

# Examen des nouveaux domaines d'exercice du génie

Le 23 mai 2025

Les questions concernant le contenu du présent rapport doivent être envoyées à :

Ryan Melsom  
Gestionnaire, Compétences professionnelles et secrétaire du BCCAG  
Ingénieurs Canada  
[ryan.melsom@engineerscanada.ca](mailto:ryan.melsom@engineerscanada.ca)

## Table des matières

---

Table des matières .....	2
Introduction .....	3
Définitions .....	6
Principes.....	9
Modèle de réglementation des nouvelles disciplines (MRND).....	10
Application du MRND .....	17
Exemple de travail : « Génie de l'intelligence artificielle ».....	26
Recommandations .....	30
Abréviations et définitions .....	32
Références.....	34

## Introduction

---

Devant la hausse du nombre de nouveaux domaines d'exercice, le conseil d'Ingénieurs Canada a fait de leur réglementation une priorité stratégique. En 2023, dans le cadre de cette stratégie, le Bureau canadien des conditions d'admission en génie (BCCAG) a donc été chargé de préparer une orientation générale sur la définition, l'évaluation et la réglementation des nouveaux domaines d'exercice. Pour contribuer à faire avancer cette priorité, Ingénieurs Canada a élaboré un document d'Ingénieurs Canada (le « document d'Ingénieurs Canada », le présent document) sur la réglementation des nouvelles disciplines et des nouveaux domaines d'exercice du génie. Ce document orientera les organismes de réglementation canadiens du génie (les « organismes de réglementation ») sur la façon de définir les nouveaux domaines d'exercice du génie et de les encadrer d'une façon qui concilie la protection du public et les avantages que les nouveaux produits et services du génie apportent à la société.

## Motivation

---

Les progrès de la science et de la technologie procurent des avantages en contribuant à apporter des solutions à des problèmes sociétaux urgents, comme les changements climatiques, l'équité et la justice, la santé et la maladie, et l'instabilité économique. En raison de leur formation et de leur expérience techniques ainsi que de leur position dans la société en tant que professionnels réglementés, les ingénieurs sont bien placés pour effectuer des recherches, mettre au point et opérationnaliser ces progrès. Toutefois, ces derniers exigent souvent que les professionnels utilisent des connaissances nouvelles et spécialisées, qui peuvent différer des pratiques établies. Les écarts par rapport aux pratiques établies comportent des risques différents, et peut-être inconnus, qu'il faut gérer afin de réaliser pleinement le potentiel des progrès scientifiques et technologiques en plus de protéger le public contre les compromis risques-bénéfices déséquilibrés ou inappropriés.

Les organismes de réglementation du génie du Canada, habilités par les mandats législatifs des gouvernements provinciaux et territoriaux, jouent un rôle important dans la gestion des risques associés à l'exercice du génie. Dans le cadre de leurs fonctions, les organismes de réglementation doivent se tenir au courant des progrès de l'exercice du génie qui sont principalement menés par l'industrie, tout en appliquant simultanément une « touche » réglementaire appropriée (ampleur, moment, etc.) pour gérer le risque sans étouffer l'innovation ou la croissance. Il s'avère qu'il s'agit là d'une tâche remarquablement difficile, en particulier pour les domaines nouveaux ou « émergents » de l'exercice du génie. Une position réglementaire stricte appliquée lorsqu'un domaine de pratique en est encore à ses balbutiements pourrait décourager l'adoption de l'inscription ou de l'exercice professionnel dans le domaine en poussant les professionnels vers des secteurs de compétences qui ne présentent pas d'obstacles réglementaires. À l'inverse, l'absence ou la faiblesse de mesures réglementaires pourrait faire croître un risque inutile pour le public à court ou à long terme en raison de l'exercice par des personnes non qualifiées ou une communauté de pratique professionnelle médiocre dans la région.

Pour gérer les risques tout en offrant un soutien approprié à l'innovation et à la croissance dans les nouveaux domaines de l'exercice du génie, l'établissement d'un cadre pour Ingénieurs Canada et les organismes de réglementation s'avère nécessaire.

## **Objet**

Le présent document a pour objet de doter les organismes de réglementation du génie d'un cadre pancanadien, souple et axé sur le risque, qui offre un niveau approprié de flexibilité et de latitude dans la définition et l'inclusion des nouveaux domaines d'exercice et les nouvelles disciplines du génie. Le cadre comportera un ensemble de principes, un modèle conceptuel (appelé « modèle de réglementation des nouvelles disciplines » ou MRND) et des orientations pour la mise en œuvre des principes et du modèle par les organismes de réglementation. Le MRND a aussi un aspect temporel qui tient compte de l'évolution des nouveaux domaines d'exercice.

Le présent document vise à offrir aux organismes de réglementation des outils qui les aideront à prendre des décisions au sujet des nouveaux domaines d'exercice du génie. Il ne s'emploie pas à trancher si les organismes de réglementation devraient en faire plus (ou moins) pour réglementer un domaine précis. Au lieu de cela, il propose un cadre et un modèle pour guider la réponse des organismes de réglementation dans l'ensemble des provinces et territoires aux nouveaux domaines d'exercice et aux nouvelles disciplines, dans le but global de faciliter une approche systématique et uniforme à la réglementation.

## **Rôle d'Ingénieurs Canada**

L'un des objectifs fondamentaux d'Ingénieurs Canada est de faire un suivi, mener des recherches et fournir des conseils à ses membres (les organismes de réglementation canadiens) en ce qui concerne les changements et les progrès qui ont une incidence sur l'environnement réglementaire et la profession d'ingénieur. Ingénieurs Canada est également chargé de fournir des services et des outils qui permettent l'évaluation des compétences en génie et favorisent l'excellence en matière d'exercice et de réglementation du génie, tout en gérant les risques et les occasions liées à la mobilité du travail et des ingénieurs dans le monde. À ce titre, deux services essentiels fournis par Ingénieurs Canada sont l'agrément des programmes de génie et l'élaboration de guides pour les candidats au permis d'exercice.

Dans son plan stratégique actuel, Ingénieurs Canada mentionne que le soutien de ses membres concernant la réglementation des nouveaux domaines constitue une priorité. Jusqu'à présent, dans le cadre de cette priorité, Ingénieurs Canada s'est concentré sur l'élaboration de guides et d'outils pour appuyer l'évaluation des candidats au permis d'exercice dans de nouveaux domaines particuliers. Cependant, il n'existe pas de cadre général de principes fondamentaux pour guider la détermination, la définition, l'évaluation et la réglementation des nouveaux domaines d'exercice et des nouvelles disciplines du génie. Le présent document d'orientation tourné vers l'avenir vise à établir ce cadre afin que les organismes de réglementation l'utilisent s'ils le souhaitent.

## Rôle des organismes de réglementation du génie

Les 12 organismes de réglementation du génie du Canada se sont vu confier par le gouvernement qui les régit le mandat d'autoréglementer la profession d'ingénieur ainsi que de protéger l'intérêt public et l'environnement. Les responsabilités des organismes de réglementation comprennent l'octroi de permis d'exercice aux personnes qualifiées pour exercer le génie, l'établissement de normes de pratique professionnelle ainsi que l'application des lois et des règlements propres à chaque secteur de compétence.

Bien qu'il existe des différences entre les systèmes de réglementation de chaque secteur de compétence, tous les organismes de réglementation conviennent que le partenariat et la collaboration sont essentiels à une réglementation efficace. Ce consensus a récemment été confirmé par la signature d'un Énoncé national de collaboration [1]. Cet énoncé définit plusieurs rôles et responsabilités des organismes de réglementation du génie en ce qui a trait à la réglementation des nouveaux domaines d'exercice. Un rôle particulièrement important est d'évaluer les effets de toute modification apportée aux lois, aux règlements, aux statuts, aux politiques, aux programmes ou aux pratiques et plaider en faveur d'une collaboration au sein de leur zone de compétence lorsqu'ils procèdent à des changements.

## Utilisation de l'orientation

Le présent document et l'orientation qui s'y trouve ont été préparés avec un regard vers l'avenir et ayant l'intention de susciter des discussions sur les initiatives liées aux nouveaux domaines d'exercice du génie. Il est reconnu que l'orientation ne correspond pas nécessairement exactement aux pratiques actuelles des organismes .

Les organismes canadiens de réglementation du génie et Ingénieurs Canada sont les principaux destinataires du présent document, vise deux utilisations principales :

1. Aider les organismes de réglementation à se préparer à l'émergence de nouveaux domaines d'exercice et de nouvelles disciplines du génie et, dans une certaine mesure, favoriser leur évolution, en particulier pour que la réglementation du génie ne soit pas « laissée pour compte » à mesure que la science et la technologie progressent.
2. Aider les organismes de réglementation et les autres parties intéressées qui interagissent avec ceux-ci à choisir les activités réglementaires adaptées (dites « *right touch* », tout en gardant à l'esprit le niveau de maturité et les risques associés à l'exercice du génie dans les disciplines et les nouveaux domaines, et ce, dans le but de protéger le public.

## Comparaison avec la réglementation dans d'autres professions et secteurs

Comparativement aux organismes de réglementation d'autres secteurs et professions, la réglementation de l'exercice du génie peut être considérée comme particulièrement complexe sachant que sa définition couvre un vaste éventail de domaines. Malgré cette comparaison, ou en raison de celle-ci, il convient de noter que d'autres organismes de réglementation utilisent et

appliquent des règlements sur la portée de l'exercice en plus de confier aux titulaires de permis la responsabilité d'harmoniser la portée de l'exercice avec leurs compétences. Les professionnels des secteurs de la santé et du droit sont des exemples de secteurs réglementés qui recourent à l'application de la portée de l'exercice. L'application de la portée de l'exercice permet à ces organismes de réglementation de créer des dispositions particulières pour les domaines de pratique nouveaux et émergents, comme les soins de santé à distance ou la prescription de médicaments par les pharmaciens, sans qu'il soit nécessaire que les professionnels travaillant dans ces domaines disposent des qualifications requises pour un exercice plus général. À l'heure actuelle, les organismes de réglementation du génie au Canada n'utilisent généralement pas la réglementation sur la portée de l'exercice.

## Définitions

---

Cette section motive et définit la terminologie essentielle utilisée tout au long du document et qui devrait être utile aux organismes de réglementation qui appliquent ces conseils, soit en adoptant directement ces définitions ou en les modifiant de façon à satisfaire aux besoins de la ou des provinces ou du ou des territoires en question.

### L'exercice de la profession d'ingénieur

Il est reconnu que les organismes canadiens de réglementation du génie s'appuient sur différentes définitions de ce qui constitue l'ingénierie. Bien que le présent document renvoie à une définition conjointe d'Ingénieurs Canada, les organismes de réglementation peuvent envisager l'utilisation de leurs propres définitions. On estime que les définitions utilisées par les différents organismes de réglementation sont suffisamment harmonisées pour permettre une utilisation significative de ce document d'orientation dans tout le Canada.

Ingénieurs Canada définit l'exercice du génie comme « toute activité de planification, de conception, de composition, d'évaluation, de consultation, de production de rapports, de direction ou de supervision ou toute gestion d'une activité précitée qui nécessite l'application de principes d'ingénierie et qui se rapporte à la protection de la vie, de la santé, des biens, des intérêts économiques, du bien-être public ou de l'environnement » [2].

### Disciplines du génie et domaines d'exercice

Le génie est un concept général, comme en témoigne la définition de l'« exercice du génie » ci-dessus. Les organismes de réglementation distinguent les différentes disciplines et les différents domaines d'exercice du génie afin de permettre des considérations plus ciblées. Les expressions « discipline » et « domaine d'exercice » (ou simplement « domaine ») sont parfois utilisées sans démarcation claire. Par exemple, le plan stratégique d'Ingénieurs Canada accorde la priorité au soutien de la réglementation des nouveaux *domaines*, tandis que l'initiative de ce document d'orientation porte sur la réglementation des nouvelles *disciplines*. Il est utile de clarifier cette terminologie.

On s'entend pour dire que la notion de *discipline* est plus large que celle d'un *domaine d'exercice*. La racine fondamentale du terme *discipline* est l'*apprentissage*, tandis que la racine du terme *exercice* est la *pratique* d'une activité.

Aux fins du présent document, une « discipline du génie » est définie comme une branche particulière d'*études* du génie qui met l'accent sur un ensemble distinct de connaissances des principes techniques et scientifiques portant sur des catégories particulières de problèmes. Voici des exemples de disciplines de génie : génie civil, génie mécanique, génie électrique et génie logiciel. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une vérité universelle, les disciplines du génie s'harmonisent généralement avec les programmes de premier cycle offerts par les établissements d'enseignement supérieur au Canada (p. ex., baccalauréat en génie – mécanique).

Les disciplines du génie sont fondamentales pour soutenir des domaines d'application spécifiques de l'exercice du génie dans l'industrie. Un « domaine d'exercice » est un domaine spécialisé d'*application* des principes de génie à des problèmes techniques précis (p. ex., contrôle robotique et automatisation). Un domaine d'exercice peut être interdisciplinaire en ce sens qu'il peut être soutenu par différentes disciplines du génie. Par exemple, l'exercice du contrôle robotique et de l'automatisation dépend de l'application des principes des disciplines du génie mécanique, électrique, informatique et logiciel.

## **Industrie d'exercice**

Les ingénieurs exercent dans divers secteurs, par exemple, les soins de santé, les transports, la production d'énergie, la fabrication, etc. Certains organismes de réglementation classent également les « industries d'exercice » en plus des domaines d'exercice. Du point de vue de la réglementation pragmatique, c'est logique puisque la compréhension de l'industrie joue un rôle dans l'évaluation et l'atténuation des risques pour le public et l'environnement. Par exemple, un domaine d'exercice en « robotique » peut être considéré comme plus critique en ce qui concerne le risque pour les humains (patients, fournisseurs de soins de santé) dans l'industrie des soins de santé que dans l'industrie du nettoyage à domicile.

## **Émergence**

Si l'on se fie au modèle de pyramide de l'exercice du génie présenté dans la Figure 1, l'émergence d'une nouvelle discipline du génie se produit normalement « de haut en bas ». Autrement dit, l'émergence d'une discipline est dictée par un besoin de la société ou de l'industrie, ce qui conduit à des progrès dans les connaissances sur la façon de régler les problèmes liés à ce besoin. Par exemple, le besoin sociétal de s'adapter aux changements climatiques entraîne de nombreux problèmes dans des contextes industriels particuliers (p. ex., production, stockage et transport d'énergie neutre en carbone).



Figure 1 – Modèle pyramidal de l'exercice du génie. Distingue les concepts de la discipline, du domaine d'exercice et de l'industrie d'exercice.

À mesure que les problèmes propres à l'industrie sont résolus, les connaissances sur la façon de les résoudre dans des contextes plus généraux se renforcent et contribuent à un domaine plus large d'exercice du génie. Il est possible que, si les problèmes sous-jacents de l'industrie sont résolus adéquatement, un domaine d'exercice ne s'étende pas à toute une discipline. Le domaine pourrait continuer à développer de nouvelles connaissances propres aux problèmes qu'il vise à aborder, mais la demande pour l'application de ces connaissances par la société pourrait être limitée.

À l'inverse, s'il y a une demande accrue pour les connaissances spécifiques à un domaine d'exercice du génie, elles pourraient devenir une discipline du génie. Par exemple, pour répondre à la demande accrue, les établissements d'enseignement supérieur pourraient mettre sur pied des programmes de formation visant à former de nombreux professionnels dans un domaine d'exercice. La vitesse à laquelle les nouveaux domaines d'exercice conduisent à l'émergence de nouvelles disciplines dépend de trois facteurs principaux :

1. La mesure dans laquelle les connaissances fondamentales, les principes et les méthodes enseignés dans les disciplines établies appuient un domaine d'exercice, c.-à-d. l'écart entre les connaissances enseignées dans un établissement d'enseignement et les connaissances acquises après l'obtention d'un diplôme.
2. La mesure dans laquelle la portée de l'exercice d'un domaine ou de son domaine d'application diffère de ceux des domaines de pratique ou des disciplines établis.
3. L'ampleur de la demande de professionnels et de professionnelles travaillant dans un nouveau domaine.

Bien qu'il y ait souvent un chevauchement des connaissances entre le génie et les domaines scientifiques, il est important de distinguer l'émergence de disciplines dans ces domaines. Dans le domaine des sciences, les nouveaux domaines d'étude et les nouvelles disciplines découlent des progrès de la recherche, un processus « ascendant », appelé la « fission scientifique » d'une discipline [3]. Autrement dit, l'étude scientifique (en tant que quête de connaissances) n'est pas nécessairement motivée par des besoins industriels ou sociétaux. Alors que, comme décrit

précédemment, l'émergence de domaines d'exercice du génie et de disciplines du génie se base sur les besoins sociétaux et industriels.

## Terminologie supplémentaire

L'objet du présent document est d'instaurer un cadre de gestion des risques, car un ensemble d'activités propres à une industrie (le haut de la pyramide) mûrit pour devenir potentiellement une discipline du génie à part entière (le bas de la pyramide). Il est commode d'avoir une terminologie pour désigner l'ensemble de pratiques, de connaissances, de conventions, etc., qui mûrit, peu importe sa phase de maturité explicite. Ainsi, en plus de la terminologie présentée ci-dessous, l'expression « domaine du génie », dans tout le présent document, est utilisée pour désigner de façon générale un nouveau domaine de l'exercice du génie ou une discipline du génie sans aucune déclaration sur sa maturité. C'est-à-dire qu'un « domaine du génie » pourrait en être à ses balbutiements, ne s'appliquant qu'à une poignée de professionnels de l'industrie, ou pourrait désigner toute une discipline.

## Principes

---

L'analyse documentaire sur les nouveaux domaines d'exercice et les consultations auprès des personnes ayant participé à l'atelier et des parties intéressées ont mis en évidence l'importance de trois considérations essentielles. Ces principes sont le fondement du cadre proposé plus loin dans le présent document.

### Proportionnalité du risque

L'un des aspects fondamentaux de la réglementation adaptée est que la force réglementaire doit être proportionnelle au risque pour le public et à l'attitude de la société envers la tolérance à ces risques. Les organismes de réglementation sont responsables envers le public et doivent être capables de justifier leurs décisions, qui peuvent être soumises à l'examen du public.

Les risques peuvent être à court terme ou à long terme. Dans les nouvelles disciplines, les risques à court terme sont souvent mieux compris que ceux à long terme, mais les deux types doivent être pris en compte. Les risques sont parfois des « inconnus connus » (p. ex., « nous ne savons pas quels seront les effets de cette nouvelle méthode de conception d'appareils médicaux biodégradables sur l'organisme des patients à long terme »), parfois des « inconnus inconnus » (p. ex., « nous ne sommes pas encore en mesure d'imaginer tous les risques possibles de ce type d'intelligence artificielle pour le monde »).

Un risque est considéré comme une combinaison de la gravité (impact, dommages, préjudice, conséquence, etc.) d'un événement négatif et de la probabilité (incidence, exposition, etc.) que l'événement se produise. Lorsqu'ils examinent la proportionnalité des risques, les organismes de réglementation du génie devraient tenir compte à la fois de la gravité et de la probabilité.

## Spécificité des connaissances

L'incertitude est souvent inhérente aux nouvelles disciplines. Il peut y avoir de l'incertitude au sujet de la portée d'un nouveau domaine d'exercice (p. ex., que fait un «ingénieur en intelligence artificielle»?), des principes techniques et scientifiques qui devraient être appliqués (p. ex., comment pouvons-nous prouver l'exactitude d'un système intelligent?) et de son lien avec une ou plusieurs disciplines du génie plus vastes (p. ex., quelles disciplines du génie constituent la base de l'exercice du «génie de l'IA»?).

Il est important de reconnaître que les nouveaux domaines du génie et leurs connaissances connexes ne se développent pas en vase clos. Ils le font plutôt dans un contexte sociétal et industriel qui influe sur la croissance des connaissances dans le domaine. Les domaines existants du génie et des connaissances scientifiques sont également susceptibles d'influer sur un nouveau domaine ou d'en être la source. Par exemple, un nouveau domaine pourrait combiner les connaissances de plusieurs domaines du génie, des sciences et de la profession juridique afin de mettre au point des solutions novatrices à un problème nouveau rencontré dans un contexte industriel. Il en découle de nouvelles connaissances sur la façon d'aborder un type spécifique de problème, qui forment la base du nouveau domaine du génie.

## Progression dans le temps

L'émergence de nouveaux domaines d'exercice est un processus qui s'inscrit dans le temps. Il est donc important de tenir compte de la progression temporelle dans l'élaboration d'orientations sur la réglementation des nouveaux domaines du génie. Le temps interagit avec les deux autres considérations principales présentées ci-dessus. Cette interaction complique particulièrement la réglementation des nouvelles disciplines. D'une part, il est difficile de réglementer les nouveaux domaines d'ingénierie dès leur apparition, car les risques et les incidences du domaine ne sont pas suffisamment connus. D'autre part, la réglementation tardive peut s'avérer coûteuse et sembler radicale et peu pratique. Par conséquent, la forme de la réglementation adaptée doit évoluer avec le temps et au fur et à mesure que les connaissances pertinentes se consolident, par exemple de l'éducation et de la sensibilisation à l'application de la réglementation.

## Modèle de réglementation des nouvelles disciplines (MRND)

---

Le présent document propose l'élaboration d'un modèle destiné à guider les organismes de réglementation dans leurs initiatives en vue de réglementer les nouvelles disciplines et les nouveaux domaines d'exercice. Ce modèle conceptuel, appelé «modèle de réglementation des nouvelles disciplines» (MRND), comporte quatre parties (voir la Figure 2), et les définitions des concepts qui y sont présentés suivent dans les sous-sections ci-dessous.

De façon globale, le MRND contient deux boucles de rétroaction imbriquées. La boucle «interne» utilise des indicateurs de maturité et de risque pour déterminer quelles mesures réglementaires s'appliquent à un nouveau domaine du génie. La boucle «externe» offre une surveillance et une amélioration des processus d'ordre supérieur.

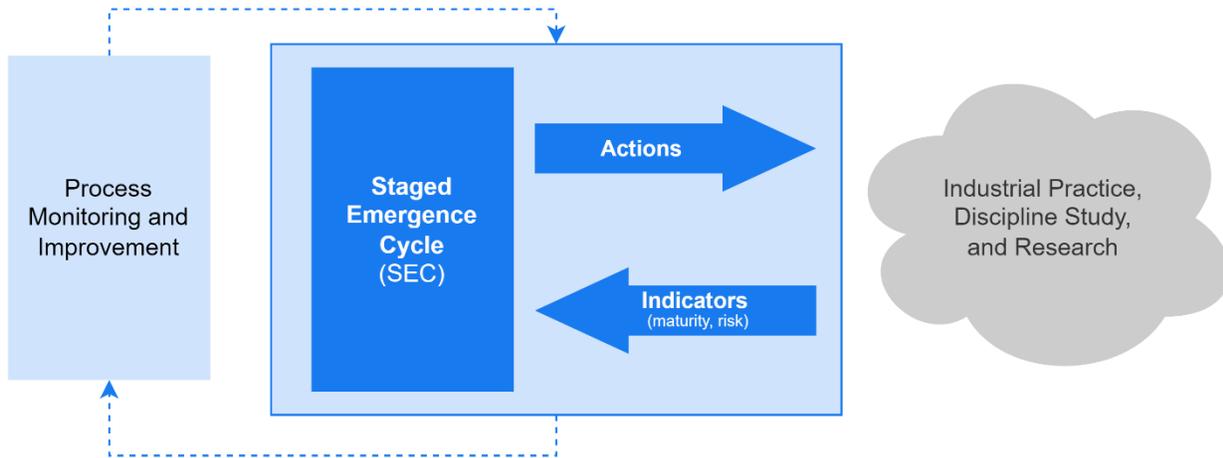


Figure 2 – Aperçu du Modèle de réglementation des nouvelles disciplines (MRND).

Le cycle d'émergence par étapes (CEE) est un modèle de maturité qui caractérise l'apparition d'un domaine d'ingénierie au fil du temps et qui établit un lien entre le temps et deux autres considérations principales présentées ci-dessus (connaissances et risque). Le cadre d'*indicateurs* fournit un ensemble de mesures que les organismes de réglementation peuvent mettre en place pour suivre et évaluer l'état des nouveaux domaines, qu'il s'agisse de leur évolution et du risque. Des titres de postes ou de rôles dans l'industrie, des offres de formation dans les nouveaux domaines ou des bases de données de rapports d'incidents sont des exemples d'indicateurs. Le cadre d'*action* décrit un ensemble d'actions et d'outils que les organismes de réglementation peuvent utiliser pour limiter les risques découlant de l'exercice d'un nouveau domaine. Il s'agit notamment d'initiatives de sensibilisation et d'éducation, de l'élaboration d'avis et de principes directeurs et de mesures d'application. Enfin, l'*amélioration du processus* fournit des orientations sur la façon dont les organismes de réglementation peuvent évaluer et améliorer en permanence leur capacité et leur maturité en ce qui concerne la réglementation des nouveaux domaines. Chaque élément du MRND est décrit en détail ci-dessous.

## Cycle d'émergence par étapes (CEE)

Le cycle d'émergence par étapes (CEE) est un modèle conceptuel qui caractérise l'apparition d'un domaine d'ingénierie en trois étapes. Les étapes du CEE reflètent le modèle d'émergence décrit par la pyramide de l'exercice du génie présentée dans la figure 1, qui repose sur la notion selon laquelle l'émergence d'un domaine du génie est motivée par des besoins industriels et sociétaux.

Étant donné qu'il s'agit d'un nouveau domaine du génie, les étapes du CEE sont les suivantes :

- **Étape 1 (reconnaissance de l'industrie)** – Le domaine du génie est reconnu dans des industries particulières comme étant la résolution d'un ensemble particulier d'applications industrielles qui doivent être étudiées pour assurer la protection de la vie, de la santé, des biens, des intérêts économiques, du bien-être public ou de l'environnement. L'ensemble des activités de génie effectuées par des professionnels pour régler des problèmes industriels est reconnu par un nom précis (p. ex., « génie XYZ ») au sein de l'industrie.

- **Étape 2 (reconnaissance de l'exercice)** – Le domaine du génie est reconnu comme rassemblant des connaissances transférables entre les domaines d'application ou les secteurs verticaux industriels, de sorte qu'un domaine d'*exercice* (portée, compétences, méthodes, outils, normes techniques, conventions, etc.) émerge. Les personnes travaillant dans le domaine s'entendent généralement sur ce qui constitue un exercice professionnel approprié (ou inapproprié) dans le domaine du génie. Le domaine du génie peut s'appuyer sur les connaissances d'une ou de plusieurs disciplines du génie établies.
- **Étape 3 (reconnaissance de la discipline)** – Un ensemble de connaissances largement accepté sur le domaine du génie (p. ex., le Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK [4]) est reconnu et sert de base à des programmes d'enseignement et de formation holistiques (p. ex., des programmes agréés de premier cycle) visant à fournir aux professionnels des connaissances et des compétences dans le domaine du génie en question.

L'étude des étapes discrètes du CEE est bien sûr une abstraction de ce qui, en réalité, constitue un processus continu d'accumulation de connaissances et de reconnaissance d'un domaine du génie en voie de maturation. Toutefois, cette abstraction peut être utile aux organismes de réglementation lorsqu'ils décident de la façon d'aborder la réglementation d'un domaine en croissance. À cette fin, les étapes du CEE peuvent être considérées comme des « seuils » que le domaine du génie dépasse dans le cadre de son émergence.

Bien que cela ne soit pas officiellement décrit dans le cadre du CEE, avant d'atteindre l'*étape 1 (reconnaissance de l'industrie)*, un domaine du génie doit passer par une période de « genèse » (peut-être une « étape 0 ») au cours de laquelle les problèmes industriels sont repérés et résolus de façon uniforme et reproductible (peut-être plusieurs fois) afin d'établir une base pour le domaine du génie.

## Indicateurs

Conformément aux principes énoncés dans la section 3, la réglementation des nouvelles disciplines devrait tenir compte des *connaissances* (c.-à-d. de la mesure dans laquelle elles sont comprises et reconnues comme un ensemble de connaissances généralisables) et des *risques* (c.-à-d. le potentiel de préjudice). Par conséquent, les deux catégories d'indicateurs sont à l'étude : les indicateurs de maturité et les indicateurs de risque.

### Indicateurs de maturité

Les indicateurs de maturité sont répartis en fonction des étapes du CEE. Ils visent à aider les organismes de réglementation à évaluer l'étape à laquelle se trouve un domaine du génie et à déterminer quand celui-ci a progressé d'une étape à une autre. L'utilisation d'indicateurs, plutôt que de critères stricts, est intentionnelle. Une telle décision reconnaît qu'il n'y a pas d'approche universelle en matière de réglementation du génie et que des indicateurs différents pourraient être plus utiles pour différents domaines du génie et secteurs de compétence. De plus, il n'est pas nécessaire que tous les indicateurs soient satisfaits pour qu'un domaine du génie passe d'une étape à une autre. Les organismes de réglementation qui appliquent le MRND devraient interpréter les indicateurs en combinaison avec la définition de l'étape pour évaluer celle à laquelle se trouve un domaine du génie.

Un ensemble suggéré d'indicateurs, organisés par étape du CEE pour laquelle ils s'appliquent, est fourni dans la section 0 ci-dessous. Dans l'ensemble, les indicateurs de maturité correspondent aux tendances suivantes :

- À mesure qu'un domaine du génie émerge, le nombre de professionnels y travaillant augmente, ce qui peut être déterminé en sondant les entreprises ou les professionnels inscrits auprès d'un organisme de réglementation, ou encore en analysant les tendances de l'emploi et des affaires dans le domaine (peu importe le statut d'inscription professionnelle).
- À mesure qu'un domaine du génie émerge, la demande d'enseignement et de formation dans ce domaine augmente, ce qui peut être mesuré par l'existence de divers événements et programmes de développement professionnel offerts par les établissements d'enseignement supérieur.
- À mesure qu'un domaine du génie émerge, les connaissances y mûrissent, passant de connaissances propres à l'industrie ou à certaines applications à des pratiques plus généralisées, ce qui peut être mesuré par l'existence de normes techniques, de publications, de programmes de cours et de programmes de formation.
- À mesure qu'un domaine du génie émerge, il apparaît plus souvent dans les projets ou les discours publics (p. ex., du gouvernement).

### Indicateurs de risque

Pour être efficace, une réglementation adaptée (dite « *right touch* ») exige de trouver le *juste équilibre* entre l'évitement des préjudices et l'atténuation des conséquences imprévues des mesures réglementaires, comme étouffer l'innovation et entraver la croissance d'une communauté de pratique, ou encore les coûts de conformité aux normes réglementaires. Les points de vue de la société et les priorités publiques devraient guider la décision sur la façon de trouver ce *juste équilibre*. Par conséquent, les indicateurs de risque proposés comportent trois sous-catégories d'indicateurs :

- 1) les indicateurs de préjudice potentiel découlant d'un nouveau domaine d'exercice du génie;
- 2) les indicateurs de la possibilité de conséquences imprévues (de la réglementation);
- 3) les indicateurs de la « propension au risque » du public que les organismes de réglementation sont chargés de protéger.

Ces indicateurs de risque peuvent être utilisés pour classer le risque d'un domaine du génie. Pour appliquer le MRND, il est nécessaire de classer le risque à l'un des trois niveaux suivants : risque faible, risque modéré ou risque élevé. Le niveau de risque éclairé, lorsqu'il est combiné aux indicateurs de maturité, les mesures que l'organisme de réglementation pourrait prendre pour gérer le risque.

Fait important, étant donné que le risque dépend fortement de nombreux facteurs contextuels, le niveau de risque doit être évalué pour une application particulière. Par exemple, il est difficile d'évaluer le risque que présente le génie mécanique dans son ensemble, car certaines applications du génie mécanique présentent un risque relativement faible tandis que d'autres peuvent présenter un risque extrêmement élevé.

Comme l'un des rôles essentiels des organismes de réglementation est de gérer les risques pour le public et l'environnement, il est reconnu que les organismes de réglementation peuvent avoir établi leurs propres moyens d'évaluer les risques. L'objet du présent document n'est pas de (ré)inventer l'évaluation des risques. Ce document explique plutôt comment appliquer les résultats d'une évaluation des risques aux nouveaux domaines du génie. Si un organisme de réglementation dispose déjà d'une méthode établie d'évaluation des risques, on s'attend à ce que le MRND puisse être adapté pour utiliser les résultats de cette méthode. Si ce n'est pas le cas, la section 0 contient des suggestions d'indicateurs de risque qui correspondent aux trois sous-catégories présentées ci-dessus.

### Maturité, risque et incertitude

L'évaluation des risques associés aux étapes moins avancées (p. ex., les domaines moins matures qui se trouvent à l'étape 1) a tendance à être plus difficile que l'évaluation des risques à des étapes plus avancées (p. ex., les domaines plus matures qui se trouvent à l'étape 2 ou 3) en raison de la plus grande incertitude entourant la nature des travaux du génie effectués. La Figure 3 illustre ce concept en indiquant les intervalles de confiance décroissants pour les évaluations des risques au fil du temps à mesure qu'un nouveau domaine du génie mûrit. Elle montre trois trajectoires de risque illustratives (en rouge, en bleu et en vert) d'un nouveau domaine, qui commencent toutes par une grande incertitude au sujet des risques associés. À mesure que le niveau de maturité augmente, la trajectoire verte converge vers un faible risque tandis que la rouge tend vers une évaluation de risque élevé. Il est important que les organismes de réglementation soient conscients de l'incidence que l'incertitude pourrait avoir sur l'évaluation des risques pour un nouveau domaine du génie.

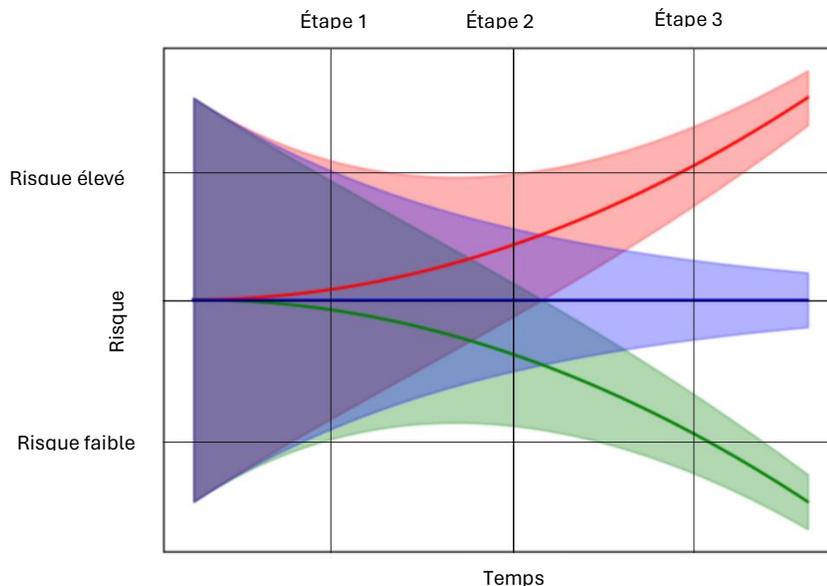


Figure 3 – Incidence de l'incertitude sur le risque et la maturité.

## MESURES

Selon l'étape de maturité du CEE atteinte par un nouveau domaine du génie et son niveau de risque, comme il a été déterminé par les indicateurs décrits ci-dessus, des « mesures » peuvent être choisies pour gérer le risque de l'exercice dans le domaine. Différentes mesures s'appliquent à différentes

combinaisons de maturité et de risque. Cependant, il existe des tendances générales dans certaines catégories à prendre en considération, qui sont abordées ci-dessous. Des suggestions concrètes de mesures sont fournies dans la section 0.

Il est reconnu que chaque organisme de réglementation exerce ses activités dans un contexte comportant des contraintes industrielles, législatives et judiciaires particulières. Les tendances abordées ci-dessous et les mesures suggérées dans la section 0 visent à fournir des suggestions sur la façon dont les organismes de réglementation pourraient appliquer la réglementation dite « *right touch* » en fonction de la maturité et du risque de l'exercice dans le cadre d'un nouveau domaine du génie. Pour cette raison, des mesures variées sont proposées afin qu'ils choisissent celles qui conviennent le mieux à leur contexte.

### Mesures générales relatives à l'enseignement et aux connaissances

Les mesures de la catégorie « Enseignement et connaissances » sont axées sur l'établissement et le maintien des connaissances scientifiques et du génie fondamentales qui appuient le domaine du génie.

Dans le cas des domaines du génie dont la maturité est plus faible (c.-à-d. à l'étape 1), les mesures axées sur l'enseignement entreprises par les organismes de réglementation devraient se concentrer sur la sensibilisation au domaine du génie et aux risques connexes. À mesure que le domaine évolue (p. ex., aux étapes 2 et 3), les mesures devraient s'orienter vers l'établissement et la communication de normes de l'exercice professionnel. De plus, surtout aux premières étapes, il peut être important que les organismes de réglementation s'engagent à se former eux-mêmes pour améliorer leur compréhension de l'exercice. Sur le plan conceptuel, cela aura pour effet de réduire l'incertitude au sujet de la maturité et du risque du domaine, c.-à-d. de réduire l'« intervalle de confiance » de la Figure 3 ci-dessus.

Pour les domaines du génie plus matures (c.-à-d. aux étapes 2 ou 3), les organismes de réglementation peuvent envisager des mesures axées sur l'enseignement qui mettent l'accent sur le maintien et la croissance progressive des connaissances dans le domaine, comme participer (p. ex., réviser, consulter, etc.) à la mise au point de programmes d'études et collaborer avec les établissements d'enseignement supérieur pour s'assurer que les personnes diplômées des programmes de formation connaissent les exigences professionnelles du domaine. Pour les domaines à risque modéré ou élevé, les organismes de réglementation devraient également envisager de rédiger des guides d'exercice décrivant les normes d'exercice attendues dans le domaine du génie.

### Mesures générales relatives à l'inscription

La capacité des organismes de réglementation à réglementer efficacement un domaine du génie à long terme et, par conséquent, à protéger le public, dépend des mesures prises dès les premières étapes de développement du domaine. Le recours à des approches de réglementation uniquement « réactives » pour les nouveaux domaines entraînera la création de nouveaux secteurs qui ne seront pas surveillés par les organismes de réglementation; ainsi, il est peu probable que le secteur mette au point des pratiques fondamentales en matière de réglementation professionnelle. Pour éviter ce scénario, les organismes de réglementation devront peut-être entreprendre des initiatives stratégiques axées sur l'inscription et la défense des droits qui mettent en évidence le rôle de la

réglementation professionnelle dans un nouveau domaine. À cette fin, les mesures relevant de la catégorie « Inscription » sont axées sur la croissance et le maintien de la communauté de pratique professionnelle.

Dans le cas des domaines du génie dont la maturité est plus faible (c.-à-d. à l'étape 1), les mesures liées à l'inscription devraient mettre l'accent sur l'établissement d'une communauté<sup>1</sup> initiale de professionnels autorisés ou réglementés qui exercent dans le domaine du génie. Il pourrait s'agir de professionnels collaborateurs qui sont déjà titulaires de permis et qui ont fait évoluer leur champ d'exercice pour travailler dans le nouveau domaine. De plus, les organismes de réglementation pourraient envisager des critères plus souples pour les candidats à l'inscription afin de créer une « base » de professionnels autorisés à partir de laquelle la communauté pourra croître. À mesure que le domaine du génie gagne en maturité (c.-à-d. aux étapes 2 et 3) et que la communauté de pratique s'agrandit, des exigences plus strictes<sup>2</sup> en matière de formation et d'expérience devraient être appliquées.

Particulièrement dans les domaines à risque élevé, des initiatives d'inscription proactives pourraient être nécessaires afin de trouver des entreprises et des personnes professionnelles qui exercent, mais qui ne sont pas inscrites. De telles initiatives sont importantes pour faire en sorte qu'à mesure que la communauté de pratique progresse dans les domaines à risque élevé, elle le fasse d'une manière conforme aux attentes de l'organisme de réglementation.

### Mesures générales relatives à la réglementation

Les mesures de la catégorie « Réglementation » visent à réglementer l'exercice des professionnels qui sont déjà titulaires d'un permis ou inscrits.

Dans le cas des domaines du génie dont la maturité est plus faible (c.-à-d. aux étapes 1 ou 2), les mesures réglementaires devraient être abordées de façon constructive dans le but d'apprendre mutuellement. Par exemple, si des vérifications d'entreprise sont engagées, elles doivent être effectuées en tenant compte du fait que les normes d'exercice et les conventions dans le nouveau domaine peuvent différer (sans être nécessairement « erronées ») de celles des domaines du génie plus établis. L'application d'une réglementation trop stricte aux premiers professionnels du domaine pourrait avoir des conséquences imprévues sur la façon dont la communauté de pratique se développe, et les organismes de réglementation devraient peut-être adapter la force de leur réglementation pour limiter les conséquences imprévues.

À mesure que la maturité ou le risque augmente, des mesures réglementaires plus rigoureuses peuvent être appliquées. Par exemple, les vérifications peuvent imposer des normes d'exercice strictes à l'ensemble des professionnels. De plus, s'il existe une vaste communauté de pratique, il pourrait être avantageux de bénéficier de ressources « expertes » au sein de l'organisme de réglementation pour répondre aux préoccupations liées à l'exercice dans le domaine.

---

<sup>1</sup> Aux fins du présent document, le mot « communauté » désigne une population de professionnels inscrits qui exercent dans le nouveau domaine. Ces professionnels peuvent également contribuer aux activités de réglementation, comme siéger à des comités consultatifs ou examiner les demandes de permis reçues.

<sup>2</sup> Plus strictes par rapport à un ensemble de normes plus souples utilisées lorsqu'un domaine du génie est à une étape de maturité plus faible.

## Mesures générales relatives à l'application de la loi

Les mesures de la catégorie « Application de la loi » visent à prévenir l'utilisation abusive du titre d'ingénieur et l'exercice non autorisé dans le domaine du génie par des personnes sans permis d'exercice. Dans l'ensemble, à mesure que le niveau de risque augmente, peu importe le stade de maturité, les efforts d'application de la loi devraient augmenter. Par exemple, pour les domaines à faible risque, l'application de la loi pourrait mettre l'accent sur l'utilisation abusive du titre d'ingénieur tandis que, pour les domaines à risque élevé, l'application de la loi pourrait être axée sur l'exercice non autorisé.

## Amélioration du processus

L'émergence des domaines du génie (et de leur réglementation) se produit sur des périodes relativement longues, de l'ordre de plusieurs années et décennies. Les composantes de base du MRND (CEE, indicateurs et mesures) utilisées par l'organisme de réglementation « aujourd'hui » pourraient devenir inappropriées dans un avenir lointain à mesure que les besoins et les priorités de la société changeront. De plus, après l'application du MRND, les organismes de réglementation peuvent en tirer des leçons qui leur serviront à l'améliorer ou à l'adapter. Par conséquent, une boucle de rétroaction « externe » concernant l'amélioration des processus est incluse dans le MRND.

L'amélioration des processus pourrait tenir compte des questions suivantes :

1. Les étapes de maturité du CEE reflètent-elles toujours avec précision la façon dont les domaines de génie émergent?
2. Les indicateurs s'appliquent-ils au contexte sociétal actuel? Par exemple, le modèle d'enseignement supérieur des ingénieurs a peut-être changé et il existe des modes d'enseignement (autres que les programmes de premier cycle) qui forment les professionnels.
3. Les indicateurs peuvent-ils être appliqués à grande échelle à long terme?
4. Les mesures sont-elles cohérentes par rapport au contexte sociétal actuel? Par exemple, il se peut qu'une zone de compétence ait modifié l'autorité juridique d'un organisme de réglementation, ce qui exige d'envisager différentes mesures.

## Application du MRND

---

Cette section contient des suggestions concrètes d'indicateurs et de mesures, qui peuvent être utilisées par un organisme de réglementation pour opérationnaliser le MRND. Ces suggestions suivent les tendances des indicateurs et des mesures décrites dans les sections **Error! Reference source not found.** et **Error! Reference source not found.**, respectivement. Ces suggestions ne se veulent pas une liste exhaustive ou prescriptive. Il est reconnu que les organismes de réglementation exercent leurs activités dans des contextes uniques, ce qui signifie que certaines suggestions pourraient être inapplicables ou plus ou moins efficaces.

## Indicateurs de maturité suggérés

Les indicateurs de maturité suggérés ci-dessous sont organisés selon les étapes du CEE. Si les indicateurs pour une étape donnée sont satisfaits, il est probable que le domaine du génie se trouve à ce stade de maturité.

### Étape 1 (reconnaissance de l'industrie)

Catégorie	Indicateur	Mesuré par :
INSCRIPTION	Les entreprises inscrites ont des membres du personnel dont le titre et les responsabilités comprennent des travaux dans le domaine du génie.	Données recueillies lors de vérifications ou de renouvellements liés à l'inscription d'entreprises.
INSCRIPTION	Les personnes qui présentent une demande de permis d'exercice nomment les activités industrielles qui font partie du domaine du génie.	Examens des évaluations des compétences soumises par les candidats OU des réponses aux questions du sondage qui leur sont posées.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Il existe des propositions d'activités de formation continue (p. ex., webinaires), ou de la demande pour de telles activités, dans le domaine du génie.	Examen des propositions d'activités de formation continue ou de la demande pour de telles activités.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Il existe des méthodes axées sur la résolution d'un ensemble de problèmes rencontrés dans un contexte industriel particulier; elles sont reproductibles par différents professionnels dans la même industrie et donnent des résultats cohérents et prévisibles.	Études des pratiques et méthodes de génie dans le nouveau domaine.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Les établissements d'enseignement supérieur offrent des cours spécialisés de cycles supérieurs qui décrivent ou enseignent des sujets du domaine du génie.	Enquêtes sur les cours de premier cycle et de cycles supérieurs offerts par les établissements d'enseignement supérieur.
INDUSTRIE	Des subventions de recherche industrielle sont accordées à des organismes qui effectuent de la recherche et du développement dans ce domaine du génie.	Enquêtes sur les subventions accordées par les organismes de financement canadiens.
INDUSTRIE	Plusieurs organismes comptent du personnel dont le titre de poste correspond au nom d'un domaine en génie.	Enquêtes sur les titres de postes des sites de médias sociaux ou sur les offres d'emploi.
INDUSTRIE	Il existe quelques personnes ou sociétés (peut-être une seule) qui proposent des produits ou des services liés au domaine du génie.	Sondages auprès de sociétés et de personnes dans des sites, des médias sociaux ou des inscriptions d'associations OU sondages sur les activités menées par des inscrits existants dans le cadre de leur exercice.
GOUVERNEMENT	Les affaires du système judiciaire renvoient à des systèmes créés par des activités qui relèvent du domaine du génie.	Enquêtes sur les procédures judiciaires pertinentes.
GOUVERNEMENT	Les demandes de propositions publiées dans le cadre d'appels d'offres publics ou de tableaux d'affichage des offres d'emploi décrivent les activités liées au domaine du génie.	Enquêtes au sujet d'appels d'offres publics ou de tableaux d'affichage des offres d'emploi.

## Étape 2 (reconnaissance de l'exercice)

Catégorie	Indicateur	Mesuré par :
FORMATION ET CONNAISSANCES	Il existe un ensemble reconnu de connaissances scientifiques qui sont à la base d'un domaine du génie.	Existence de revues spécialisées, de conférences universitaires et industrielles ou de manuels.
FORMATION ET CONNAISSANCES	Il existe des méthodes reconnues pour résoudre les problèmes liés au domaine du génie qui sont reproductibles et qui donnent des résultats cohérents et prévisibles lorsqu'elles sont appliquées par différents professionnels dans différents milieux industriels.	Études des pratiques et méthodes de génie dans le nouveau domaine.
FORMATION ET CONNAISSANCES	Les établissements offrent des programmes de formation de premier cycle ou de reconnaissance des titres de compétences qui portent sur des sujets liés au domaine du génie.	Enquêtes sur les programmes de formation de premier cycle ou les programmes de reconnaissance des titres de compétence des cycles supérieurs offerts par les établissements d'enseignement supérieur.
FORMATION ET CONNAISSANCES	Des spécialisations sont offertes dans le cadre de programmes de premier cycle établis qui portent sur le domaine du génie (p. ex., « spécialité en IA » comme spécialisation du « génie logiciel »).	Sondages de programmes de premier cycle en génie dans des établissements d'enseignement supérieur.
FORMATION ET CONNAISSANCES	Les organismes de normalisation technique (p. ex., ISO) ont publié des normes décrivant les normes de pratique pour les activités relevant du domaine du génie.	Enquêtes sur les normes publiées par les organismes de normalisation.
INSCRIPTION	Un nombre seuil d'entreprises enregistrées indique qu'elles entreprennent des activités dans le domaine du génie.	Données recueillies lors du renouvellement des inscriptions des entreprises.
INSCRIPTION	Un nombre seuil de personnes inscrites indique qu'elles exercent dans le domaine du génie.	Données recueillies au cours de renouvellements de permis d'exercice.
INSCRIPTION	Un nombre seuil de nouvelles demandes de permis d'exercice indique le domaine du génie à titre de domaine d'exercice.	Données recueillies à partir de nouvelles demandes de permis.
INDUSTRIE	Il existe des associations industrielles qui représentent les intérêts de ceux et celles qui exercent dans le domaine du génie (comme l'IEEE pour les ingénieurs en informatique).	Sondage auprès des associations industrielles dans le domaine du génie.
INDUSTRIE	Les organismes qui travaillent dans le domaine du génie ont établi des politiques et des procédures pour l'exécution des activités liées au domaine du génie.	Données recueillies pendant les vérifications des entreprises.
INDUSTRIE	De nombreuses personnes ou sociétés fournissent des produits ou des services liés au domaine du génie.	Enquêtes sur les produits ou services fournis aux personnes professionnelles ou aux sociétés.
GOUVERNEMENT	Les organismes publics (p. ex., les sociétés d'État, les organismes gouvernementaux, les gouvernements) mènent des activités dans le domaine du génie.	Enquêtes au sujet d'appels d'offres publics ou de tableaux d'affichage des offres d'emploi pour déterminer les activités menées par les organismes publics OU données recueillies lors du renouvellement des inscriptions des entreprises auprès des organismes publics.

GOUVERNEMENT	Il existe des lois ou des règlements qui renvoient à des sujets liés au domaine du génie (p. ex., la législation sur la cybersécurité concernant les données et les systèmes de santé).	Enquêtes sur les lois ou les règlements récemment édictés.
GOUVERNEMENT	Il existe des organismes de réglementation chapeautés par le gouvernement qui se consacrent à la surveillance et à la réglementation des produits ou des systèmes produits par ceux et celles qui travaillent dans le domaine du génie (p. ex., Transports Canada pour les aéronefs).	Examen des mandats des organismes de réglementation chapeautés par le gouvernement.

### Étape 3 (reconnaissance de la discipline)

Catégorie	Indicateur	Mesuré par :
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Des programmes complets de premier cycle en génie sont offerts par des établissements d'enseignement supérieur dans le domaine du génie (p. ex., « baccalauréat en génie – électrique »).	Sondages de programmes de premier cycle en génie offerts par les établissements d'enseignement supérieur.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Il existe des principes scientifiques ou de génie établis qui appuient les méthodes généralisées pour résoudre un large éventail de problèmes rencontrés dans le domaine du génie. Ces méthodes sont reproductibles et donnent des résultats cohérents lorsqu'elles sont utilisées dans un large éventail d'applications, y compris par des non-experts (p. ex., étudiants).	Enquêtes sur les principaux principes scientifiques et de génie dans le domaine du génie.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	Ingénieurs Canada a publié des programmes de cours en génie pour le domaine du génie.	Sondages sur les programmes d'examens en génie publiés par Ingénieurs Canada.
INSCRIPTION	Il existe un nombre seuil de demandes de permis d'exercice d'ingénieurs formés à l'étranger qui ont suivi des études dans le domaine du génie.	Données recueillies à partir de nouvelles demandes de permis.
INDUSTRIE	Il existe un nombre important d'entreprises réglementées dont les politiques et les procédures internes reconnaissent le domaine du génie comme une discipline du génie, de même que d'autres domaines d'exercice établis.	Données recueillies pendant les vérifications des entreprises.
FORMATION ET CONNAISSANCE S	L'organisme de réglementation des ingénieurs compte du personnel à temps plein composé d'ingénieurs et ingénieures possédant une formation officielle et une expérience démontrée au sein de l'industrie dans le domaine du génie.	Domaines d'exercice nommés dans les rapports annuels par le personnel.

### Indicateurs de risque suggérés

Les indicateurs suivants peuvent être utilisés pour évaluer le niveau de risque de l'exercice dans un nouveau domaine du génie. Comme nous l'avons vu dans la section 4.2.2, il est possible que les organismes de réglementation aient établi des méthodes ou des cadres d'évaluation des risques associés aux domaines d'exercice du génie, lesquels pourraient être utilisés à la place des

indicateurs ci-dessous. Les indicateurs de risque sont classés en fonction des catégories décrites dans la section 4.2.2.

Catégorie	Indicateur	Mesuré par :
TORT	Nombre de personnes qui pourraient subir des blessures physiques graves ou décéder en raison d'incidents potentiels liés au domaine du génie.	Échelles de gravité et études des risques.
TORT	Ampleur des dommages environnementaux causés par des incidents liés au domaine du génie.	Échelles de gravité et études des risques.
TORT	Valeur financière ou économique des biens perdus ou endommagés en raison d'incidents liés au domaine du génie.	Échelles de gravité et études des risques.
TORT	Rapports d'incident sur les sinistres et les incidents évités de justesse pour les industries, les systèmes et les processus pertinents.	Nombre et gravité des incidents mesurés par les rapports d'incident des organismes de réglementation de l'industrie (p. ex., Transports Canada).
TORT	Estimation du nombre de professionnels, y compris ceux et celles qui ne sont pas titulaires d'un permis d'exercice ou inscrits auprès d'un organisme de réglementation, travaillant dans le domaine du génie.	Sondages auprès de professionnels inscrits combinés à des sondages sur le marché du travail en général dans le domaine du génie.
CONSÉQUENCES INATTENDUES	Incidence potentielle sur la croissance des industries connexes comparativement à d'autres secteurs de compétence (c.-à-d. « allons-nous prendre du retard? »).	Nombre d'entreprises en démarrage, de sociétés, de brevets, de services et produits tel que mesuré par des sondages sur l'activité industrielle dans le domaine.
CONSÉQUENCES INATTENDUES	Coût de la conformité par rapport à celui pour les professionnels et sociétés d'autres secteurs de compétence et d'autres domaines.	Coût de maintien du permis d'exercice dans d'autres secteurs de compétence OU coût des activités ou des efforts de génie nécessaires pour se conformer aux règlements existants, mesuré par des sondages auprès des professionnels et des sociétés.
TOLÉRANCE POUR LE RISQUE	Orientations gouvernementales en ce qui concerne l'atténuation des risques associés au domaine du génie.	Enquêtes sur les initiatives gouvernementales, la législation et les programmes stratégiques.
TOLÉRANCE POUR LE RISQUE	Orientations gouvernementales en matière de développement économique lié au domaine du génie.	Enquêtes sur les initiatives gouvernementales, la législation et les programmes stratégiques.
TOLÉRANCE POUR LE RISQUE	Résultats des procédures judiciaires touchant le domaine du génie.	Enquêtes sur les décisions récentes des tribunaux.
TOLÉRANCE POUR LE RISQUE	Opinions et priorités du public liées aux risques relevant du domaine du génie.	Analyses des publications récentes des médias d'information liées au domaine du génie OU sondages de l'opinion publique.
TOLÉRANCE POUR LE RISQUE	Cohérence de la tolérance et de la propension au risque pour le domaine du génie avec les principes éthiques et juridiques.	Étude des principes éthiques et juridiques relativement au domaine du génie.

## Mesures réglementaires suggérées

Les mesures réglementaires suggérées ci-dessous sont structurées et présentées en fonction du stade de maturité et du niveau de risque.

### Étape 1 (reconnaissance de l'industrie)

Niveau de risque	Catégorie	Mesure
Faible risque	FORMATION ET CONNAISSANCES	Organiser des activités de formation continue (p. ex., des webinaires) dans le but de faire connaître le domaine du génie à l'ensemble de la communauté de pratique du génie.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Tenir des séances d'information et des séminaires internes (p. ex., « déjeuner-conférence ») pour que les membres du personnel de l'organisme de réglementation se familiarisent avec le domaine du génie et les stratégies réglementaires actuelles pour ce domaine.
	INSCRIPTION	Octroyer des permis d'exercice limités aux professionnels qui travaillent dans le domaine du génie, mais qui ne possèdent peut-être pas les qualifications nécessaires pour obtenir un permis complet.
	INSCRIPTION	Adopter des exigences plus souples en matière de qualification et d'expérience pour l'obtention d'un permis d'exercice complet d'ingénieur afin de reconnaître que les professionnels peuvent avoir des antécédents variés en matière de formation ou d'expérience.
	APPLICATION DE LA LOI	Traiter les mesures disciplinaires visant les personnes inscrites qui travaillent dans le domaine du génie, au besoin, en fonction des plaintes ou des incidents, tout en reconnaissant que les normes de pratique dans le domaine peuvent différer de celles des secteurs plus matures.
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures proactives d'application de la loi axées sur la protection des titres dans le domaine du génie.
Risque modéré	<i>Toutes les mesures du niveau de risque faible plus...</i>	
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Proposer des activités de formation continue (p. ex., webinaires) axées sur l'éducation de la communauté de pratique au sujet des risques associés au domaine du génie.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Organiser (au besoin) des groupes de discussion ou des entrevues avec des professionnels qui informeront les organismes de réglementation des besoins et des risques propres au secteur du génie.
	INSCRIPTION	Entreprendre des initiatives pour faire croître l'inscription des personnes ou des entreprises non inscrites qui exercent dans le domaine du génie (p. ex., séances d'information publiques, discours lors d'événements de l'industrie, etc.).
	RÈGLEMENT	Exiger des responsables ou des sociétés de vérification qui travaillent dans le domaine du génie de mener les vérifications d'une manière constructive et collaborative qui reconnaît que les pratiques et les conventions dans le domaine du génie peuvent différer de celles des domaines plus matures.
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures proactives d'application de la loi axées sur l'exercice non autorisé dans le domaine du génie.
<i>Toutes les mesures des niveaux de risques faible et modéré plus...</i>		

<b>Risque élevé</b>	FORMATION ET CONNAISSANCES	Publier des documents d'orientation brefs décrivant les normes de pratique des activités dans le domaine du génie.
	INSCRIPTION	Mener des recherches concernant des personnes ou des entreprises non enregistrées exerçant dans le domaine du génie et les informer de leur obligation de s'enregistrer auprès de l'organisme de réglementation.
	RÉGLEMENTATION	Exiger des responsables ou des sociétés de vérification qui travaillent dans le domaine du génie de mettre l'accent sur la gestion des risques, tout en reconnaissant que les activités de gestion des risques dans le domaine du génie peuvent différer de celles dans les domaines plus matures.

*Étape 2 (reconnaissance de l'exercice)*

Niveau de risque	Catégorie	Mesure
<b>Faible risque</b>	FORMATION ET CONNAISSANCES	Organiser des activités de formation continue (p. ex., des webinaires) dans le but de former les professionnels et les professionnelles au sujet des normes de pratique dans le domaine.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Collaborer avec d'autres organismes de réglementation et associations du génie pour discuter des approches de la réglementation dans le domaine du génie.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Mener des visites au sein des EES offrant des cours ou des programmes spécialisés dans le domaine du génie afin de sensibiliser les participants et au rôle de l'organisme de réglementation dans le domaine et aux exigences juridiques en matière d'inscription.
	INSCRIPTION	Établir des voies d'inscription à un permis d'exercice limité pour les personnes qui travaillent dans le domaine du génie, mais qui ne possèdent peut-être pas les qualifications nécessaires pour obtenir un permis d'exercice complet (p. ex., des modèles de compétences pour des permis d'exercice limités).
	INSCRIPTION	Adopter des exigences plus souples en matière de qualification et d'expérience pour l'obtention d'un permis d'exercice complet d'ingénieur afin de reconnaître que les professionnels et les professionnelles peuvent avoir des antécédents variés en matière de formation ou d'expérience.
	INSCRIPTION	Créer des voies d'inscription pour les professionnels formés à l'étranger qui travaillent dans le domaine du génie pour qu'ils puissent obtenir un permis d'exercice.
	RÈGLEMENT	Entreprendre l'examen des lignes directrices existantes en matière de gestion de la qualité et d'exercice professionnel afin de déterminer si elles répondent aux besoins des professionnels et professionnelles travaillant dans le domaine du génie.
	APPLICATION DE LA LOI	Traiter les mesures disciplinaires visant les personnes inscrites qui travaillent dans le domaine du génie, au besoin, en fonction des plaintes ou des incidents, en tenant compte de la norme de pratique pour le domaine du génie documentée dans les directives et les avis en matière d'exercice.
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures proactives d'application de la loi axées sur le droit au titre dans le domaine du génie.
<b>Risque modéré</b>	<i>Toutes les mesures du niveau de risque faible plus...</i>	
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Mettre sur pied des groupes consultatifs sur l'exercice composés de personnes représentant le milieu universitaire et l'industrie et organiser des rencontres régulières avec les organismes de réglementation pour discuter de sujets liés à l'exercice dans le domaine du génie.

	FORMATION ET CONNAISSANCES	Collaborer avec d'autres organismes de réglementation et associations (p. ex., des technologues) qui réglementent ou représentent des personnes dont le champ d'exercice chevauche le domaine du génie ou s'y rapporte.
	INSCRIPTION	Trouver des personnes ou des entreprises non enregistrées exerçant dans le domaine du génie et les informer de leur obligation de s'inscrire auprès de l'organisme de réglementation.
	INSCRIPTION	Collaborer avec les organismes d'agrément pour demander des plans de cours concernant le domaine du génie, le cas échéant.
	INSCRIPTION	Établir des programmes de mentorat qui offrent un soutien aux ingénieurs stagiaires ou aux professionnels non-inscrits qui travaillent dans le domaine du génie afin de leur permettre de devenir des professionnels dûment inscrits.
	RÈGLEMENT	Nommer une conseillère ou un conseiller en pratique « expert » (ou un membre du personnel semblable) au sein des organismes de réglementation qui s'occupe des questions liées au domaine du génie; sinon, obtenir l'accès à cette expertise en tant que ressources partagées entre les organismes de réglementation canadiens.
	RÈGLEMENT	Exiger des responsables ou des sociétés de vérification qui travaillent dans le domaine du génie de mener les vérifications d'une manière constructive et collaborative qui reconnaît que les pratiques et les conventions dans le domaine du génie peuvent différer de celles des domaines plus matures.
	APPLICATION DE LA LOI	Mobiliser les organismes publics (p. ex., les gouvernements, les sociétés d'État, les organismes gouvernementaux) et les aviser de l'obligation d'inclure des professionnels inscrits dans les projets liés au domaine du génie (p. ex., exigences relatives aux qualifications d'un ingénieur dans les appels d'offres publics).
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures proactives d'application de la loi axées sur l'exercice non autorisé dans le domaine du génie.
<b>Risque élevé</b>	<i>Toutes les mesures des niveaux de risques faible et modéré plus...</i>	
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Publier des guides de pratique plus longs qui traitent du domaine du génie de façon générale.
	RÈGLEMENT	Exiger des responsables ou des sociétés de vérification qui travaillent dans le domaine du génie de mettre l'accent sur les activités de gestion des risques décrites dans les guides de pratique publiés ou la norme d'exercice pour le domaine du génie.

### Étape 3 (reconnaissance de la discipline)

Niveau de risque	Catégorie	Mesure
<b>Faible risque</b>	FORMATION ET CONNAISSANCES	Organiser des activités de formation continue (p. ex., des webinaires) dans le but de former les professionnels au sujet des normes d'exercice dans le domaine et de se tenir au courant des changements dans le domaine.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Mener des visites au sein des établissements d'enseignement supérieur offrant des cours ou des programmes de premier cycle spécialisés dans le domaine du génie afin de sensibiliser les participants au rôle de l'organisme de réglementation dans le domaine et aux exigences juridiques en matière d'inscription.
	INSCRIPTION	Établir des voies d'inscription à un permis d'exercice limité pour les personnes qui travaillent dans le domaine du génie, mais qui ne possèdent peut-être pas les qualifications nécessaires pour

		prétendre à un permis d'exercice complet (p. ex., des modèles de compétences pour des permis d'exercice limités dans le domaine).
	INSCRIPTION	Établir des parcours vers d'inscription complète à titre d'ingénieur pour les diplômés de programmes d'études officiels dans le domaine du génie.
	INSCRIPTION	Créer des voies d'inscription pour les professionnels formés à l'étranger qui travaillent dans le domaine du génie pour qu'ils puissent obtenir un permis d'exercice.
	INSCRIPTION	Trouver des personnes ou des entreprises non enregistrées exerçant dans le domaine du génie et les informer de leur obligation de s'enregistrer auprès de l'organisme de réglementation.
	INSCRIPTION	Collaborer avec les organismes d'agrément pour demander des mises à jour des plans de cours concernant le domaine du génie, le cas échéant.
	INSCRIPTION	Établir ou maintenir des programmes de mentorat qui offrent un soutien aux ingénieurs stagiaires ou aux professionnels non-inscrits qui travaillent dans le domaine du génie afin de leur permettre de devenir des professionnels dûment inscrits.
	RÈGLEMENT	Créer un groupe d'« experts » internes de conseillers en pratique (ou un rôle semblable au sein du personnel) au sein de l'organisme de réglementation pour traiter les questions liées au domaine du génie.
	RÈGLEMENT	Examiner périodiquement les lignes directrices existantes en matière de gestion de la qualité et d'exercice professionnel afin de déterminer si elles répondent aux besoins des professionnels travaillant dans le domaine du génie.
	APPLICATION DE LA LOI	Traiter les mesures disciplinaires visant les personnes inscrites qui travaillent dans le domaine du génie, au besoin, en fonction des incidents.
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures d'application de la loi axées sur le droit au titre dans le domaine du génie.
<b>Risque moyen</b>	<i>Toutes les mesures du niveau de risque faible plus...</i>	
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Mettre sur pied et maintenir des groupes consultatifs sur l'exercice composés de personnes qui représentent le milieu universitaire et l'industrie, et organiser des rencontres périodiques avec les organismes de réglementation pour discuter de sujets liés à l'exercice professionnel dans le domaine du génie.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Collaborer avec d'autres organismes de réglementation et associations (p. ex., des technologues) qui réglementent ou représentent des professionnels et des professionnelles dont le champ d'exercice chevauche le domaine du génie ou s'y rapporte.
	FORMATION ET CONNAISSANCES	Publier des guides plus longs sur l'exercice qui portent sur des sous-sujets précis du domaine du génie.
	INSCRIPTION	Établir des programmes de mentorat qui offrent un soutien aux ingénieurs stagiaires ou aux professionnels non-inscrits qui travaillent dans le domaine du génie afin de leur permettre de devenir des professionnels dûment inscrits.
	RÈGLEMENT	Nommer une conseillère ou un conseiller en pratique « expert » (ou un membre du personnel semblable) au sein des organismes de réglementation qui s'occupe des questions liées au domaine du génie; sinon, obtenir l'accès à cette expertise en tant que ressources partagées entre les organismes de réglementation canadiens.

	RÈGLEMENT	Exiger des responsables ou des sociétés de vérification qui travaillent dans le domaine du génie de mettre l'accent sur les activités de gestion des risques décrites dans les guides publiés ou la norme de pratique pour le domaine du génie.
	APPLICATION DE LA LOI	Mobiliser les organismes publics (p. ex., les gouvernements, les sociétés d'État, les organismes gouvernementaux) et les aviser de l'obligation d'inclure des professionnels inscrits dans les projets liés au domaine du génie (p. ex., exigences relatives aux qualifications d'un ingénieur dans les appels d'offres publics).
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures d'application de la loi axées sur l'exercice non autorisé dans le domaine du génie.
<b>Risque élevé</b>	<i>Toutes les mesures des niveaux de risques faible et modéré plus...</i>	
	RÈGLEMENT	Créer un groupe d'« experts » internes de conseillers en pratique (ou un rôle semblable au sein du personnel) au sein de l'organisme de réglementation pour traiter les questions liées au domaine du génie ; sinon, obtenir l'accès à cette expertise en tant que ressources partagées entre les organismes de réglementation canadiens.
	RÈGLEMENT	Collaborer avec les gouvernements pour discuter de la législation ou de la réglementation touchant la profession pour un domaine du génie particulier.
	APPLICATION DE LA LOI	Prendre des mesures (plus énergiques que pour le risque modéré) axées sur les domaines d'exercice non autorisés dans le domaine du génie.

## Priorisation de l'utilisation du MRND

Il est possible que les organismes de réglementation ou la communauté dans son ensemble considèrent des dizaines d'activités qui ressemblent à l'ingénierie comme des nouveaux domaines de l'exercice du génie. L'application simultanée du MRND à chaque activité considérée comme une nouvelle discipline est susceptible de dépasser la capacité et les ressources d'un organisme de réglementation. Les organismes de réglementation pourraient plutôt prioriser l'utilisation du MRND en fonction de divers facteurs comme le potentiel de préjudice, les lacunes non couvertes par les disciplines du génie établies, la relation avec la réglementation d'autres professionnels en dehors du génie, le nombre de candidats qui indiquent de telles activités comme leur domaine d'exercice et leur importance pour l'activité économique du secteur de compétence dont relève l'organisme de réglementation. Les indicateurs de maturité décrits précédemment dans le présent document pourraient également être utiles aux fins de cette tâche de priorisation, bien que la priorité ne devrait pas nécessairement reposer uniquement sur la maturité.

## Exemple de travail : « Génie de l'intelligence artificielle »

L'apprentissage machine, les grands modèles de langage et d'autres formes d'intelligence artificielle (IA) ont rapidement été intégrés dans des produits, des systèmes et des services qui ont un fort potentiel de causer un préjudice aux personnes, aux biens et à l'environnement. L'utilisation de l'apprentissage machine dans les automobiles autonomes, qui ont été impliquées dans plusieurs décès dont la cause peut être liée à la fonctionnalité de l'IA, en est un exemple. D'autres utilisations

de l'IA qui comportent des risques peuvent être moins évidentes, comme l'utilisation de l'IA dans les outils du génie utilisés par les ingénieurs lors de la conception d'un pont.

Une part importante de l'économie mondiale dépend des produits, des systèmes et des services qui reposent sur l'IA. L'utilisation de l'IA joue déjà un rôle très important dans les systèmes de transport, les infrastructures essentielles, les soins de santé et d'autres domaines qui ont une incidence directe sur la sécurité et le bien-être du public. Certaines utilisations de l'IA peuvent être introduites subrepticement dans des produits, des systèmes et des services existants pour remplacer les logiciels traditionnels non fondés sur des règles d'IA ou même la prise de décisions par des humains. La société se tournera de plus en plus vers les organismes de réglementation du génie pour protéger les activités du génie qui recourent à l'IA.

Il serait naïf de suggérer que la réglementation du génie pour les domaines d'exercice traditionnels, comme le génie mécanique ou le génie électrique, puisse être appliquée directement de quelque façon que ce soit à l'utilisation de l'IA dans les produits, les systèmes et les services. Il serait même exagéré de s'attendre à ce qu'un guide sur le génie logiciel serve de base à la réglementation des logiciels fondés sur l'IA. Bien que cette dernière soit mise en œuvre par des logiciels, le développement de logiciels fondés sur l'IA est très différent des logiciels conventionnels (non fondés sur l'IA). De plus, les personnes hautement qualifiées qui jouent un rôle essentiel dans le développement de logiciels fondés sur l'IA ont parfois peu ou pas d'expérience des méthodes et des outils traditionnels utilisés pour le développement de logiciels conventionnels.

Dans cet exemple de travail, on imagine qu'un organisme canadien de réglementation du génie au nom fictif, l'APEX, a reconnu que l'IA est un nouveau domaine du génie pour lequel l'APEX a la responsabilité de fournir une réglementation. Aux fins de cet exemple, nous imaginons que l'APEX a décidé d'utiliser le Modèle de réglementation des nouvelles disciplines (MRND) proposé par le présent document.

Le reste de cette étude de cas est rédigé du point de vue de l'APEX, qui applique les directives du présent document. Les détails fournis dans le reste de cette étude de cas visent à illustrer l'utilisation du MRND. Bien que ces détails soient jugés raisonnablement exacts, ils ne doivent pas être utilisés exclusivement pour évaluer la maturité d'un nouveau domaine du génie ou les risques associés aux activités de génie dans ce domaine.

## **Maturité des connaissances du « génie de l'IA »**

Le présent document définit trois stades de maturité ainsi que des indicateurs pour déterminer la maturité d'un nouveau domaine du génie. À la suite de consultations avec des gens qualifiés, l'APEX a déterminé que la maturité du génie de l'IA, en tant que nouveau domaine du génie, se trouve à l'étape 2 (reconnaissance de l'exercice) et qu'elle devrait atteindre l'étape 3 (reconnaissance de la discipline) au cours des cinq prochaines années. Voici les principales constatations qui appuient la détermination de l'étape 2, au moins, pour la maturité de cette nouvelle discipline :

1. Au moment de cette évaluation, plus d'un millier d'offres d'emploi pour des « ingénieurs en intelligence artificielle » étaient affichées au Canada dans le site de médias sociaux LinkedIn, un grand nombre d'entre elles visant des postes au sein de sociétés qui exercent des activités de génie qui pourraient présenter un risque pour le public ou l'environnement, et un nombre important des employeurs sont des entreprises réglementées.

2. Au moment de la rédaction du présent rapport, les grandes universités du Canada offrent des spécialisations de programmes de premier cycle établis axés sur le génie de l'IA, notamment :
  - a. Université de Toronto, Sciences appliquées, Mineure en génie de l'IA [4];
  - b. Université Western, Génie, Programme simultané en génie des systèmes d'IA [5].
3. En juin 2022, le gouvernement fédéral a présenté le projet de loi C-27, qui comprend la *Loi sur l'intelligence artificielle et les données* (LIAD) [6].
4. Il y a eu des poursuites pour des accidents graves, y compris des accidents mortels, attribuables à l'utilisation de l'intelligence artificielle dans des systèmes essentiels à la vie, comme plusieurs poursuites contre Tesla et d'autres fabricants de voitures sans conducteur.
5. Il existe des normes de sécurité publiées bien établies qui fournissent des directives détaillées sur la gestion des risques pour la sécurité des systèmes qui dépendent de l'utilisation de l'intelligence artificielle, notamment Underwriter Laboratories, « UL4600—Standard for Evaluation of Autonomous Products » et ISO, 2022 [7, 8].

Bien que le génie de l'IA, en tant que nouvelle discipline, satisfasse probablement à certains des indicateurs de l'étape 3 du modèle du MRND, il ne présente pas encore suffisamment de caractéristiques pour juger qu'il a atteint l'étape 3. Par exemple, Ingénieurs Canada n'a pas publié de programme d'examens pour le génie de l'intelligence artificielle.

## Risque du génie de l'IA

Il est nécessaire d'évaluer le risque du génie de l'IA dans le contexte d'une application ou d'une industrie particulière. Étant donné que l'APEX sait que plusieurs entreprises de son territoire utilisent déjà l'IA dans des applications automobiles et robotiques de pointe, elle a décidé d'évaluer le risque dans ces secteurs en utilisant les indicateurs de risque du MRND comme suit :

- L'APEX mène une étude sur les préjudices potentiels des systèmes automobiles et robotiques fondés sur l'intelligence artificielle. L'organisme constate que les incidents mettant en cause une automobile ou une technologie robotique utilisant l'IA peuvent causer un préjudice grave (blessures, décès) à un petit nombre de personnes par incident. Cependant, les automobiles qui dépendent de l'IA pour fournir des fonctionnalités de soutien à la conduite (p. ex., freinage d'urgence, maintien des voies) sont de plus en plus utilisées sur les routes publiques, de sorte qu'il existe un risque que de nombreux incidents se produisent au fil du temps.
- L'APEX examine les initiatives et les politiques gouvernementales en matière de technologie automobile fondée sur l'IA. L'organisme constate que les gouvernements fédéral et provinciaux ont réalisé d'importants investissements dans le développement de technologies fondées sur l'IA, ce qui donne à penser que la croissance dans ce domaine du génie est une priorité.
- En juin 2022, le gouvernement fédéral a présenté le projet de loi C-27, qui comprend la *Loi sur l'intelligence artificielle et les données* (LIAD) [6]. Bien que ce projet de loi soit principalement axé sur la protection des données, il laisse entendre que le gouvernement fédéral a intérêt à réglementer l'utilisation de l'IA dans la société canadienne.

- L'APEX examine aussi les initiatives réglementaires et la position d'autres organismes de réglementation dans les secteurs de compétence avoisinants. Il constate que la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis et d'autres organismes de réglementation semblables dans divers États ont imposé des restrictions sur la technologie des véhicules autonomes, qui dépend fortement de l'IA.
- L'APEX reconnaît que plusieurs entreprises de son territoire mettent au point des technologies de l'automobile et de la robotique fondées sur l'IA, dont certaines sont de grandes multinationales. L'organisme reconnaît également qu'il existe de nombreuses sociétés semblables aux États-Unis et dans les régions canadiennes adjacentes, où les organismes de réglementation ont des positions différentes en ce qui concerne l'agrément des professionnels. Il considère qu'une conséquence imprévue d'une réglementation trop sévère dans ce domaine serait de « chasser » les entreprises de son territoire.

En fonction de ces indicateurs de risque, l'APEX détermine que le génie de l'IA dans les applications automobiles et robotiques représente un domaine du génie à risque élevé et qu'il existe un intérêt pour la réglementation dans ce domaine.

## Mesures dites « right touch » concernant l'IA en tant que nouvelle discipline

La direction de l'APEX a décidé que la priorité pour l'application du MRND est de mettre au point des directives visant les mesures adaptées (dites « *right touch* ») pour les applications à risque élevé de l'IA. En se fondant sur les directives au sujet des mesures du MRND pour les domaines du génie à l'étape 2, l'APEX s'est fixé l'objectif de prendre les mesures suivantes dans un délai de 24 mois :

1. L'APEX rédigera et publiera des lignes directrices complètes en matière d'exercice pour les activités réglementées qui comprennent le développement de logiciels et de systèmes fondés sur l'IA destinés à des domaines d'application à risque élevé.
2. L'APEX examinera les lignes directrices actuelles en matière d'exercice professionnel et de gestion de la qualité pour déterminer si elles sont compatibles avec l'exercice du génie de l'IA.
3. L'APEX mènera des vérifications auprès des entreprises qui participent au développement et à la maintenance de logiciels fondés sur l'IA dans des domaines d'application à risque élevé, en mettant l'accent sur les guides et les avis en matière d'exercice publiés ou la norme de pratique relative à l'IA.
4. L'APEX se préparera à une application plus rigoureuse de la loi en déterminant les raisons pour lesquelles des particuliers ou des entreprises pourraient croire (ou prétendre) que l'utilisation de l'IA dépasse la portée de la réglementation du génie, et ce, afin que les organismes de réglementation soient mieux outillés pour contrer ces croyances et ces allégations.
5. L'APEX mettra sur pied un groupe consultatif sur l'exercice composé d'experts en IA du milieu universitaire et de l'industrie.

6. L'APEX repérera les associations spécifiques qui réglementent d'autres professionnels, en dehors du génie, concernant des domaines d'intérêt qui se chevauchent en matière d'IA. Cela pourrait comprendre, par exemple, le Collège royal des médecins et chirurgiens du Canada dans le contexte de l'utilisation de l'IA dans le déploiement d'appareils chirurgicaux robotisés qui intègrent l'IA.
7. L'APEX désignera un conseiller spécialisé en exercice qui possède une expertise en « génie de l'IA » et trouvera une ressource externe pour remplir ce rôle, ou offrira une formation au personnel existant afin d'appuyer ce secteur.
8. L'APEX cherchera une occasion avec d'autres organismes de réglementation et Ingénieurs Canada de mettre au point un programme national d'examens pour le génie de l'IA.
9. L'APEX communiquera de façon proactive avec les entreprises qui exercent le génie de l'IA dans les secteurs à risque élevé et les informera de leur obligation de s'inscrire auprès de l'APEX ou prendra les mesures d'application de la loi appropriées.
10. L'APEX mobilisera les organismes publics (p. ex., les autorités ou agences de santé, les autorités de transport) et les avisera de leur obligation d'inclure des exigences pour les professionnels autorisés dans les projets et les appels d'offres liés au génie de l'IA.

De plus, comme il est attendu que la maturité de l'intelligence artificielle en tant que nouvelle discipline passe à l'étape 3 au cours des cinq prochaines années, l'APEX cherchera à établir un groupe interne d'« experts » de conseillers en exercice (ou un rôle de personnel semblable) au sein de l'organisme de réglementation possédant suffisamment de connaissances et d'expérience dans l'utilisation de l'intelligence artificielle pour appuyer la réglementation des particuliers et des entreprises qui travaillent dans ce domaine d'exercice. L'APEX avisera également les gouvernements de la nécessité d'engager des discussions au sujet de la législation ou de la réglementation concernant l'utilisation de l'IA dans des produits, des systèmes ou des services qui pourraient causer un préjudice.

## Recommandations

---

Les progrès scientifiques et technologiques sont rapides et élargissent la portée des activités du génie. Le présent document offre aux organismes de réglementation une stratégie concrète pour suivre cette évolution au moyen d'une approche de la réglementation adaptée (« *right touch* ») pour les nouveaux domaines de l'exercice du génie. L'idée centrale de cette approche est la sélection des mesures réglementaires en fonction de la maturité d'un nouveau domaine et du risque qu'il représente.

À l'avenir, les organismes de réglementation devraient :

1. entreprendre des initiatives visant à repérer les activités de type génie qui pourraient constituer des nouveaux domaines d'exercice du génie nécessitant une surveillance et une réglementation à l'aide du MRND;

2. tenir à jour une liste des nouveaux domaines, classés par ordre de priorité, en utilisant des critères comme ceux suggérés dans le présent document, y compris un examen périodique de cette liste;
3. sous réserve des ressources et des capacités disponibles, appliquer le MRND aux nouveaux domaines d'exercice du génie les plus prioritaires;
4. veiller à ce que la direction au sein de l'organisme de réglementation soit informée de la nécessité de fournir des ressources pour surveiller les nouveaux domaines et prendre des mesures réglementaires.

De plus, il est recommandé aux organismes de réglementation et à Ingénieurs Canada de :

5. se réunir pour déterminer comment les conclusions de ce document peuvent être mises en œuvre, soit individuellement, soit en collaboration avec Ingénieurs Canada. Par exemple, Ingénieurs Canada pourrait entreprendre des activités de surveillance continue décrites dans le paragraphe Indicateurs dans le présent document et créer un tableau de bord national pour les domaines du génie émergents qui serait accessible aux organismes de réglementation.

## Abréviations et définitions

Expression	Sigle	Définition et interprétation
<b>Bureau canadien des conditions d'admission en génie</b>	BCCAG	Un groupe d'Ingénieurs Canada qui rédige des guides et des programmes d'examen pour appuyer les organismes de réglementation et les professionnels du génie au Canada.
<b>Cycle d'émergence par étapes</b>	CEE	Le cycle d'émergence par étapes est un modèle conceptuel qui caractérise l'émergence d'un domaine du génie en trois étapes : 1) la reconnaissance de l'industrie; 2) la reconnaissance de l'exercice; et 3) la reconnaissance de la discipline.
<b>Discipline du génie</b>	—	Une branche particulière d'études du génie qui met l'accent sur un ensemble distinct de connaissances des principes techniques et scientifiques portant sur des catégories particulières de problèmes.
<b>Domaine d'exercice du génie</b>	—	Un domaine spécialisé d'application des principes de génie à des problèmes techniques précis (p. ex., contrôle robotique et automatisation).
<b>Domaine du génie</b>	—	Expression qui englobe de façon générale un ensemble de pratiques, de connaissances et de conventions utilisées par une communauté de professionnels (qui pourraient ne pas être titulaires de permis).
<b>Exercice du génie</b>	—	Tout acte de planification, de conception, de composition, d'évaluation, de conseil, de production de rapports, de direction, de supervision ou de gestion de l'un des éléments précédents qui exige l'application de principes du génie et qui concerne la protection de la vie, de la santé, des biens et des intérêts économiques, du bien-être public ou de l'environnement [2].
<b>Indicateur</b>	—	Un phénomène, une tendance ou un fait observable ou mesurable qui peut être utilisé pour déterminer le niveau de maturité ou le risque d'un domaine du génie.
<b>Intelligence artificielle</b>	IA	Capacité d'un système informatique à exécuter des tâches qui relèvent habituellement de l'intelligence humaine, comme la classification, la synthèse et le raisonnement.
<b>Mesure</b>	—	Activité, initiative, processus ou autre élément semblable qu'un organisme de réglementation pourrait entreprendre pour gérer le risque associé à un nouveau domaine du génie.
<b>Modèle de réglementation des nouvelles disciplines</b>	MRND	Cadre conceptuel pour la réglementation des nouveaux domaines de l'exercice du génie (« domaines »). Comprend trois stades de maturité, des indicateurs pour évaluer l'étape à laquelle se trouvent un domaine et le niveau de risque qui y est associé, ainsi que les mesures que les organismes de réglementation pourraient prendre à chaque stade de maturité.
<b>Secteur d'exercice du génie</b>	—	Un secteur particulier (p. ex., le transport ferroviaire, l'aérospatiale, les dispositifs médicaux, l'automobile, la marine, etc.) dans laquelle les ingénieurs exercent leurs activités.

## Références

- [1] Ingénieurs Canada, *Énoncé national de collaboration*, 2024.
- [2] Ingénieurs Canada, *Exercice de la profession d'ingénieur au Canada – Guide public*, 2012.
- [3] M. Coccia, « The evolution of scientific disciplines in applied sciences: Dynamics and empirical properties of experimental physics ». *Scientometrics*, vol. 124, pp. 451-87, 2020.
- [4] IEEE Computer Society, « Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK Guide) », 2024.
- [5] Université de Toronto, *Undergraduate Programs. Artificial Intelligence Engineering*. <https://future.utoronto.ca/undergraduate-programs/artificial-intelligence-engineering>. [Consulté le 2 août 2024].
- [6] Université de Western Ontario, *Artificial Intelligence Systems Engineering*. <https://www.eng.uwo.ca/electrical/undergraduate/Programs/artificial-intelligence-systems-engineering.html>. [Consulté le 2 août 2024].
- [7] Gouvernement du Canada, *Projet de loi C-27: Loi édictant la Loi sur la protection de la vie privée des consommateurs, la Loi sur le Tribunal de la protection des renseignements personnels et des données et la Loi sur l'intelligence artificielle et les données et apportant des modifications corrélatives et connexes à d'autres lois*. Ottawa, Canada, 2023.
- [8] Underwriter Laboratories, *UL4600. Standard for Evaluation of Autonomous Products*. 2022.
- [9] Organisation internationale de normalisation. *ISO/DPAS 8800. Véhicules routiers – Sécurité et intelligence artificielle*. 2024.