

## **INTRODUCTION**

Le programme d'examens du Bureau canadien des conditions d'admission en génie d'Ingénieurs Canada englobe 19 domaines du génie.

Le programme d'examens de chaque domaine se divise en deux catégories d'examens : les examens obligatoires et les examens facultatifs. L'ensemble complet d'examens de génie de l'environnement comprend neuf examens de trois heures. Les examens exigés du candidat seront déterminés en fonction d'une évaluation de ses acquis universitaires. À la discrétion de l'association/ordre constituant, le candidat pourrait être tenu de subir des examens dans un domaine autre que le sien.

Avant de subir les examens rattachés à son domaine, le candidat devra avoir réussi, ou avoir été dispensé de subir, les examens sur les matières de base.

Les détails portant sur la date de l'examen, les manuels, le matériel fourni ou exigé et si les examens ont lieu à livre ouvert ou non, seront fournis par l'association/ordre constituant.

## **GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT**

### **GROUPE A**

#### **EXAMENS OBLIGATOIRES (SIX REQUIS)**

##### **04-Env-A1 Principes du génie de l'environnement**

Population, croissance économique, industrialisation, urbanisation et consommation d'énergie en tant que causes de pollution de l'environnement. Équilibre entre la masse et l'énergie pour les systèmes d'ingénierie soumis à des conditions en régime permanent et transitoire. Propriétés physiques et mode de transport des mélanges homogènes et hétérogènes. Séparation des contaminants et transport par air, eau et solides. Caractéristiques des particules, composition chimique des solutions et des gaz, bilans matières, cinétique réactionnelle, microbiologie et écologie, dans une perspective environnementale. Application des principes de l'environnement (techniques et non techniques) : à la gestion des ressources hydriques, au traitement des eaux et à l'épuration des eaux usées, au contrôle de la pollution de l'air, à la gestion des déchets solides, à l'évaluation des impacts sur l'environnement et à l'éthique de l'environnement. Pollution thermique, pollution par le bruit, effet de serre, précipitations acides, appauvrissement de l'ozone, produits toxiques de l'air, ozone troposphérique et poussière fine (brouillard photochimique). Développement durable, analyse du cycle de vie et principes des objectifs, des normes et des lignes directrices de la qualité de l'environnement.

##### **04-Env-A2 Hydrologie et génie des installations hydrauliques municipales**

Composantes et processus des systèmes hydrologiques naturels. Précipitations et fonte des neiges, eaux de ruissellement, infiltration, fréquence des tempêtes et analyse des durées, modèles conceptuels des eaux de ruissellement, de l'écoulement fluvial et de l'analyse de l'hydrographe, fréquence et probabilité en ce qui a trait aux précipitations, aux inondations et aux sécheresses; évaporation et évapotranspiration. Installations hydrauliques des systèmes à tuyaux fermés et écoulement à surface libre, y compris l'écoulement soumis à des conditions

uniformes et de plus en plus variées, et transport solide. Systèmes de distribution d'eau, réservoirs de retenue et réseaux collecteurs d'eaux usées, tuyauterie et conception du réseau, conception des égouts sanitaires et des réseaux pluviaux, pompes de base/machines d'entraînement, assainissement urbain et contrôle des eaux de ruissellement.

#### **04-Env-A3 Génie géotechnique et hydrogéologique**

Composition, propriétés, identification et classification des sols. Distribution granulométrique. Infiltration et perméabilité. Concepts de la pression interstitielle et de la contrainte effective. Compressibilité. Pression capillaire et charge hydraulique. Principes de la contrainte effective, déformation par la contrainte et caractéristiques de résistance des sols, compaction, stabilité des pentes, infiltration, distribution de la contrainte à l'égard des sols et du tassement.

Principes physiques fondamentaux et propriétés du ruissellement souterrain dans le matériau géologique poreux; anisotropie, hétérogénéité. Introduction à la théorie du ruissellement souterrain; équations et tendances du ruissellement souterrain, alimentation et évacuation, réseaux d'écoulement, pompage des aquifères, ruissellement à deux étapes, hydraulique des puits et liquides à la phase non aqueuse. Concepts de la modélisation numérique. Développement et gestion des aquifères. Protection des têtes de puits.

#### **04-Env-A4 Génie hydraulique et des eaux usées**

Caractéristiques de l'eau : paramètres physiques, chimiques et biologiques, méthodes normalisées d'analyse des eaux, déchets biodégradables et ruissellement de l'eau des terres cultivées dans les cours d'eau, prévisions démographiques, prédictions en matière de besoins en eau et de génération d'eaux usées, qualité de l'eau et des eaux usées, stations et systèmes de traitement d'eau et de purification des eaux usées; systèmes physiques, chimiques et biologiques, traitement primaire, secondaire et tertiaire, sédimentation, coagulation, floculation, filtration, adsorption, suppression de l'ammoniac, aération, digestion anaérobie et aérobie, boues activées et lit bactérien, échange d'ions, lagunes, désinfection, systèmes de traitement naturel, traitement et élimination des boues, traitement des eaux usées industrielles : caractéristiques des eaux usées industrielles, niveaux de traitement et technologies disponibles.

#### **04-Env-A5 Génie de la qualité de l'air et du contrôle de la pollution**

Sources et classification des polluants atmosphériques, polluants de l'air intérieur et extérieur, impacts sur la santé et l'environnement, météorologie : influence du rayonnement solaire et des champs éoliens, gradient adiabatique et conditions de stabilité, caractéristiques des cheminées de dispersion. Modélisation de la dispersion et des retombées de polluants atmosphériques : modèles de diffusion Eddy et Gaussian, modèles de Puff, hauteurs effectives de cheminées et distributions des concentrations spatiales. Techniques de mesure. Caractéristiques de diverses particules polluantes en suspension dans l'air, considérations de santé, de nuisance et d'esthétisme (PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>) et polluants gazeux (CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, etc.), leur comportement dans l'atmosphère et leur surveillance. Contrôle des particules en suspension dans l'air : mécanismes de collecte et rendement d'épuration. Contrôle des gaz et des vapeurs : adsorption, combustion, incinération. Contrôle des oxydes de soufre et des oxydes d'azote, désulfuration, cinétique de la formation de NO<sub>x</sub>. Réactions photochimiques, rôle de l'azote et des hydrocarbures dans les réactions photochimiques, toxiques de l'air, sources mobiles de polluants atmosphériques, polluants nocifs et contrôle des odeurs. Échange de droits d'émission.

**04-Env-A6 Génie et gestion des déchets solides**

Conception en ingénierie et aspects opérationnels de la production, de la collecte, de l'entreposage, du transfert et du traitement des déchets, y compris le compostage de débris organiques, le traitement et l'élimination. Évaluation d'ingénieur : de la gestion intégrée des déchets, de la caractérisation, de la classification, de la réduction, de la réutilisation et du recyclage des déchets solides, et de la récupération et de l'utilisation des ressources. Évaluation du cycle de vie des déchets, des méthodes de traitement physique et chimique et du compostage. Conception et exploitation de sites d'enfouissement, y compris la sélection du site, les sites artificiels, les revêtements et les recouvrements, le contrôle et le traitement des eaux de lessivage, la récupération et le contrôle des gaz, y compris l'utilisation du gaz récupéré (énergie) et la surveillance et la valorisation des sites d'enfouissement.

## GROUPE B

### EXAMENS FACULTATIFS (TROIS REQUIS)

#### **04-Env-B1    Systèmes d'évaluation et de gestion de l'environnement**

Réglementation fédérale et provinciale pertinente sur l'environnement. Analyse de l'impact sur l'environnement de l'utilisation de paramètres techniques et non techniques. Lois et cadre de réglementation de l'évaluation des impacts sur l'environnement. Évaluation des impacts sur l'environnement en ce qui a trait à la gestion des déchets solides et liquides, au contrôle des effluents, au contrôle de la pollution de l'air, au développement urbain et aux systèmes de transport. Audits environnementaux. Introduction aux systèmes d'information géographique (SIG). Systèmes de gestion environnementale (SGE), Normes ISO 14000/14001, et leurs utilisations. Principes du développement durable et conséquences des limites de la biosphère et de la complexité sur la conception en ingénierie et la prise de décisions. Conception d'environnements contrôlés pour améliorer la santé et la protection des ressources naturelles en vue du développement durable. Problèmes de ressources et conception à l'aide de dimensions écologiques, économiques, démographiques et sociales. Techniques visant à intégrer les connaissances et à définir les politiques. Analyse des risques. Analyse du cycle de vie. Gestion des risques.

#### **04-Env-B2    Ressources hydrauliques**

Nature et effet de l'apport de déchets dans les systèmes hydrauliques, débits de chargement de sources ponctuelles et non ponctuelles. Débit fluvial et analyse des réservoirs. Disponibilité des ressources en eau souterraine. Mécanismes de diffusion, de dispersion et de transport des polluants, y compris l'écoulement biphasé. Réduction de l'eutrophisation dans les cours d'eau naturels. Modélisation de la dégradation des contaminants. Équation et modifications de la courbe d'oxygène, qualité de l'eau et transport fluvial des contaminants. Fonctions des modèles de bassins d'alimentation pour la conception hydraulique, l'évaluation environnementale et les avertissements d'inondation. Problèmes, lois et réglementation en matière d'eau à l'échelle internationale et nationale. Ressources hydriques et développement durable. Technologie et conséquences des pratiques et des politiques de conservation de l'eau sur l'infrastructure des services municipaux. Modèles et systèmes de gestion d'égouts pluviaux.

#### **04-Env-B3    Transport des contaminants**

Principaux types de contaminants dans l'air, l'eau de surface et l'eau souterraine. Phénomènes physiques régissant le transport des contaminants dans divers environnements : advection, dispersion, diffusion, sorption, échange d'ions, précipitations, dissolution, vaporisation, séparation équilibrée des contaminants dans l'air, l'eau, le sol, les sédiments et le biote. Élaboration des principales équations de transport, conditions initiales et aux limites, systèmes entièrement mixtes et à courant continu. Solutions analytiques et numériques, élaboration de modèles, étalonnage, vérification, analyse de sensibilité, prédiction et vérification *a posteriori*.

#### **04-Env-B4    Évaluation et restauration des sites**

Introduction aux aspects de l'évaluation et de la restauration des sites en ce qui a trait au génie, à la réglementation et à la gestion. Principes fondamentaux et interactions entre les sols, l'eau souterraine, les contaminants et les microorganismes. Caractérisation et analyse des sites. Stratégies et techniques de surveillance et d'échantillonnage. Évaluation des mesures

correctives. Solutions scientifiques pour la restauration des sites, y compris les techniques physiques, chimiques et biologiques in situ et ex situ. Évaluation des risques. Zones désaffectées. Modélisation informatisée pour l'évaluation et la restauration.

#### **04-Env-B5    Gestion des déchets industriels et dangereux**

Définition et caractéristiques des déchets industriels et dangereux. Taux et prévention de production de déchets industriels et dangereux. Introduction à la collecte, au transport, au traitement, à la surveillance et à l'élimination des déchets industriels et dangereux. Réglementation et initiatives internationales, fédérales et provinciales qui s'appliquent. Planification et services municipaux associés à la gestion des déchets industriels et dangereux. Technologies de traitement et méthodes d'élimination physiques, chimiques et biologiques, y compris l'enfouissement et l'incinération. Impact environnemental de la gestion des déchets industriels et dangereux. Déchets radioactifs, nucléaires et biomédicaux.

#### **04-Env-B6    Gestion des déchets agricoles**

Sources agricoles de pollution (pesticides, fertilisants commerciaux, déchets résultant de productions alimentaires sur la ferme et fumier) et leurs effets sur l'environnement dans son ensemble. Propriétés physiques, chimiques et biologiques des déchets agricoles. Conception de systèmes de stockage et de pompage pour les installations d'entreposage du fumier. Processus de traitement physique, chimique et biologique des déchets agricoles en ce qui a trait au contrôle de la pollution et à l'utilisation des déchets. Diverses méthodes d'épandage sur le sol de déchets agricoles en ce qui a trait aux problèmes de pollution et à la valeur fertilisante. Technologies relatives à l'utilisation de déchets pour la production de biogaz et d'aliments pour animaux. Pollution de l'air et contrôle de l'émission de gaz à effet de serre. Paramètres de la qualité de l'eau et gestion de la qualité de l'eau des lacs et des rivières.

#### **04-Env-B7    Échantillonnage et analyse de l'environnement**

Principes pratiques et essentiels de l'échantillonnage de l'eau, du sol et de l'air. Concepts de base des analyses quantitatives des paramètres physiques, chimiques et biologiques. Valeurs limites tolérables de contaminants dans l'air, l'eau et le sol. Échantillonnage, techniques de préparation et de préservation des échantillons, et assurance et contrôle de la qualité. Élaboration d'une stratégie de surveillance optimale, établissement d'un calendrier et fréquence de l'échantillonnage. Gestion des bases de données, analyse de données, traitement statistique des données, sources d'erreur et effets saisonniers. Méthodes instrumentales d'analyse des contaminants organiques et inorganiques dans l'air, l'eau et le sol : colorimétrie, chromatographie, spectroscopie, sondes électrochimiques, télédétection et essais biologiques. Concepts de base de la résolution, de l'exactitude, de la précision, de la sensibilité, de l'étalonnage et du contrôle des erreurs. Attestation et normalisation en laboratoire.

#### **04-Env-B8    Instrumentation et contrôle des procédés**

Concepts de base de la résolution, de l'exactitude, de la précision, de la sensibilité, de l'étalonnage et du contrôle des erreurs. Analyse et interprétation des données. Mesure par transducteurs de l'étirement, du déplacement, de la vitesse, de l'accélération, de la pression, du débit, de la température, de l'humidité, du contenu en eau et de la radiation électromagnétique. Conditionnement d'un signal pour le contrôle et l'atténuation du bruit. Amplification opérationnelle. Systèmes d'acquisition, de télémétrie, de présentation, d'enregistrement et de traitement des données. Interface informatique. Concepts des fonctions de transfert. Réponses

de procédés chimiques simples à des entrées de type échelon, rampe et sinusoïdal. Réponses en régime transitoire de systèmes en série avec interaction. Analyse de réponses fréquentielles de systèmes simples. Contrôles tout ou rien, à action proportionnelle, intégrale ou dérivée et contrôles mixtes. Contrôles avec rétroaction ou action anticipée. Algorithmes et réglage des contrôleurs. Analyse simple de stabilité. Dynamique et contrôle de procédés chimiques simples.

#### **04-Env-B9 Chimie et microbiologie de l'environnement**

Chimie des contaminants organiques et inorganiques dans l'environnement. Cycles chimiques naturels dans la biosphère, la géosphère, l'hydrosphère et l'atmosphère, et conséquences des perturbations anthropiques. Équilibre et cinétique chimiques. Principes fondamentaux de la chimie de l'eau, de l'atmosphère et des sols. Sort des polluants dangereux, réfractaires et par métaux lourds dans l'environnement. Introduction à la taxonomie, l'écologie et la cinétique de croissance microbiennes des micro-organismes. Microbes d'intérêt pour la santé du public dans l'eau, le sol et l'air, y compris leur détection, incidence, transport et survie dans l'environnement. Introduction à la mise en pratique de différents procédés pour éliminer les contaminants des systèmes naturels et artificiels.