dispositifs ont également été signalés. La plupart des patients (71 %, 10 cas sur 14) ont déclaré utiliser leur dispositif quotidiennement. Les renseignements sur la quantité de substance consommée par utilisation ou le nombre d'utilisations par jour n'étaient pas fournis. Aucun patient n'a indiqué avoir utilisé un dispositif modifié, mais un patient a affirmé avoir modifié la substance de vapotage.

Outre les substances vapotées, on disposait de données sur des produits à base de nicotine et d'autres substances ayant été consommés par d'autres moyens (p. ex. inhalés, injectés, ingérés, brûlés) pour 70 % des patients (14 cas sur 20). Les trois quarts de ces patients (79 %, 11 cas sur 14) ont déclaré consommer ou avoir déjà consommé du tabac combustible et 57 % (8 cas sur 14) ont mentionné consommer ou avoir déjà consommé du cannabis combustible.

Résultats des analyses de laboratoire portant sur les substances et les dispositifs

En date du 3 juin 2020, les laboratoires de la DGORAL de Santé Canada avaient reçu et analysé 59 échantillons liés à 8 cas (35 échantillons témoins, 16 échantillons de produits provenant de patients et 8 échantillons prélevés à partir du dispositif d'un patient, soit la substance et des prélèvements réalisés par écouvillonnage sur différentes parties du dispositif). De l'acétate de vitamine E a été détecté à une concentration très faible (0,279 mg/ml) dans un échantillon témoin. Rien n'indique qu'une telle concentration aurait pu causer des symptômes de MPAV. À la lumière d'une analyse des risques liés à l'exposition et des renseignements sur la toxicité qui concernent les échantillons analysés provenant de patients atteints de MPAV, il a été impossible d'attribuer les symptômes de MPAV à une substance détectée ou quantifiée en particulier. Si les substances détectées sont très faiblement toxiques par voie orale, leur toxicité par inhalation est inconnue pour la plupart d'entre elles. On a également analysé les liquides de vapotage à la recherche de métaux lourds tels que le cadmium, l'arsenic, le plomb et le mercure. Aucun métal lourd n'a été détecté dans les liquides analysés (tableau 2).

Le LSP de la DGSESC de Santé Canada a reçu 11 dispositifs et a évalué 7 d'entre eux. Aucune constatation importante n'est ressortie de l'évaluation visuelle ou de la mesure de la résistance des éléments chauffants réalisées par le LSP de la DGSESC de Santé Canada, et aucun métal lourd n'a été détecté au-dessus de la limite de détection de l'appareil d'analyse par fluorescence aux rayons X (moins de 10 parties par million).

Analyse

Entre septembre 2019 et décembre 2020, 20 cas de MPAV ont été signalés au

TABLEAU 2

Résumé de l'analyse des liquides de vapotage effectuée par les laboratoires de la DGORAL de Santé Canada en lien avec les cas de MPAV au Canada entre septembre 2019 et décembre 2020

Type d'échantillon de liquide de vapotage	Résultats			
Témoin (n = 35)	Nicotine Présente dans 22 échantillons; dans tous les échantillons, la teneur était conforme à la teneur alléguée sur l'étiquette Dans les 13 autres échantillons, la teneur en nicotine était inférieure à la limite de détection; dans tous les échantillons, la teneur était conforme à la teneur alléguée sur l'étiquette			
	 Autres substances Agents aromatisants (p. ex. vanilline, benzoate de benzyle, benzaldéhyde) Diluants (alcool benzylique) 			
Patient (n = 16)	 Nicotine Présente dans 11 échantillons Dans 6 échantillons, la teneur en nicotine était conforme à la teneur alléguée sur l'étiquette; 5 échantillons n'étaient pas assez importants pour que la teneur puisse être déterminée; dans 5 échantillons, la nicotine n'a pas été détectée (la teneur était inférieure à la limite de détection), ce qui est conforme à l'allégation figurant sur l'étiquette 			
	THCPrésent dans 4 échantillons (provenant d'un seul patient)			
	Autres substances • La vanilline a été détectée dans un échantillon			
Liquide extrait de dispositifs de patients (n = 8)	Nicotine • Présente dans 8 échantillons ^a ; les échantillons n'étaient pas assez importants pour que la teneur puisse être déterminée			
	 Autres substances La vanilline a été détectée dans 3 échantillons; des traces de cocaïne (sur l'embout du vaporisateur) ont été détectées dans un échantillon 			

Abréviations: DGORAL, Direction générale des opérations réglementaires et de l'application de la loi; MPAV, maladie pulmonaire associée au vapotage; THC, tétrahydrocannabinol.

Canada, soit une prévalence de 0,9 cas par million d'habitants*. En date du 18 février 2020, les CDC avaient signalé 2807 cas d'EVALI et 68 décès aux États-Unis, ce qui représente une prévalence d'environ 8,5 cas par million d'habitants. Étant donné que le nombre de cas est plus faible au Canada et que les systèmes de réglementation et de soins de santé sont différents, il est difficile de comparer les caractéristiques des cas d'EVALI aux États-Unis à celles des cas de MPAV au Canada. Alors que l'éclosion de cas d'EVALI aux États-Unis a été caractérisée par une forte hausse du nombre de visites aux services des urgences au cours de l'été 2019, suivie d'un pic en septembre 201911, au Canada, un petit nombre de cas (entre 1 et 4) a été signalé chaque mois entre septembre 2019 et avril 2020†.

Du point de vue géographique, aux États-Unis, des cas d'EVALI ont été signalés dans les 50 États, dans le District de Columbia et dans 2 des territoires (Porto Rico et les îles Vierges américaines). Les taux étaient variables selon les États, les États du nord du Midwest (comme l'Illinois, l'Indiana et le Minnesota) ayant enregistré un taux plus élevé de cas que les autres États^{11,12}. Bien que la réglementation sur le vapotage soit différente selon les provinces, la majorité des cas de MPAV au Canada (80 %) ont été signalés en Colombie-Britannique, en Ontario et au Québec, les trois provinces les plus peuplées du Canada, qui comptent 75 % de la population canadienne. Cet élément laisse penser qu'il n'y a pas de cœur géographique pour les cas de MPAV au Canada comme il semble y en avoir aux États-Unis.

Au Canada, près de la moitié des cas de MPAV (45 %) concernaient des personnes de 40 ans ou plus, et davantage les hommes (60 %) que les femmes. À titre de comparaison, aux États-Unis, les trois quarts (76 %) des cas d'EVALI concernaient des personnes de 34 ans ou moins, et les hommes (66 %) étaient également plus touchés que les femmes¹¹. Ainsi, au Canada, les cas de MPAV sont associés à une proportion plus élevée de patients plus âgés que les cas d'EVALI aux États-Unis, et les cas de MPAV, comme les cas d'EVALI, sont plus fréquents chez les hommes que chez les femmes.

Entre août et novembre 2019, environ 95 % des patients atteints d'EVALI aux États-Unis avaient été hospitalisés¹³. Au Canada, la plupart (80 %) des patients atteints de MPAV ont été hospitalisés. Cependant, ce pourcentage est probablement attribuable aux stratégies de recherche des cas, qui étaient limitées aux patients hospitalisés dans la majorité des provinces et des territoires. En élargissant la portée de la recherche des cas au-delà des hôpitaux, comme certaines provinces l'ont fait, il a été possible de détecter d'autres cas dans les cliniques et les services des urgences. Le fait de se concentrer sur les patients hospitalisés a peut-être entraîné une sous-déclaration des cas susceptibles d'avoir présenté des symptômes plus légers ou qui ont été résolus par des interventions ambulatoires, ne requérant donc pas d'hospitalisation.

Au Canada, la substance la plus souvent vapotée par les patients atteints de MPAV était la nicotine. Aux États-Unis, la majorité des patients atteints d'EVALI ont déclaré avoir utilisé des produits contenant du cannabis qu'ils se sont procurés auprès de sources informelles11. Par exemple, 91 % des cas d'EVALI au Minnesota et trois grappes de patients au Wisconsin (8 cas) impliquaient des produits de vapotage contenant du cannabis obtenus auprès de sources informelles telles que des amis, des membres de la famille ou des revendeurs en personne ou en ligne, et 75 % des produits contenant du THC signalés en Californie provenaient également

^a En plus de prélever un échantillon de liquide dans les dispositifs, on a également prélevé des échantillons sur le dispositif proprement dit par écouvillonnage de différentes parties ou composantes, d'où le nombre plus élevé d'échantillons que de dispositifs soumis pour l'analyse.

^{*} Les estimations de la population ont été calculées à partir du tableau 17-10-0009-01 de Statistique Canada, Estimations de la population, trimestrielles (T1 de 2020). La prévalence est exprimée par million d'habitants par année.

[†] La surveillance se poursuit; des données et des cas supplémentaires peuvent être signalés en dehors de la période de surveillance visée dans cette recherche.

de sources informelles14-16. Au Canada, un patient atteint de MPAV a indiqué avoir modifié les substances de vapotage, ce qui pourrait avoir modifié les propriétés chimiques du liquide vapoté et contribué aux effets indésirables¹⁰. De même, des traces de cocaïne détectées sur un dispositif peuvent laisser penser que la personne souhaitait tenter une expérience de consommation différente, ce qui a pu produire des effets néfastes sur sa santé. La différence de prévalence entre les cas de MPAV et d'EVALI pourrait être attribuable à la proportion accrue de patients avant déclaré avoir vapoté des produits contenant du cannabis obtenus auprès de sources informelles aux États-Unis.

Au Canada, il se peut que plus d'un facteur susceptible d'avoir contribué à la maladie ait été présent en même temps que l'éclosion de cas d'EVALI aux États-Unis. L'éclosion de cas d'EVALI aux États-Unis est fortement liée à l'acétate de vitamine E ajouté aux produits de vapotage contenant du cannabis obtenus auprès de sources informelles11,17,18. Or, au Canada, les concentrations d'acétate de vitamine E détectées n'étaient pas suffisantes pour pouvoir établir un lien avec les cas signalés. Une concentration de 0,279 mg/ml (0,03 %) d'acétate de vitamine E a été détectée dans un échantillon témoin au Canada; des concentrations de 23 % à 88 % ont été détectés dans des échantillons de cas d'EVALI¹⁹. La présence possible d'autres substances chimiques dans les produits de vapotage ne peut être écartée comme facteur contributif20. En outre, les problèmes de santé préexistants compliquent l'évaluation des cas.

Les différences de réglementation entre le Canada et les États-Unis pourraient également avoir contribué aux différences dans les caractéristiques des cas des deux pays. Les dispositions législatives adoptées par le Canada en octobre 2019 régissant les extraits de cannabis inhalés, ce qui inclut les produits de vapotage contenant du cannabis, restreignent étroitement les additifs, les ingrédients et les substances de base ainsi que les contaminants (p. ex. les pesticides et les métaux lourds) susceptibles de présenter un risque de préjudice à la santé humaine21-23. Cependant, les extraits de cannabis inhalés qui sont couramment utilisés avec des accessoires tels que des dispositifs de vapotage n'ont été mis en marché légalement qu'en décembre 2019, ce qui implique que les produits utilisés durant une partie de la

durée de l'enquête, avant décembre 2019, peuvent ne pas avoir été conformes à cette réglementation. Aux États-Unis, ces produits ne faisaient l'objet d'aucune surveillance fédérale au moment de l'éclosion, ce qui a obligé chaque État à élaborer son propre ensemble de règlements et de restrictions, aboutissant à une réglementation variable d'un État à l'autre. Des États comme le Colorado et la Californie, où la consommation de cannabis chez les adultes est légalisée, ont si-gnalé des taux d'EVALI inférieurs à ceux des États où la consommation de cannabis est illégale²⁴. La variabilité de la réglementation aux États-Unis n'a sans doute pas eu d'impact sur les produits utilisés par les Canadiens, dans la mesure où l'importation de produits contenant du cannabis par les consommateurs est interdite au Canada. Cela réduit la probabilité que des produits falsifiés en provenance des États-Unis aient été importés légalement sur le marché canadien²⁵.

L'éclosion de cas d'EVALI aux États-Unis a probablement entraîné une surveillance et une connaissance accrues du risque d'effets nocifs liés au vapotage au Canada, ce qui a pu contribuer à la détection ou à l'identification de cas qui n'auraient peutêtre pas été signalés autrement ou regroupés à l'échelle nationale²⁶⁻²⁸. Les structures de gouvernance et les relations bien établies avec le Réseau pancanadien de santé publique, le CMHC29, les autorités sanitaires provinciales et territoriales et les médias pourraient avoir accéléré l'échange de renseignements en temps opportun, rehaussé la sensibilisation et amélioré la surveillance du risque d'effets nocifs lié aux produits de vapotage. De plus, la publication en septembre 2019 d'une mise à jour visant à mettre en garde la population canadienne en général contre le risque possible de MPAV³⁰ pourrait avoir encouragé des comportements d'autorégulation (p. ex. s'abstenir d'utiliser des produits illicites et cesser d'utiliser des produits de vapotage en cas de malaise). Il sera nécessaire de poursuivre la recherche et la surveillance pour comprendre l'effet de ce message sur les changements de comportement.

Forces et limites

Notre étude, qui porte sur les tendances des cas de MPAV au Canada, contribue à enrichir la base de données probantes et, par conséquent, à assurer une meilleure compréhension des effets nocifs graves liés au vapotage ainsi que de la prise en charge clinique des cas soupçonnés de MPAV

Cependant, les résultats de l'étude doivent être interprétés à la lumière de certaines limites. La petite taille de l'échantillon (20 cas) et les renseignements limités sur les cas inclus dans l'étude ont limité les analyses et l'interprétation des résultats, de sorte qu'il a été difficile de cerner un facteur de risque en particulier. Les données peuvent être sujettes à des biais de déclaration des patients, des membres de leur famille et des fournisseurs de soins de santé, car la plupart des données ont été recueillies rétrospectivement, et certains patients ne se souvenaient pas des produits utilisés. Certaines personnes ont peut-être hésité à divulguer l'utilisation de produits de vapotage contenant du cannabis, étant donné que ces produits étaient illégaux sur le marché canadien jusqu'en décembre 2019, ce qui a pu leur faire craindre la stigmatisation associée à l'utilisation de produits illégaux et les répercussions de leur aveu. Compte tenu du petit échantillon de produits analysé par les laboratoires de la DGORAL de Santé Canada et le LSP de la DGSESC de Santé Canada, les résultats des analyses de laboratoire ne doivent pas être interprétés comme des causes définies de MPAV. De plus, au Canada, aucun échantillon prélevé par lavage bronchoalvéolaire n'a été analysé, alors que c'est cette méthode d'analyse qui a joué un rôle clé dans la détection de l'acétate de vitamine E dans le cadre de l'enquête menée aux États-Unis. Les cas et les comportements de vapotage ont probablement été sousdéclarés dans des proportions similaires au Canada et aux États-Unis.

La MPAV est un diagnostic d'exclusion, et l'éventail de symptômes qu'elle peut causer est vaste. Les patients qui consultent aux services des urgences avec des symptômes légers ou dont les symptômes se résorbent grâce à des interventions ambulatoires peuvent avoir fait l'objet de sous-déclaration ou ne pas avoir été détectés. Sans base de référence, il est difficile de déterminer si les taux de cas de type MPAV diffèrent selon la fréquence et la durée d'utilisation, et les chiffres chez les seuls patients vapoteurs ne permettent pas de le savoir. Compte tenu de la prévalence du vapotage au sein de la population canadienne, en particulier chez les jeunes, et de la nature non spécifique de la définition de cas et des symptômes

présents, on ne peut exclure la possibilité que le vapotage soit associé par coïncidence à la MPAV dans au moins certains cas. En outre, comme plus de la moitié des cas sont classés comme étant probables, la possibilité d'erreurs de diagnostic et de facteurs de confusion impose une certaine prudence, les patients atteints d'infections respiratoires ou d'autres affections qui causent des infiltrats peuvent avoir été identifiés comme des patients atteints de MPAV en raison d'antécédents de vapotage mais qui ne sont peut-être pas liés à leurs symptômes.

De surcroît, plus des deux tiers des patients atteints de MPAV ont déclaré consommer ou avoir déià consommé du tabac combustible, du cannabis combustible ou les deux, ce qui les expose à des lésions pulmonaires possiblement sans lien avec le vapotage. De nombreux patients ont également fait état de problèmes de santé préexistants susceptibles d'avoir nui à leur fonction pulmonaire et d'avoir contribué à aggraver la maladie dans certains cas. À partir de février 2020, moment où l'épidémie de COVID-19 a commencé au Canada, des cas probables ou confirmés de COVID-19 pourraient avoir été confondus avec des cas possibles de MPAV, étant donné le chevauchement des symptômes et de la progression de la maladie³¹. Même si les provinces et les territoires continuent de surveiller et de signaler les cas de MPAV, la réduction de la surveillance active des cas de MPAV imposée par la transmission de la COVID-19 au Canada pourrait avoir joué un rôle dans la sousdéclaration des cas depuis mars 2020.

Conclusion

Même si, en général, on considère que le vapotage entraîne une exposition plus faible aux substances toxiques connues que la consommation de tabac combustible, on ignore encore beaucoup de choses au sujet du vapotage de substances, une pratique qui n'est pas sans risques. Des cas de MPAV ont été détectés au Canada entre septembre 2019 et décembre 2020, quoiqu'avec une prévalence bien moindre que celle des cas d'EVALI aux États-Unis, et avec un mécanisme sans doute différent. Contrairement à ce qui s'est passé aux États-Unis, où l'acétate de vitamine E a été identifié comme un nouvel adultérant dans les produits contenant du cannabis obtenus de sources informelles, cet ingrédient n'a pas été détecté en quantité suffisante dans les produits analysés liés aux cas de MPAV au Canada. Bien que des produits à base de nicotine aient été utilisés par la majorité des patients atteints de MPAV et aient été détectés dans plusieurs échantillons de produits, on ne peut présumer une relation de cause à effet pour le moment. Il a été impossible d'associer les cas de MPAV à un agent causal en particulier.

À mesure que la prévalence de l'utilisation de produits de vapotage contenant de la nicotine et du cannabis augmente au Canada, en particulier chez les jeunes qui n'ont jamais fumé auparavant, d'autres recherches devront être menées pour mieux comprendre comment l'évolution des habitudes d'utilisation des produits de vapotage, incluant la fréquence et l'intensité de l'utilisation, peut contribuer à des effets nocifs aigus et chroniques, dont la MPAV, la dépendance à la nicotine ou au cannabis et l'évolution des tendances du tabagisme. De plus, il est important d'assurer la formation continue des médecins de soins primaires, des cliniciens des services des urgences et des autres fournisseurs de soins de santé primaires ou de soins de santé aux patients externes (comme les infirmières praticiennes) pour qu'ils gardent à l'esprit la MPAV comme diagnostic possible.

Les facteurs qui influent sur la MPAV au Canada sont probablement complexes et multiples. Bien qu'il manque de données probantes dans ce domaine, il importe d'étudier les effets à court et à long terme du vapotage de la nicotine et du cannabis sur la santé, notamment l'influence possible sur la susceptibilité aux maladies infectieuses. Il est important de maintenir la sensibilisation et la vigilance pour permettre la détection et la déclaration des cas de MPAV par les fournisseurs de soins de santé, afin de dresser un portrait complet de la MPAV au Canada et de mieux caractériser les facteurs ayant une influence sur la MPAV.

Remerciements

Les auteures souhaitent souligner le soutien apporté par leurs partenaires provinciaux et territoriaux ainsi que par le groupe de travail FPT sur la MPAV dans le cadre de l'enquête sur les cas de MPAV et de l'élaboration de cet article. Elles tiennent également à remercier les collaborateurs de Santé Canada et de l'Agence de la santé publique du Canada. L'exactitude des données a été vérifiée par les autorités

sanitaires provinciales et territoriales qui les ont soumises.

Conflits d'intérêts

Les auteures déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Contributions des auteures et avis

MB, LB et SOC ont contribué à la conception et à l'élaboration de l'étude. MB et TP ont préparé le matériel et ont fait l'acquisition, l'analyse et l'interprétation des données. MB et TP ont rédigé la première ébauche du manuscrit en fonction des commentaires de toutes les auteures. Toutes les auteures ont lu et approuvé la version définitive du manuscrit.

Le contenu de l'article et les points de vue qui y sont exprimés n'engagent que les auteures; ils ne correspondent pas nécessairement à ceux du gouvernement du Canada.

Références

- 1. Gouvernement du Canada. Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues (ECTAD) : sommaire des résultats pour 2017 [Internet]. Ottawa (Ont.) : gouvernement du Canada; 2019 [modification le 12 août 2021; consultation le 28 sept. 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-alcool-drogues/sommaire-2017.html
- Gouvernement du Canada. Enquête canadienne sur le tabac et la nicotine : sommaire des résultats pour 2019 [Internet]. Ottawa (Ont.) : gouvernement du Canada; 2020 [consultation le 7 juill. 2020]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-tabac-nicotine/sommaire-2019.html#a4
- 3. Gouvernement du Canada. Résumé des résultats de l'Enquête canadienne sur le tabac, l'alcool et les drogues chez les élèves, 2018-2019 [Internet]. Ottawa (Ont.): gouvernement du Canada; 2019 [consultation le 28 sept. 2021]. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/enquete-canadienne-tabac-alcool-et-drogues-eleves/2018-2019-sommaire.html

- 4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Health and Medicine Division; Board on Population Health and Public Health Practice; Committee on the Review of the Health Effects of Electronic Nicotine Delivery Systems. Public health consequences of e-cigarettes. Washington (DC): National Academies Press; 2018. 774 p.
- 5. Christiani DC. Vaping-induced acute lung injury. N Engl J Med. 2020; 382(10):960-2. https://doi.org/10.1056/NEJMe1912032
- Muthumalage T, Friedman MR, McGraw MD, Ginsberg G, Friedman AE, Rahman I. Chemical constituents involved in e-cigarette, or vaping product use-associated lung injury (EVALI). Toxics. 2020;8(2):25. https:// doi.org/10.3390/toxics8020025
- 7. Layden JE, Ghinai I, Pray I, et al. Pulmonary illness related to e-cigarette use in Illinois and Wisconsin final report. N Engl J Med. 2020; 382(10):903-6. https://doi.org/10.1056/neimoa1911614
- Maddock SD, Cirulis MM, Callahan SJ, et al. Pulmonary lipid-laden macrophages and vaping. N Engl J Med. 2020;381(15):1488-9. https:// doi.org/10.1056/nejmc1912038
- Henry TS, Kanne JP, Kligerman SJ. Imaging of vaping-associated lung disease. N Engl J Med. 2019;381(15): 1486-7. https://doi.org/10.1056/nejmc1911995
- 10. Landman ST, Dhaliwal I, Mackenzie CA, Martinu T, Steele A, Bosma KJ. Life-threatening bronchiolitis related to electronic cigarette use in a Canadian youth. CMAJ. 2019;191(48): E1321-E1331. https://doi.org/10.1503/cmaj.191402
- 11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Outbreak of lung injury associated with the use of e-cigarette, or vaping, products [Internet]. Atlanta (GA): CDC; 2020 [révision en 2021; consultation le 28 sept. 2021]. En ligne à : https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/severe-lung-disease.html

- 12. Friedman AS. Association of vaping-related lung injuries with rates of e-cigarette and cannabis use across US states. Addiction. 2021;116(3): 651-657. https://doi.org/10.1111/add.15235
- 13. Chatham-Stephens K, Roguski K, Jang Y, et al. Characteristics of hospitalized and nonhospitalized patients in a nationwide outbreak of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury United States, November 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2019;68(46):1076-80. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6846e1
- 14. Taylor J, Wiens T, Peterson J, et al. Characteristics of e-cigarette, or vaping, products used by patients with associated lung injury and products seized by law enforcement Minnesota, 2018 and 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2019;68(47): 1096-1100. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6847e1
- Pray IW, Atti SK, Tomasallo C, Meiman JG. E-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury among clusters of patients reporting shared product use – Wisconsin, 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020;69(9):236-40. https://doi.org /10.15585/mmwr.mm6909a4
- 16. Heinzerling A, Armatas C, Karmarkar E, et al. Severe lung injury associated with use of e-cigarette, or vaping, products—California, 2019. JAMA Intern Med. 2020;180(6):861-9. https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.0664
- 17. Blount BC, Karwowski MP, Morel-Espinosa M, et al. Evaluation of bronchoalveolar lavage fluid from patients in an outbreak of e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury 10 states, August-October 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2019;68(45):1040-1. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6845e2. Erratum in: MMWR. 2020;69:116. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6904a6
- 18. Blount BC, Karwowski MP, Shields PG, et al. Vitamin E acetate in bronchoalveolar-lavage fluid associated with EVALI. N Engl J Med. 2020; 382(8):697-705. https://doi.org/10.1056/nejmoa1916433

- 19. U.S. Food and Drug Administration.
 Lung illnesses associated with use of vaping products: information for the public, FDA actions, and recommendations [Internet]. Silver Spring (MD): U.S. Food and Drug Administration; 2020. En ligne à: https://www.fda.gov/news-events/public-health-focus/lung-illnesses-associated-use-vaping-products #Analysis
- 20. Ghinai I, Navon L, Gunn JKL, et al. Characteristics of persons who report using only nicotine-containing products among interviewed patients with e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury Illinois, August–December 2019. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020;69(3):84-9. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6903e1
- 21. Gouvernement du Canada. La Loi sur le tabac et les produits de vapotage [Internet]. Ottawa (Ont.), gouvernement du Canada; 2018. En ligne à : https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/preoccupations-liees-sante/tabagisme/legislation/lois-federales/loi-tabac-lois.html
- 22. Gouvernement du Canada. Loi canadienne sur la sécurité des produits de consommation (L.C. 2010, ch. 21) [Internet]. Ottawa (Ont.), gouvernement du Canada; 2020 [modification le 25 août 2021; consultation le 28 sept. 2021]. En ligne à : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/c-1.68/
- 23. Gouvernement du Canada. Légalisation et réglementation du cannabis [Internet]. Ottawa (Ont.), gouvernement du Canada; 2019 [modification le 7 juill. 2021; consultation le 28 sept. 2021]. En ligne à : https://www.justice.gc.ca/fra/jp-cj/cannabis/
- 24. Wing C, Bradford AC, Carroll AE, Hollingsworth A. Association of state marijuana legalization policies for medical and recreational use with vaping-associated lung disease. JAMA Netw Open. 2020;3(4):e202187. https://doi.org/10.1001/jamanetwork open.2020.2187

- 25. Agence des services frontaliers du Canada. Mémorandum D19-9-2 : Importation et exportation de cannabis, de substances désignées et de précurseurs [Internet]. Ottawa (Ont.) : gouvernement du Canada; 2018 [consultation le 28 sept. 2021]; Consultable en ligne à la page : https://cbsa-asfc.gc.ca/publications/dm-md/d19/d19-9-2-fra.html
- 26. Eubank S, Guclu H, Kumar VS, et al. Modelling disease outbreaks in realistic urban social networks. Nature. 2004;429(6988):180-4. https://doi.org/10.1038/nature02541
- 27. Cauchemez S, Boëlle PY, Donnelly CA, et al. Real-time estimates in early detection of SARS. Emerg Infect Dis. 2006;12(1):110-3. https://doi.org/10.3201/eid1201.050593
- 28. Institute of Medicine (US) Forum on Microbial Threats. Global infectious disease surveillance and detection: assessing the challenges—finding solutions, workshop summary. Washington (DC): National Academies Press; 2007. 284 p.
- 29. Réseau pancanadien de santé publique (RSP). À propos du Réseau pancanadien de santé publique [Internet]. Ottawa (Ont.) : RSP; 2020 [consultation le 28 sept. 2021]. Consultable en ligne à la page : http://www.phn-rsp.ca/network-fra.php
- 30. Gouvernement du Canada. Mise à jour—Mise en garde de Santé Canada concernant un risque possible de maladie pulmonaire lié aux produits de vapotage [Internet]. Ottawa (Ont.) : gouvernement du Canada; 2019 [consultation le 28 sept. 2021]. Consultable en ligne à la page : https://canadiensensante.gc.ca/recall-alert-rappel-avis/hc-sc/2019/70919a-fra.php
- 31. Armatas C, Heinzerling A, Wilken JA. Notes from the field: e-cigarette, or vaping, product use-associated lung injury cases during the COVID-19 response California, 2020. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2020;69(25): 801-2. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6925a5

Autres publications de l'ASPC

Les chercheurs de l'Agence de la santé publique du Canada contribuent également à des travaux publiés dans d'autres revues. Voici quelques articles publiés en 2021.

Généreux M, David MD, O'Sullivan T, [...] **Michel P**, et al. Communication strategies and media discourses in the age of COVID-19: an urgent need for action. Health Promot Int. 2021;36(4):1178-85. https://doi.org/10.1093/heapro/daaa136

Lagacé M, Doucet A, Dangoisse P, **Bergeron CD**. The "vulnerability" discourse in times of COVID-19: between abandonment and protection of Canadian francophone older adults. Front Public Health. 2021;9:662231. https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.662231

Liu S, **Dzakpasu S**, **Nelson C**, et al. Pregnancy outcomes during the COVID-19 pandemic in Canada, March to August 2020. J Obstet Gynaecol Can. 2021. https://doi.org/10.1016/j.jogc.2021.06.014

Sultan S, Siedler MR, Morgan RL, **Ogunremi T**, et al. An international needs assessment survey of guideline developers demonstrates variability in resources and challenges to collaboration between organizations. J Gen Intern Med. 2021. https://doi.org/10.1007/s11606-021-07112-w

Weeks M, Park SB, Ghanem S, Plebon-Huff S, Robert AM, MacKay H, LeBlanc A. A systematic review of the prevalence of post-traumatic stress disorder reported in Canadian studies. Dans: Ric-ciardelli R, Bornstein S, Hall A, Carleton RN, éditeurs. Handbook of Posttraumatic Stress: Psychosocial, Cultural, and Biological Perspectives. 1ère édition. New York (NY): Routledge; 2021:38-108. https://doi.org/10.4324/9781351134637