

Annexe relative à l'agrément des programmes de premier cycle de la Société canadienne de chimie

Directives sur l'intégration de la chimie verte et de la durabilité dans les programmes d'études

Version révisée : septembre 2026

Objet

La présente annexe vise à appuyer les départements de chimie dans le respect de l'exigence d'agrément de la Société canadienne de chimie (SCC), qui stipule ce qui suit :

« En tant que discipline, la chimie joue un rôle fondamental dans la progression vers la durabilité et le bien-être de la société, ainsi que dans l'atteinte des cibles mondiales telles que les Objectifs de développement durable des Nations Unies. À cette fin, tout programme agréé doit permettre aux personnes étudiantes d'acquérir une connaissance pratique des douze principes de la chimie verte, ainsi que de la durabilité dans le contexte de la chimie. »

1. Principes directeurs généraux

Les départements doivent s'efforcer de veiller à ce que les personnes diplômées des programmes agréés soient aptes à :

1. Comprendre et mettre en application les douze principes de la chimie verte à la lumière de leur contribution à la durabilité.
2. Acquérir des pratiques de laboratoire concrètes et conformes aux douze principes, incluant la réduction des déchets, de la consommation d'énergie et de l'exposition aux substances dangereuses.
3. Évaluer les produits chimiques, procédés et technologies à travers le prisme des meilleures pratiques de chimie verte, notamment les douze principes, l'analyse du cycle de vie et la pensée systémique.
4. Apprécier les liens fondamentaux entre la chimie et les défis mondiaux liés à la durabilité, tels que les changements climatiques, la prévention de la pollution, les principes de l'économie circulaire et la santé humaine.

2. Résultats d'apprentissage visés à l'obtention du diplôme d'un programme agréé

Connaissances

Les personnes étudiantes seront en mesure de :

- Décrire et appliquer les douze principes de la chimie verte.

- Décrire de quelle manière la chimie, en tant que discipline, peut servir à comprendre les enjeux mondiaux de durabilité et à y apporter des solutions potentielles, en lien avec les Objectifs de développement durable de l'ONU.
- Expliquer les concepts clés de la durabilité, notamment l'économie circulaire, la pensée axée sur le cycle de vie, l'utilisation efficace des ressources et l'intendance environnementale.

Compétences

Les personnes étudiantes seront en mesure de :

- Évaluer des voies de synthèse à l'aide de métriques de chimie verte appropriées et de l'application des douze principes.
- Comparer des réactifs, solvants et conditions réactionnelles de substitution.
- Évaluer les compromis environnementaux, sanitaires, sécuritaires et économiques.
- Appliquer les principes de durabilité à la conception expérimentale.
- Communiquer les considérations de durabilité à des publics tant scientifiques que non spécialistes.

Attitudes professionnelles

Les personnes étudiantes seront en mesure de :

- Reconnaître les responsabilités sociétales des chimistes.
- Prendre en compte les impacts environnementaux à long terme des décisions relatives aux procédés et produits chimiques.
- Valoriser l'amélioration continue vers des pratiques plus sécuritaires et durables.

3. Modèle d'intégration dans les programmes d'études

Les principes de chimie verte et de durabilité s'intègrent de manière particulièrement efficace dans l'ensemble du programme de premier cycle de façon progressive, avec la participation de plusieurs membres du corps professoral. L'objectif ne consiste pas simplement à ajouter un cours unique consacré à la chimie verte, mais plutôt d'intégrer ces concepts tout au long du programme (dans les cours magistraux et les laboratoires appropriés), de manière à ce que les personnes diplômées comprennent et démontrent comment la chimie contribue à la fois aux défis sociétaux et à leurs solutions.

(a) Cours de première année : Sensibilisation et fondements

Résultats visés pour les personnes étudiantes

Les personnes étudiantes reconnaissent l'importance de la durabilité au sein de la chimie, identifient des exemples concrets de chimie verte en pratique et apprécient le rôle que jouent les principes chimiques fondamentaux dans la résolution des défis mondiaux de durabilité.

Exemples de thèmes suggérés :

- Introduction à la durabilité et au développement durable dans le contexte de la chimie.
- Vue d'ensemble des douze principes de la chimie verte.

- La chimie et ses liens disciplinaires avec les Objectifs de développement durable des Nations Unies : discussion des enjeux mondiaux de durabilité.
- Études de cas portant sur l'acidification des océans, les changements climatiques, la qualité de l'eau ou la production d'ammoniac.
- Dangers chimiques et réduction des risques.
- Réduction des déchets dans les laboratoires d'enseignement : audits de base des résidus et déchets de laboratoire.

(b) Cours de deuxième année : Application au sein des sous-disciplines fondamentales de la chimie

Résultats visés pour les personnes étudiantes

Les personnes étudiantes peuvent déterminer la manière dont les principes de durabilité s'appliquent au sein des différentes sous-disciplines de la chimie, et évaluer quantitativement le bilan de durabilité des procédés chimiques.

Chimie organique : Exemples de thèmes suggérés

- Métriques de chimie verte : introduction aux métriques massiques telles que l'économie d'atomes, l'efficacité massique de réaction et l'intensité massique de procédé (PMI), incluant leurs forces et faiblesses relatives.
- La catalyse en tant que principe de chimie verte dans la conception de synthèses multi-étapes plus efficaces visant à minimiser le nombre d'étapes, l'utilisation de groupes protecteurs et la production de déchets, tout en améliorant la chimiosélectivité, la régiosélectivité et la stéréosélectivité.
- Notions relatives au choix préférentiel des solvants et réactifs, et synthèses sans solvant.
- Considérations d'efficacité énergétique dans la conception réactionnelle.

Chimie analytique : Exemples de thèmes suggérés

- Approches analytiques à micro-échelle : analyse directe sans préparation d'échantillon, extractions à échelle réduite.
- Réduction et remplacement des solvants dans les techniques chromatographiques.
- Utilisation d'instruments portables de terrain et de méthodologies à haute efficacité énergétique.
- Applications environnementales (p. ex., traitement des eaux et surveillance de la pollution, contaminants émergents, appauvrissement de la couche d'ozone et fluides frigorigènes).

Chimie physique : Exemples de thèmes suggérés

- Utilisation des points d'ébullition, des capacités thermiques, des pressions de vapeur et des limites d'explosivité dans l'évaluation des bilans environnementaux, sanitaires et sécuritaires des produits et procédés chimiques.
- Utilisation de la thermodynamique et de la cinétique pour comprendre les réactions d'importance environnementale et améliorer l'efficacité des réactions chimiques ou biochimiques.
- Technologies liées aux énergies renouvelables.

- Application de techniques computationnelles et spectroscopiques aux concepts de chimie verte : conception de conditions réactionnelles respectueuses de l'environnement, cinétique de polymérisation, évaluation de la toxicité et étude des molécules gazeuses et solides dans l'environnement.

Chimie inorganique : Exemples de thèmes suggérés

- Classification de certains métaux et métalloïdes comme critiques ou menacés en raison de leur abondance géologique et de facteurs géopolitiques ou économiques.
- Rôle central des matériaux inorganiques dans les technologies d'énergie renouvelable (batteries, cellules photovoltaïques, dispositifs thermoélectriques et matériaux pour la photosynthèse artificielle).
- Conception de catalyseurs recyclables ou récupérables, et/ou exploitant des métaux abondants sur Terre.
- Principes d'éco-conception des matériaux inorganiques.

(c) Cours de troisième et quatrième années : Intégration, évaluation et conception expérimentale

Résultats visés pour les personnes étudiantes

Les personnes étudiantes peuvent proposer et justifier des solutions chimiques plus durables à l'aide d'un raisonnement fondé sur des données probantes, et s'attaquer à des problèmes authentiques exigeant l'intégration de considérations scientifiques et de durabilité.

Exemples de thèmes suggérés :

- Chimie des procédés : analyse et évaluation de synthèses industrielles et de voies de fabrication pharmaceutique.
- Exercices de conception de voies de synthèse et de réingénierie de procédés.
- Matériaux durables et technologies de recyclage.
- Toxicologie et réduction de l'exposition, incluant les métriques de chimie environnementale.
- Compréhension des risques/dangers, du devenir dans l'environnement, de la persistance, de la biodégradation et des mécanismes réactionnels dans les systèmes biologiques.
- Cadres conceptuels de l'économie circulaire.
- Analyses du cycle de vie (ACV).
- Systèmes de production et de stockage d'énergies alternatives.
- Projets de recherche comportant des volets de durabilité.
- Projets de durabilité axés sur l'engagement communautaire.

4. Les douze principes de la chimie verte dans l'ensemble du cursus

Les départements doivent veiller à ce que les personnes étudiantes rencontrent chaque principe plus d'une fois et dans des contextes variés (p. ex., différentes sous-disciplines, séances de laboratoire, cours magistraux, travaux dirigés) :

Principe de chimie verte	Exemple de contexte pédagogique
1. Prévention	Approches de réduction des déchets de laboratoire
2. Économie d'atomes	Analyse et conception de voies de synthèse
3. Synthèses chimiques moins dangereuses	Évaluation et choix judicieux des réactifs
4. Conception de produits chimiques plus sûrs	Considérations de conception de produits
5. Solvants et auxiliaires plus sûrs	Exercices de substitution de solvants
6. Efficacité énergétique	Optimisation des conditions réactionnelles
7. Utilisation de matières premières renouvelables	Biomasse et matériaux biosourcés
8. Réduction des dérivés	Planification rationnelle des étapes de synthèse
9. Catalyse	Synthèses organique et inorganique, études de cas industriels
10. Conception en vue de la dégradation	Chimie environnementale et toxicologie
11. Analyse en temps réel pour prévenir la pollution	Techniques de surveillance continue des procédés
12. Chimie intrinsèquement plus sûre pour la prévention des accidents	Évaluation des risques et approches de sécurité des procédés

5. Mise en œuvre dans les laboratoires

Les laboratoires de premier cycle constituent un cadre privilégié pour faire la démonstration concrète des multiples facettes de la chimie verte et de la durabilité. En plus de démontrer les douze principes par des apprentissages pratiques, les travaux de laboratoire se prêtent particulièrement aux exercices comparatifs, aux analyses critiques, aux activités d'apprentissage par enquête guidée ou axées sur la recherche, ainsi qu'aux prises de décision menées par les personnes étudiantes.

Approches recommandées

(a) Expériences à micro-échelle et à échelle réduite

Parmi les avantages, on compte :

- Une consommation réduite de produits chimiques ;
- Une diminution de la production de déchets ;
- Une sécurité accrue au laboratoire ;
- Une réduction des coûts associés aux produits chimiques et à l'élimination des déchets.

(b) Substitution des solvants

Encourager l'utilisation de solutions de rechange plus sûres dans la mesure du possible (notamment le retrait ou le remplacement du dichlorométhane dans les laboratoires d'enseignement, et l'analyse de guides de sélection des solvants).

(c) Suivi et caractérisation des résidus

Les personnes étudiantes peuvent :

- Mesurer la quantité de résidus générée ;
- Classifier les flux de déchets ;
- Réfléchir aux possibilités de réduction à la source ou aux occasions de recyclage.

(d) Sensibilisation à l'énergie

Les personnes étudiantes peuvent évaluer les aspects suivants :

- Besoins en chauffage ;
- Besoins en refroidissement ;
- Consommation énergétique des instruments.

6. Stratégies d'évaluation suggérées (laboratoires et cours magistraux)

Comme pour l'ensemble des exigences d'agrément de la SCC fondées sur le contenu, il est essentiel d'assurer le suivi des résultats d'apprentissage par des évaluations appropriées afin d'attester les acquis. Les thèmes de chimie verte et de durabilité ne doivent pas être considérés comme des ajouts secondaires qui seraient enseignés sans faire l'objet d'une évaluation rigoureuse. Les évaluations doivent mesurer à la fois la compréhension conceptuelle et les applications pratiques, et dépasser le simple cadre de la rédaction de rapports de laboratoire (p. ex., devoirs, projets, questions aux examens intra-semestriels et finaux).

Exemples d'évaluations :

- Évaluations pré- et post-laboratoire portant sur les principes de la chimie verte et leur articulation avec l'expérience réalisée ou sur le point d'être menée.
- Questions à réponse courte aux examens périodiques et finaux portant sur les douze principes.
- Calculs et comparaisons de métriques de chimie verte.
- Exercices de sélection de solvants favorisant la réflexion sur le travail expérimental réalisé : les personnes étudiantes évaluent des solvants de substitution à partir de guides reconnus de sélection des solvants et justifient leur choix sur la base de la sécurité, de l'impact environnemental, du rendement et du coût.
- Comparaisons de voies de synthèse pour déterminer la démarche la « plus verte » : les personnes étudiantes comparent deux voies de synthèse publiées ou expérimentées et les évaluent selon le nombre d'étapes, le choix des solvants, les profils de danger, les besoins énergétiques et la production de déchets. Elles recommandent ensuite la voie la plus durable en justifiant leur décision.
- Projets d'analyse du cycle de vie (ACV).

- Études de cas en matière de durabilité.
- Propositions d'amélioration de protocoles de laboratoire : les personnes étudiantes repensent une expérience de laboratoire classique pour en améliorer la durabilité par la réduction d'échelle, la modification des réactifs, l'optimisation des métriques, la diminution de l'énergie requise et la minimisation des déchets dangereux.
- Réflexions critiques sur la durabilité : les personnes étudiantes réalisent une évaluation globale d'un produit chimique, d'un procédé ou d'une technologie en prenant en compte l'application des principes de chimie verte, les considérations de cycle de vie, les impacts environnementaux, les facteurs économiques, les retombées sociales et des recommandations d'amélioration.
- Élaboration de cartes conceptuelles fondées sur la pensée systémique.
- Analyses éthiques et discussions entourant la responsabilité professionnelle.

7. Données probantes pour satisfaire aux exigences d'agrément

Les départements doivent être prêts à démontrer la manière dont les résultats d'apprentissage en chimie verte et en durabilité sont atteints et évalués. Les éléments de preuve potentiels comprennent :

- Les plans de cours (syllabus) et les résultats d'apprentissage associés ;
- Le contenu des manuels de laboratoire et les exigences relatives aux rapports ;
- Des exemples de travaux, d'épreuves intra-semestrielles et d'examens finaux ;
- Les grilles d'évaluation descriptives (rubriques) ;
- Des échantillons de travaux étudiants (p. ex., rapports de laboratoire, devoirs) ;
- Des cartographies curriculaires illustrant la couverture des notions dans l'ensemble du programme d'études ;
- La description et des exemples de projets de fin d'études (projets intégrateurs / capstone) ;
- Les activités de perfectionnement professionnel du corps professoral.

8. Attentes minimales suggérées pour un programme agréé

Un département devrait être en mesure de démontrer que :

1. Toutes les personnes diplômées sont initiées aux douze principes de la chimie verte et sont en mesure de les appliquer adéquatement grâce à une conception et une prestation curriculaires intentionnelles.
2. Les concepts de chimie verte et de durabilité sont intégrés dans plusieurs cours obligatoires relevant de diverses sous-disciplines.
3. Les personnes étudiantes appliquent les considérations de chimie verte pour résoudre des problèmes, tant dans les environnements de laboratoire qu'en dehors de ceux-ci.
4. Les personnes étudiantes sont exposées à des exemples concrets liant la chimie aux enjeux sociétaux et mondiaux de durabilité.
5. Les résultats d'apprentissage liés à la chimie verte et à la durabilité sont évalués formellement dans plusieurs cours.

9. Perfectionnement du corps professoral et soutien départemental

Une mise en œuvre réussie nécessite un engagement et un soutien institutionnels soutenus. Les départements devraient :

- Offrir des occasions de perfectionnement professionnel en chimie verte et en durabilité au corps professoral, et veiller notamment à ce que les nouvelles personnes chargées de l'enseignement des laboratoires reçoivent une formation initiale sur les pratiques durables en laboratoire ;
- Favoriser les collaborations interdisciplinaires au sein du département et partager les ressources pédagogiques ainsi que les protocoles de laboratoire ;
- Mobiliser des partenaires industriels et communautaires chaque fois que cela est possible ;
- Organiser des exercices périodiques de cartographie des programmes d'études portant sur les résultats d'apprentissage en chimie verte, et maintenir un répertoire partagé de ressources pédagogiques et d'activités de laboratoire ;
- Prendre systématiquement en considération la durabilité et la chimie verte lors des processus réguliers d'examen et de révision des programmes d'études ;
- Valoriser et récompenser les innovations pédagogiques liées à la durabilité.

Ressources de formation suggérées pour le corps professoral

Afin de faciliter la mise en œuvre des exigences d'agrément de la SCC, les départements devraient encourager la participation du corps professoral à des activités de perfectionnement professionnel axées sur la chimie verte, la durabilité, la pensée systémique et les pratiques durables de laboratoire.

(a) Beyond Benign / Engagement pour la chimie verte (Green Chemistry Commitment - GCC)

Beyond Benign (beyondbenign.org) est largement reconnue comme une organisation de premier plan dans le soutien à l'enseignement de la chimie verte. Elle offre du perfectionnement professionnel adapté au corps professoral, des ressources pédagogiques, des webinaires, des communautés de pratique, ainsi que le cadre de l'Engagement pour la chimie verte (Green Chemistry Commitment, GCC : beyondbenign.org/he-green-chemistry-commitment) destiné aux établissements d'enseignement supérieur.

Les universités et collèges signataires du GCC (au nombre de 23 au Canada en date de septembre 2026) bénéficient d'un accès à du financement pouvant être alloué à l'élaboration de programmes d'études et à d'autres initiatives pédagogiques.

(b) Green Chemistry Teaching and Learning Community (GCTLC)

La GCTLC (gctlc.org) constitue une communauté internationale de pratique au sein de laquelle le personnel enseignant partage du matériel pédagogique, des activités de laboratoire, des stratégies d'évaluation et des retours d'expérience sur la mise en œuvre curriculaire. Les départements peuvent inciter leur corps professoral à :

- Participer aux forums d'échange ;
- Assister aux webinaires ;
- Partager leurs propres ressources pédagogiques ;

- Accéder à du matériel curriculaire validé par les pairs (comme le programme « Toxicology for Chemists Curriculum » : gctlc.org/toxicology-chemists-curriculum) ;
- Collaborer avec d'autres établissements engagés dans la mise en œuvre de la chimie verte.

(c) American Chemical Society Green Chemistry Institute (ACS GCI)

L'ACS Green Chemistry Institute (acs.org/green-chemistry-sustainability/acs-green-chemistry-institute) met à disposition une collection complète de matériel pédagogique et d'occasions de perfectionnement professionnel axés sur l'intégration de la chimie verte et de la durabilité dans les programmes de premier cycle.

Ressources recommandées :

- Modules d'enseignement de la chimie verte ;
- Ateliers sur la durabilité et la pensée systémique ;
- Études de cas en chimie verte ;
- Webinaires et présentations enregistrées de l'ACS ;
- Conférence annuelle sur la chimie et le génie verts de l'ACS (Green Chemistry & Engineering Conference) ;
- Réseaux de mentorat pour le corps professoral.

Les modules d'enseignement de premier cycle s'avèrent particulièrement utiles pour relier les notions traditionnelles de la chimie à la durabilité, à la pensée systémique et aux Objectifs de développement durable de l'ONU.

10. Conclusion

Les programmes de premier cycle agréés par la SCC doivent évaluer l'atteinte des résultats d'apprentissage en chimie verte et en durabilité en combinant des évaluations des connaissances, des activités pratiques de laboratoire, des projets et des évaluations intégratives. À la fin de leur parcours universitaire, les personnes diplômées doivent être capables d'appliquer les douze principes de la chimie verte, d'évaluer la durabilité des produits et procédés chimiques à l'aide de méthodes qualitatives et quantitatives, et de communiquer clairement les enjeux de durabilité dans des contextes professionnels de la chimie. Les preuves fournies peuvent englober des devoirs, des rapports de laboratoire, des examens, des projets de fin d'études, des portfolios, des exposés oraux ainsi que les grilles d'évaluation correspondantes. La chimie verte et la durabilité doivent être perçues comme des piliers fondamentaux de l'enseignement contemporain de la chimie, et non comme de simples modules isolés. En intégrant ces concepts au cœur des cours, des laboratoires, des devoirs et des projets de fin d'études, les départements de chimie prépareront efficacement leurs personnes diplômées à contribuer activement à l'innovation scientifique, à l'intendance environnementale, à la prospérité économique et au bien-être de la société. Une telle approche s'inscrit pleinement dans les attentes d'agrément de la SCC et reflète le rôle croissant et déterminant de la chimie face aux enjeux de durabilité locaux et mondiaux.

11. Références et ressources utiles

Laboratoires de premier cycle :

- Byrne F. P., Jin S., Paggiola G., Petchey T. H. M., Clark J. H., Farmer T. J., et al., (2016), Tools and Techniques for Solvent Selection: Green Solvent Selection Guides. *Sustain. Chem. Process*, **4**(1), 7, DOI: [10.1186/s40508-016-0051-z](https://doi.org/10.1186/s40508-016-0051-z).
- Dicks A. P. and Batey R. A., (2013), ConfChem Conference on Educating the Next Generation: Green and Sustainable Chemistry—Greening the Organic Curriculum: Development of an Undergraduate Catalytic Chemistry Course. *J. Chem. Educ.*, **90**(4), 519–520, DOI: [10.1021/ed2004998](https://doi.org/10.1021/ed2004998).
- Dicks A. P., (2018), Teaching Reaction Efficiency through the Lens of Green Chemistry: Should Students Focus on the Yield, or the Process?. *Curr. Opin. Green Sustain. Chem.*, **13**, 27–31, DOI: [10.1016/j.cogsc.2018.03.009](https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2018.03.009).
- Dicks A. P., Morra B., De Backere J. R., and Luska K. L., (2026), A Decade of Progress in Green and Sustainable Chemistry Undergraduate Laboratory Design. *Chem. Educ. Res. Pract.*, **10**.1039.D6RP00339G, DOI: [10.1039/D6RP00339G](https://doi.org/10.1039/D6RP00339G).
- Goodwin T. E., (2004), An Asymptotic Approach to the Development of a Green Organic Chemistry Laboratory. *J. Chem. Educ.*, **81**(8), 1187, DOI: [10.1021/ed081p1187](https://doi.org/10.1021/ed081p1187).
- Green Chemistry Teaching & Learning Community: Greener General Chemistry Labs, (2026), <https://gctlc.org/greener-general-chemistry-labs> (consulté le 26 août 2026).
- Green Chemistry Teaching & Learning Community: Greener Inorganic Labs, (2026), <https://gctlc.org/greener-inorganic-labs> (consulté le 26 août 2026).
- Milo A., Chen L., Grice K. A., and Vosburg D. A., (2025), Alternatives to Dichloromethane for Teaching Laboratories. *J. Chem. Educ.*, **102**(6), 2261–2267, DOI: [10.1021/acs.jchemed.5c00106](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00106).
- Silverman J. R. and Hudson R., (2020), Evaluating Feedstocks, Processes, and Products in the Teaching Laboratory: A Framework for Students to Use Metrics to Design Greener Chemistry Experiments. *J. Chem. Educ.*, **97**(2), 390–401, DOI: [10.1021/acs.jchemed.9b00292](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00292).
- Wright S. W. and Welder C. O., (2025), Elimination of Dichloromethane from the Introductory Organic Chemistry Teaching Laboratory. *J. Chem. Educ.*, **102**(7), 2845–2851, DOI: [10.1021/acs.jchemed.5c00430](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00430).

Enseignement de la durabilité :

- Aubrecht K. B., Bourgeois M., Brush E. J., MacKellar J., and Wissinger J. E., (2019), Integrating Green Chemistry in the Curriculum: Building Student Skills in Systems Thinking, Safety, and Sustainability. *J. Chem. Educ.*, **96**(12), 2872–2880, DOI: [10.1021/acs.jchemed.9b00354](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00354).
- De Verteuil J., Jessop P. G., and Bongers A., (2024), Integrating Simple Environmental Impact-Based Metrics into the Undergraduate Curriculum. *J. Chem. Educ.*, **101**(4), 1592–1598, DOI: [10.1021/acs.jchemed.3c01217](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01217).
- Dicks A. P., (2023), Teaching Greener & More Sustainable Analytical Chemistry to Undergraduates: Some Strategies & Tips. *Green Anal. Chem.*, **7**, 100082, DOI: [10.1016/j.greeac.2023.100082](https://doi.org/10.1016/j.greeac.2023.100082).
- Mahaffy P. G., Matlin S. A., Whalen J. M., and Holme T. A., (2019), Integrating the Molecular Basis of Sustainability into General Chemistry through Systems Thinking. *J. Chem. Educ.*, **96**(12), 2730–2741, DOI: [10.1021/acs.jchemed.9b00390](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00390).
- Petillion R. J., Freeman T. K., and McNeil W. S., (2019), United Nations Sustainable Development Goals as a Thematic Framework for an Introductory Chemistry Curriculum. *J. Chem. Educ.*, **96**(12), 2845–2851, DOI: [10.1021/acs.jchemed.9b00307](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00307).
- Zuin V. G., Eilks I., Elschami M., and Kümmerer K., (2021), Education in Green Chemistry and in Sustainable Chemistry: Perspectives towards Sustainability. *Green Chem.*, **23**(4), 1594–1608, DOI: [10.1039/D0GC03313H](https://doi.org/10.1039/D0GC03313H).

Évaluations des apprentissages :

- Armstrong L. B., Irie L. M., Chou K., Rivas M., Douskey M. C., and Baranger A. M., (2024), What's in a Word? Student Beliefs and Understanding about Green Chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, **25**(1), 115–132, DOI: [10.1039/D2RP00270A](https://doi.org/10.1039/D2RP00270A).
- Day E. L., McFall-Boegeman H., Petritis S. J., Alzamily N., Zhang M., and Cooper M. M., (2026), Starting with Synthetic Routes: A Cooperative Case Study to Engage Second Year Organic Chemistry Students in Evaluating Solutions Using Green Chemistry Metrics. *J. Chem. Educ.*, **103**(4), 2040–2047, DOI: [10.1021/acs.jchemed.5c01545](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c01545).
- Fennie M. W. and Roth J. M., (2016), Comparing Amide-Forming Reactions Using Green Chemistry Metrics in an Undergraduate Organic Laboratory. *J. Chem. Educ.*, **93**(10), 1788–1793, DOI: [10.1021/acs.jchemed.6b00090](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00090).
- Grieger K. and Leontyev A., (2024), Evaluation of the Open-Ended Green Chemistry Generic Comparison (GC)2 Prompt for Probing Student Conceptions about the Greenness of a Chemical Reaction. *J. Chem. Educ.*, **101**(7), 2644–2655, DOI: [10.1021/acs.jchemed.4c00258](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00258).
- Grieger K., Schiro A., and Leontyev A., (2022), Development of the Assessment of Student Knowledge of Green Chemistry Principles (ASK-GCP). *Chem. Educ. Res. Pract.*, **23**(3), 531–544, DOI: [10.1039/D1RP00291K](https://doi.org/10.1039/D1RP00291K).
- Khuong K. S., (2017), Greener Oxidation of Benzhydrol: Evaluating Three Oxidation Procedures in the Organic Laboratory. *J. Chem. Educ.*, **94**(4), 534–537, DOI: [10.1021/acs.jchemed.6b00433](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00433).

Perfectionnement et formation du corps professoral et du personnel enseignant :

- Cannon A. S., Warner J. C., Vidal J. L., O'Neil N. J., Nyansa M. M. S., Obhi N. K., and Moir J. W., (2024), A Promise to a Sustainable Future: 10 Years of the Green Chemistry Commitment at Beyond Benign. *Green Chem.*, **26**(12), 6983–6993, DOI: [10.1039/D4GC00575A](https://doi.org/10.1039/D4GC00575A).
- Hensley M. S., Burrows N. L., Gil-Arcos N., Wiggins N. D., and Cannon A. S., (2025), Exploring Instructors' Professional Development Experiences and Needs in Green Chemistry Education. *J. Chem. Educ.*, **102**(12), 5196–5206, DOI: [10.1021/acs.jchemed.5c01110](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c01110).
- Moir J. W., Obhi N. K., MacKellar J., Laviska D. A., and Cannon A. S., (2025), The Need for and Evolution of a Global Community of Practice in Green Chemistry Education. *J. Chem. Educ.*, **102**(8), 3387–3398, DOI: [10.1021/acs.jchemed.5c00234](https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c00234).