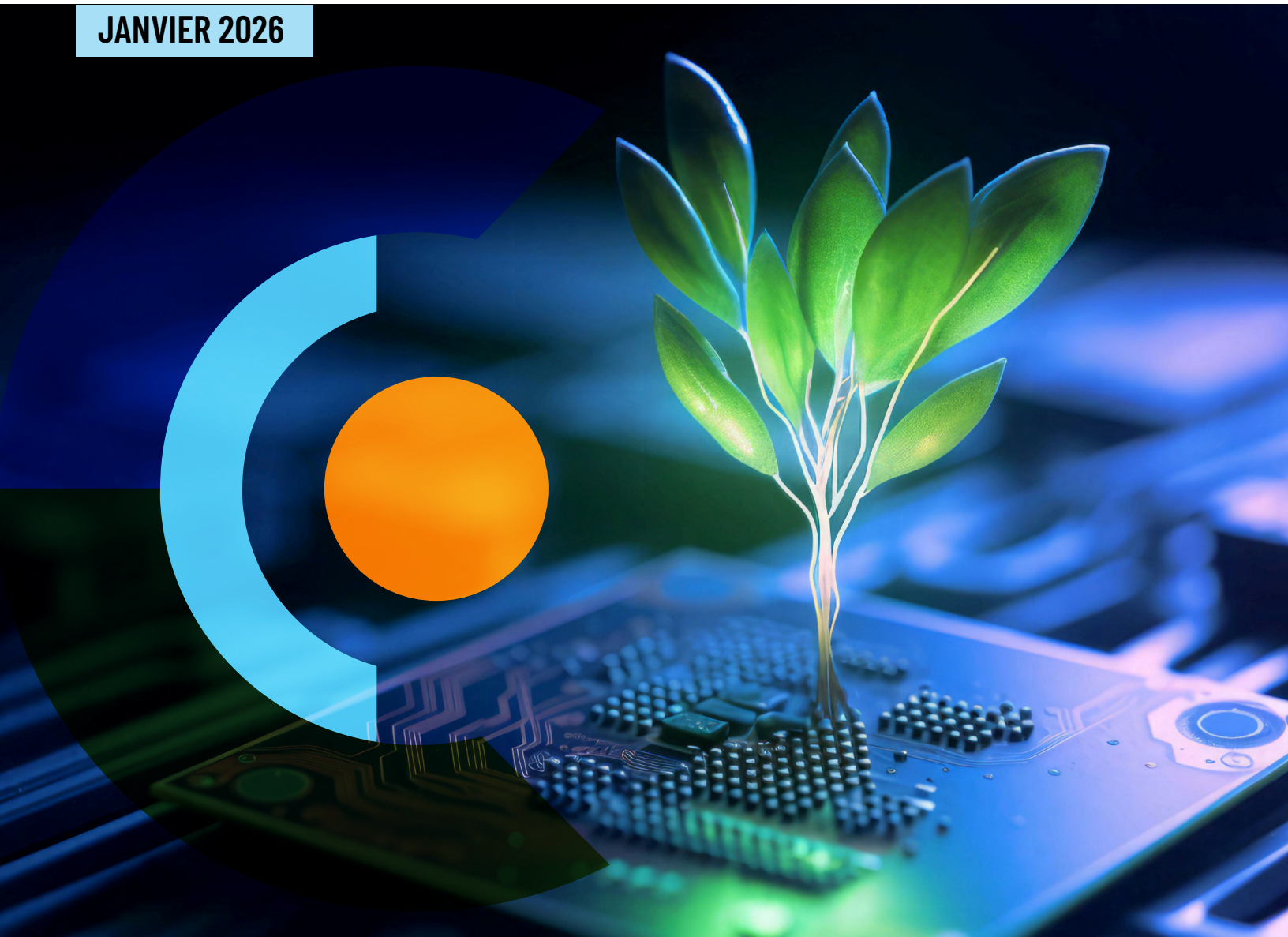


Intégrer le changement climatique dans les programmes d'ingénierie

Note d'Orientation

Projet Accélérer l'Éducation au Changement Climatique (ACE)

JANVIER 2026



UNIVERSITY OF
WATERLOO



WATERLOO
Climate Institute

REMERCIEMENTS

CONTRIBUTEURS

RÉDACTION ET ÉDITION

Michele Martin, Institut du climat de Waterloo

Nadine Ibrahim, Université de Waterloo, génie civil et environnemental

Bruce Macvicar, Université de Waterloo, génie civil et environnemental

Laurel Pierroz-Wong, Université de Waterloo, génie civil et environnemental

CONCEPTION ET MISE EN PAGE

Natalie Smith, Waterloo Climate Institute

Anushka Kshirsagar, Waterloo Climate Institute

Ce document a été produit dans le cadre du projet Accélérer l'Éducation au Changement Climatique (ACE) mis en œuvre par l'Institut du climat de l'Université de Waterloo, avec le soutien financier du Programme d'adaptation aux changements climatiques de Ressources naturelles Canada.



Natural Resources
Canada

Ressources naturelle
Canada

Canada

APERÇU

Le projet « Accélérer l'éducation au changement climatique » (ACE) de l'Institut du climat de Waterloo est une initiative de trois ans (2024-2026) visant à soutenir l'intégration rapide des connaissances et des compétences en matière d'adaptation aux changements climatiques dans les programmes d'études professionnelles des universités et des collèges du Canada. Le projet ACE se concentre principalement sur les programmes de comptabilité, d'architecture, d'ingénierie et de planification et vise à contribuer à la mise en œuvre de la Stratégie nationale d'adaptation du Canada : Bâtir des collectivités résilientes et une économie forte. Le projet crée des occasions de dialogue, de réseautage et de collaboration avec d'autres établissements d'enseignement supérieur à travers le Canada afin de soutenir et de partager les efforts, et de collaborer avec les organismes d'accréditation professionnelle pour favoriser une intégration plus large des compétences en matière d'adaptation au changement climatique dans ces professions. [Visitez le site web du projet ACE pour plus d'informations.](#)

L'intégration de l'adaptation au changement climatique dans les programmes d'études permet d'intégrer les perspectives de justice, de décolonisation et de réconciliation dans les programmes et les cours existants, tout en renforçant et en reliant les initiatives d'éducation en cours sur le climat, la biodiversité et la durabilité dans les établissements d'enseignement postsecondaire canadiens.

Ce document sur le programme d'études n'est pas normatif. Il vise à susciter le dialogue sur la révision des programmes d'études en ingénierie au Canada, en mettant particulièrement l'accent sur le génie civil et environnemental. Il peut servir de point de départ pour réfléchir au contenu et aux approches pédagogiques possibles. Le document est divisé en quatre sections :

- **Le défi du programme d'études** - un aperçu de la pertinence du changement climatique pour l'enseignement de l'ingénierie.
- **Compétences en matière de changement climatique** - une liste de compétences basée sur les directives d'accréditation actuelles et le Cadre de compétences en matière d'action climatique du Canada (CACFv2).
- **Les lectures complémentaires** - une bibliographie de la littérature actuelle sur le changement climatique et l'enseignement de l'ingénierie.
- **Ressources** - sites web, boîtes à outils, guides et autres ressources pouvant être utilisés pour développer des activités d'enseignement/d'apprentissage pour les cours d'ingénierie.

1 - Le défi du programme d'études

La Stratégie nationale d'adaptation du Canada affirme l'espoir que d'ici 2027, 70 % de tous les ingénieurs en exercice auront « la capacité d'appliquer les outils et les informations relatifs à l'adaptation au changement climatique et de communiquer les arguments commerciaux en faveur des mesures d'adaptation à leurs clients ou à leurs publics cibles ». Pour atteindre cet objectif, il est essentiel que les programmes de premier cycle en ingénierie s'efforcent d'intégrer l'éducation au climat (parallèlement à l'éducation au développement durable) dans le programme d'études et les compétences existantes requises par les organismes d'accréditation.

Comme de nombreux programmes d'études professionnelles, le programme d'études en ingénierie est régi par des compétences définies par un organisme professionnel, Ingénieurs Canada, par l'intermédiaire de son Bureau canadien d'accréditation des programmes d'ingénierie. Les lignes directrices d'Ingénieurs Canada en matière d'évaluation des compétences ne mentionnent pas spécifiquement le changement climatique dans aucune des compétences fondamentales, mais la durabilité est abordée dans le cadre de la compétence fondamentale n° 6, « Social, économique, environnemental et durabilité ». Dans le cadre de la compétence 6.1 (Démontrer une compréhension des mesures de protection nécessaires pour protéger le public et des méthodes d'atténuation des effets néfastes), l'un des indicateurs suggérés (comprendre les effets potentiels du changement climatique) donne un aperçu de la manière dont cela pourrait être évalué.

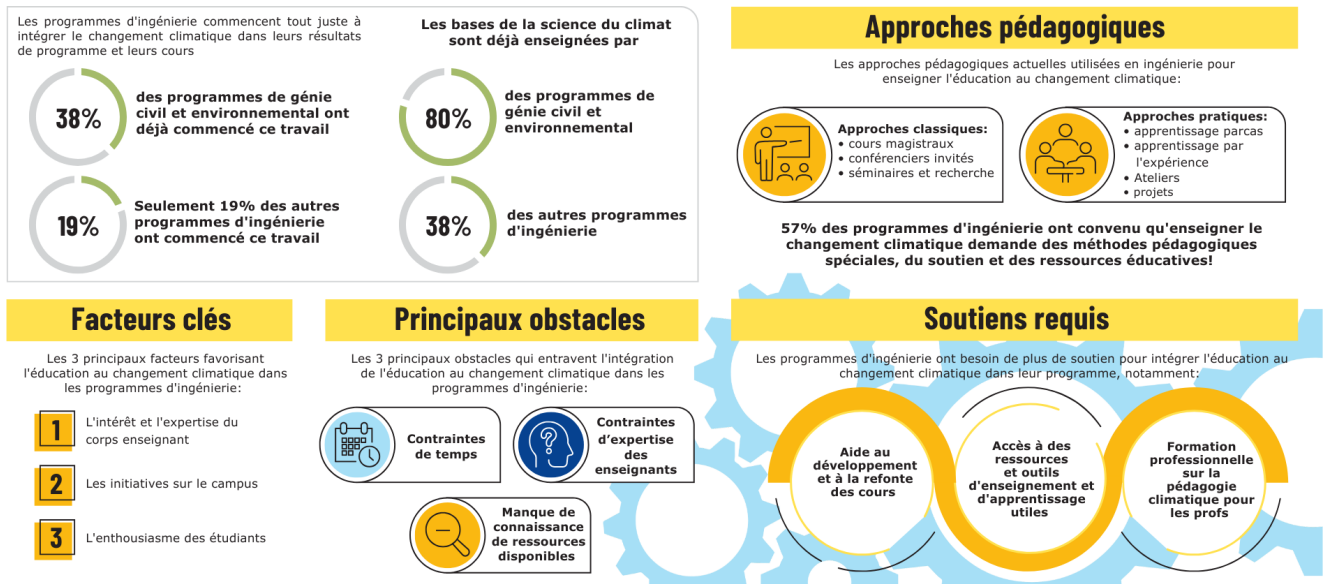
Malgré l'absence d'orientations dans les compétences fondamentales des écoles d'ingénieurs, la nécessité pour l'ingénierie de tenir compte des considérations climatiques est tout à fait claire :

- Les écoles d'ingénieurs à travers le Canada reconnaissent qu'il s'agit d'une priorité et font des progrès pour intégrer le changement climatique dans les compétences attendues ainsi que dans les programmes d'études (Liu et al. 2024).
- Ingénieurs Canada et les associations professionnelles provinciales reconnaissent la nécessité pour les ingénieurs d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour réussir dans un monde en mutation climatique et contribuer à un avenir juste, durable et à faible émission de carbone. Leur travail de sensibilisation auprès du gouvernement du Canada en matière d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets met en évidence l'urgence de la crise climatique, la manière dont les

ingénieurs peuvent aider et les mesures que le gouvernement fédéral doit prendre pour soutenir ce travail.

- Ingénieurs Canada a publié en 2018 un guide public intitulé « Principes d'adaptation au changement climatique et d'atténuation de ses effets pour les ingénieurs ». Ce document répond à l'affirmation selon laquelle les effets du changement climatique peuvent « nuire à l'intégrité de la conception, du fonctionnement et de la gestion des systèmes techniques » et que les ingénieurs doivent s'y préparer, mais aussi qu'ils jouent un rôle « central dans l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies et de technologies qui permettront de réduire les émissions de carbone ». Ce document peut constituer une excellente ressource pour l'élaboration de programmes d'études sur les changements climatiques destinés aux ingénieurs, tout comme la publication antérieure d'Ingénieurs Canada, intitulée « Principes d'adaptation aux changements climatiques pour les ingénieurs », publiée en 2014.
- Une enquête nationale menée par l'Institut du climat de l'Université de Waterloo sur le changement climatique dans les programmes de comptabilité, d'ingénierie, d'urbanisme et d'architecture des universités canadiennes a révélé que l'intégration des compétences climatiques dans les programmes d'ingénierie au Canada n'est pas courante. Cependant, plus de 80 % des répondants des programmes d'ingénierie (directeurs et professeurs) ont indiqué que les connaissances et les compétences en matière de changement climatique sont très pertinentes pour la carrière de leurs étudiants. Voir le graphique 1 pour plus d'informations sur les résultats de l'enquête.





Graphique 1. État de l’enseignement sur le changement climatique dans les programmes d’ingénierie à travers le Canada

Il est clair que la profession d’ingénieur est consciente de la nécessité de prendre en compte le changement climatique dans tous les aspects de son travail. La tâche qui nous attend maintenant consiste à développer et à améliorer l’enseignement sur le changement climatique dans les programmes de premier cycle et de deuxième cycle en ingénierie afin que les étudiants acquièrent les compétences nécessaires pour faire face au changement climatique. L’intégration du changement climatique dans les programmes d’études peut se faire de différentes manières, notamment

1. Exiger un cours de base ou obligatoire sur le changement climatique et la durabilité afin de fournir des connaissances fondamentales liées à l’ingénierie.
2. Intégrer les compétences liées au changement climatique dans les cours existants, le cas échéant.
3. Collaborer avec d’autres facultés pour développer de nouveaux cours interdisciplinaires et d’autres possibilités d’apprentissage, et/ou encourager les étudiants à suivre des cours sur le climat proposés par d’autres facultés.
4. Rechercher des moyens d’intégrer les possibilités d’apprentissage extrascolaires sur le climat sur le campus dans les cours d’ingénierie de base existants, par exemple en reconnaissant la participation à des équipes de conception, des hackathons, des concours d’études de cas, etc.

2 - Compétences en matière de changement climatique pour les ingénieurs

Quelles connaissances et compétences en matière de changement climatique les ingénieurs devraient-ils posséder?

Ressources naturelles Canada suggère d'utiliser le Cadre de compétences pour l'action climatique (CCAC v2). Ce cadre a été élaboré par le Resilience by Design Lab de l'Université Royal Roads, en collaboration avec de nombreux partenaires issus du monde universitaire, de l'industrie et du gouvernement. Il s'articule autour de six thèmes : 1) Travailler ensemble ; 2) Le leadership en matière d'action climatique ; 3) Renforcement des capacités ; 4) Évaluation des risques climatiques ; 5) Conception de solutions ; et 6) Mise en œuvre du changement.

Certaines compétences clés en matière de changement climatique pour les programmes d'ingénierie canadiens qui s'alignent sur le CACFv2 pourraient inclure les suivantes (voir tableau 1) :

Tableau 1. Compétences en matière de changement climatique pour les programmes d'ingénierie

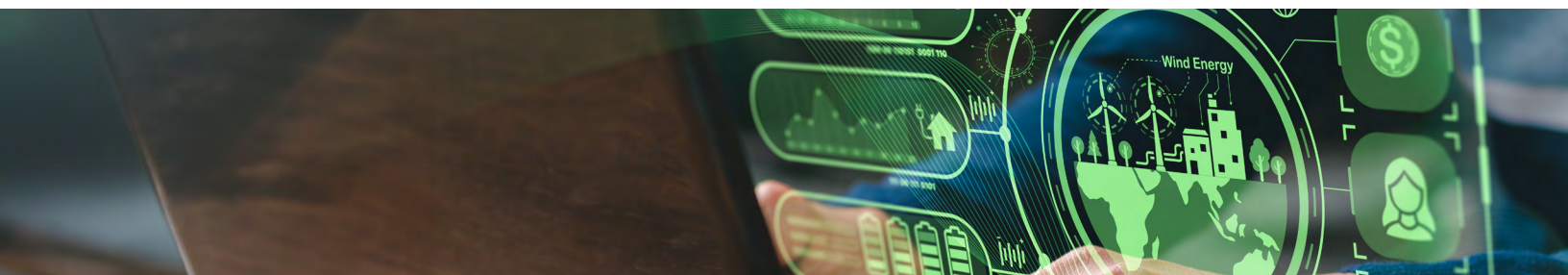
Thème	Compétences en matière de changement climatique	Compétences connexes d'Ingénieurs Canada
Connaissances en sciences du climat	Comprendre les fondements physiques du changement climatique, ses facteurs, ses tendances, ses projections et ses indicateurs clés (p. ex. bilans des GES, températures/précipitations extrêmes, élévation du niveau de la mer) et savoir lire/interpréter les résultats des modèles climatiques pour la prise de décisions.	• Appliquer les connaissances scientifiques fondamentales aux problèmes d'ingénierie. • Protéger le public en comprenant les facteurs de risque.

Thème	Compétences en matière de changement climatique	Compétences connexes d'Ingénieurs Canada
Évaluation des risques climatiques et analyse de la vulnérabilité	Identifier, évaluer et quantifier les risques climatiques, l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation des infrastructures, des communautés et des systèmes ; traduire les projections en charges de conception ou en implications au niveau des services.	• Conception tenant compte des risques, diligence raisonnable et protection de la sécurité publique. • Compétences environnementales canadiennes.
Adaptation et conception résiliente (solutions techniques)	Concevoir, évaluer et spécifier des solutions d'ingénierie qui augmentent la résilience (par exemple, options basées sur la nature, modernisation, redondance, conception robuste dans un contexte d'incertitude), tout en tenant compte des compromis entre le cycle de vie et les performances.	• Appliquer des outils et des méthodes d'ingénierie. • Conception technique dans un contexte d'incertitude. • Responsabilité professionnelle.
Atténuation et réflexion sur les systèmes à faible émission de carbone	Intégrer l'atténuation des gaz à effet de serre dans la conception technique et la planification des systèmes (efficacité énergétique, voies de décarbonisation, choix des matériaux, comptabilisation des émissions de l'ensemble du système).	• Application au niveau des systèmes des connaissances en ingénierie et des principes de durabilité.
Connaissance des politiques, de la gouvernance et de la réglementation	Interpréter et appliquer les politiques, codes, normes et règles d'approvisionnement liés au climat ; donner des conseils sur la manière dont le contexte réglementaire influence les décisions et les contraintes techniques.	• Pratique professionnelle dans le cadre juridique et réglementaire. • Tenue de registres et documentation des considérations climatiques.

Thème	Compétences en matière de changement climatique	Compétences connexes d'Ingénieurs Canada
Évaluation financière et économique tenant compte du climat	Intégrer les risques climatiques et les coûts d'atténuation/ d'adaptation dans les analyses de rentabilité, les analyses coûts-avantages ou les analyses du cycle de vie, ainsi que dans les décisions d'approvisionnement (y compris les mécanismes de financement climatique).	• Compétences en matière d'économie et de gestion de projet.
Gestion de l'incertitude et prise de décision dans un contexte d'incertitude profonde	Appliquer des approches permettant de travailler dans un contexte d'incertitude (analyse de scénarios, prise de décision robuste, voies d'adaptation, facteurs de sécurité) et communiquer clairement les implications pour la conception et les politiques.	• Jugement professionnel éclairé, compte rendu des décisions et des hypothèses.
Collaboration interdisciplinaire	Travailler efficacement entre les disciplines (planificateurs, écologistes, spécialistes en sciences sociales, détenteurs de connaissances autochtones) et avec les parties prenantes afin de coproduire des solutions climatiques.	• Compétences en matière de communication, de leadership et de travail d'équipe.
Engagement et communication avec les parties prenantes	Faciliter un engagement inclusif, communiquer les risques ou incertitudes climatiques à un public non technique et documenter les raisons qui motivent les décisions (transparence et traçabilité).	• Communiquer efficacement et protéger l'intérêt public.

Thème	Compétences en matière de changement climatique	Compétences connexes d'Ingénieurs Canada
Éthique, équité et justice climatique	Reconnaître et évaluer les impacts distributifs des décisions climatiques (populations vulnérables, équité intergénérationnelle) et intégrer le raisonnement éthique dans les recommandations techniques.	Éthique professionnelle et mandat d'intérêt public.
Suivi, évaluation et gestion adaptative	Concevoir des programmes de suivi, définir des indicateurs et des boucles de rétroaction afin que les interventions puissent être évaluées et adaptées à mesure que les connaissances et les conditions climatiques évoluent.	Gestion du cycle de vie et responsabilité professionnelle continue.
Apprentissage tout au long de la vie et développement professionnel	S'engager à mettre à jour en permanence ses connaissances et ses compétences en matière de climat (développement professionnel, maintien des compétences à mesure que la science et les politiques climatiques évoluent).	Compétence continue, développement professionnel continu.
Documentation, responsabilité et traçabilité	Conserver des registres clairs des évaluations, hypothèses, décisions et justifications liées au climat afin de faciliter la responsabilisation, l'octroi de permis et les révisions futures.	Tenue des registres et attentes en matière de pratique professionnelle.

(REMARQUE : cette liste a été générée par ChatGPT le 11 décembre 2025, en réponse à la demande suivante : « Veuillez énumérer les compétences en matière de changement climatique pour les programmes d'enseignement de l'ingénierie au Canada, sur la base du cadre de compétences en matière d'action climatique V2 et des exigences de compétences d'Ingénieurs Canada »).



3 - Lectures complémentaires sur le changement climatique dans l'enseignement de l'ingénierie

- Axelithioti, P., Fisher, R. S., Ferranti, E. J., Foss, H. J., & Quinn, A. D. (2023). What are we teaching engineers about climate change? Presenting the MACC evaluation of climate change education. *Education Sciences*, 13(2), 153.
- Broo, D. G., Kaynak, O., & Sait, S. M. (2022). Rethinking engineering education at the age of industry 5.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 25, 100311.
- Caeiro-Rodríguez, M., Manso-Vázquez, M., Mikic-Fonte, F. A., Llamas-Nistal, M., Fernández-Iglesias, M. J., Tsalapatas, H., ... & Sørensen, L. T. (2021). Teaching soft skills in engineering education: An European perspective. *IEEE Access*, 9, 29222-29242.
- Hadgraft, R. G., & Kolmos, A. (2020). Emerging learning environments in engineering education. *Australasian Journal of Engineering Education*, 25(1), 3-16.
- Higgs, B. J., & Patil, U. D. (2024, October). Integrating Climate Change Into Engineering Education. In 2024 Fall ASEE Mid-Atlantic Section Conference.
- Ibell, T., & Russell, N. (2022). The climate is right for a fundamental change in civil engineering education. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Structures and Buildings*, 176(12), 967-971.
- Kamp, A. (2023). *Engineering Education in the Rapidly Changing World: Rethinking the Vision for Higher Engineering Education*. TU Delft OPEN Publishing.
- Lantada, A. D. (2020). Engineering education 5.0: Continuously evolving engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 36(6), 1814-1832.
- Linow, S. (2019). Integrating climate change competencies into mechanical engineering education. In *Climate Change and the Role of Education* (pp. 33-51). Cham: Springer International Publishing.
- Liu, P., Lovegrove, G. R., & Nehdi, M. L. (2024). Climate Change in Canadian Civil Engineering Curricula: Gaps and Best Practices. *Canadian Journal of Civil Engineering*, (ja).<https://doi.org/10.1139/cjce-2024-0141>
- Liu, S. C. (2023). Examining undergraduate students' systems thinking competency through a problem scenario in the context of climate change education. *Environmental Education Research*, 29(12), 1780-1795.
- Kennedy, C., Byer, P., Pressnail, K., Touchie, M., Bentz, E., Roorda, M., & Vanderburg, W. (2011). Enhancing the sustainability content of a civil engineering undergraduate

curriculum. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA). <https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.3671> <https://ojs.library.queensu.ca/index.php/PCEEA/article/view/3671>

- MacVicar, B., Ibrahim, N., Martin, M., Sanderson, J., Diouri, M., Wijeweera, P., Wang, H. & Zheng, E. (2025). Accelerating Climate Change Adaptation (CCA) Education for the Next Generation of Engineering Professionals. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA).
- Mann, L., Chang, R., Chandrasekaran, S., Coddington, A., Daniel, S., Cook, E., ... & Smith, T. D. (2021). From problem-based learning to practice-based education: A framework for shaping future engineers. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 27-47.
- Martin, M., Sanderson, J. and Diouri, M. (2025). The Status of Climate Change Education in Canadian Accounting, Architecture, Planning and Engineering Programs. University of Waterloo Climate Institute.
- Martin, M. J., Diem, S. J., Karwat, D. M., Krieger, E. M., Rittschof, C. C., Bayon, B., ... & Mahmoud, H. (2022). The climate is changing. Engineering education needs to change as well. *Journal of Engineering Education*, 111(4).
- Milovanovic, J., Shealy, T., & Godwin, A. (2022). Senior engineering students in the USA carry misconceptions about climate change: Implications for engineering education. *Journal of Cleaner Production*, 345, 131129.
- Nyka, L. (2019). Bridging the gap between architectural and environmental engineering education in the context of climate change. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 17, 204-209.
- Qadir, J., Yau, K. L. A., Imran, M. A., & Al-Fuqaha, A. (2020, October). Engineering education, moving into 2020s: Essential competencies for effective 21st century electrical & computer engineers. In 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1-9). IEEE.
- Reynante, B., & Marimuthu, G. (2023). Decolonizing Climate Change Imagination: An “Engineering Fiction” Learning Experience. In Proceedings of the 17th International Conference of the Learning Sciences-ICLS 2023, pp. 942-945. International Society of the Learning Sciences.
- Semerikov, S., Striuk, A., Striuk, L., Striuk, M., & Shalatska, H. (2020). Sustainability in Software Engineering Education: a case of general professional competencies.
- Shealy, T., Katz, A., Godwin, A., & Bell, M. (2021). Civil engineering students’ beliefs about global warming and misconceptions about climate science. *Journal of Civil Engineering Education*, 147(4), 04021011.



4 - Ressources

Ingénieurs Canada :

- Principes d'adaptation aux changements climatiques et d'atténuation de leurs effets – Guide public.
- Climate Change and Extreme Events.
- Engineering a sustainable future: role of engineers in helping Canada achieve net-zero emissions by 2050.

Gouvernement du Canada :

- Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques
- Stratégie nationale d'adaptation.
- Plan de réduction des émissions pour 2030: Un air pur, et une économie forte.
- Changements climatiques : stratégies et initiatives.
- Optique des changements climatiques du Programme d'infrastructure Investir dans le Canada - Lignes directrices générales.
- Le Canada dans un climat en changement.
- 8e communication nationale sur les changements climatiques et cinquième rapport biennal du Canada sur les changements climatiques (2022) – sommaire exécutif.

Outils et sites web utiles :

- [Climate Framework: A cross-industry action group initiative - list of topics and skills to integrate into civil engineering.](#)
- [Engineers & Geoscientists British Columbia's climate change information portal.](#)
- [Planifier pour les changements climatiques.](#)
- [Le manuel de référence Envision v3.](#)
- [Bâtir pour demain — Ressources pour des infrastructures et des logements adaptés aux changements climatiques.](#)
- [Trouvez facilement des données et des ressources pertinentes.](#)
- [CanAdapt — La communauté canadienne de l'adaptation climatique.](#)
- [Bienvenue dans la Communauté de Pratique en Ligne: Sur l'adaptation aux changements climatiques naturelle et basée sur la nature.](#)
- [Outils et ressources climatiques pour les infrastructures.](#)
- [Climate Risk Institute courses for engineers.](#)
- [Fédération canadienne des municipalités — Climat et développement durable.](#)
- [UNCCe-Learn: Free online module: Cities and Climate Change.](#)
- [World Bank. \(2021\). A catalogue of nature-based solutions for urban resilience.](#)
- [Engineers for One Planet.](#)

