

## **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 agricole/biosystèmes/bioressource/alimentaire 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.

## **PROGRAMME D'EXAMEN DE GÉNIE AGRICOLE / BIOSYSTÈMES / BIORESSOURCE / ALIMENTAIRE**

### **GROUPE A**

#### **EXAMENS OBLIGATOIRES (SIX REQUIS) (GÉNIE ALIMENTAIRE (CINQ REQUIS : A3 - A7))**

#### **04-Agric-A1 Physiologie végétale, animale ou humaine appliquée**

L'étudiant doit choisir un des deux sujets suivants : la physiologie végétale ou la physiologie animale et humaine.

##### **Physiologie végétale**

Application des principes du génie aux systèmes de production de végétaux. Physiologie fondamentale des végétaux et des plantes cultivées, y compris les structures et les fonctions cellulaires. Photosynthèse et respiration en relation à la production de la biomasse. Dynamique de la croissance végétale sous l'influence de la lumière, de la température, du bioxyde de carbone, de l'eau, des éléments nutritifs et d'autres facteurs environnementaux. Structure et germination des graines. Structure et cycles de vie de la plante. Relations énergétiques des microclimats, des plantes et des cultures. Tolérance des plantes aux stress. Besoins environnementaux pour la conception de serres et de chambres de croissance. Introduction à la modélisation de la croissance des plantes et des cultures.

##### **Physiologie animale ou humaine**

Ingénierie des systèmes d'élevage des animaux et d'habitation pour les humains. Notions générales de physiologie des mammifères et des oiseaux. Bases physiologiques des paramètres de calcul de température, d'humidité, de mouvement de l'air, de radiation, d'espace,

du son et des autres facteurs environnementaux. Mécanismes physiologiques de contrôle de la température du corps, de la fonction cardiovasculaire, de la fonction respiratoire, de la digestion, et des autres fonctions corporelles. Comparaison de l'efficacité de reproduction des espèces animales. Introduction à la modélisation de production animale ou humaine comme moyen de prédiction de l'influence des facteurs environnementaux sur la performance.

#### **04-Agric-A2 Physique et mécanique des sols**

Origine et systèmes de classification des sols. Propriétés physiques des sols en rapport à la production des plantes, à la conservation des sols et à l'utilisation des terres. Granulométrie, rétention de l'eau dans le sol, mouvement de l'eau dans et au travers des sols. Minéralogie des argiles, gonflement et retrait, structure du sol et méthodes de mesure de la température et du gel des sols. Méthodes d'exploration du sous-sol, résistance du sol, affaissement, consolidation, compactage et stabilité des pentes.

#### **04-Agric-A3 Génie thermique**

**Sources de chaleur :** combustibles minéraux, biomasse, énergie solaire et énergie électrique.

**Transfert de chaleur :** bilans de chaleur, enthalpie, capacité thermique et chaleur latente, tables de vapeur. Conduction à travers des sections planes et courbes, couches simples et multiples. Propriétés thermiques des matériaux de construction et des matériaux biologiques. Convection naturelle et forcée, film et coefficients globaux de transfert thermique. Transfert de chaleur par radiation, facteurs géométriques. Transfert de chaleur en régime transitoire, utilisation des courbes de Heisler pour les plaques, les cylindres et les sphères. Solution numérique des problèmes de transfert thermique en régime transitoire. Calcul des échangeurs de chaleur.

**Utilisation de la chaleur :** systèmes de distribution de la chaleur à air et à liquide, y compris les conduites, la tuyauterie et les régulateurs. Applications du chauffage par rayonnement. Mesure de la température, du flux de chaleur et des débits ainsi que l'instrumentation des systèmes de chauffage et de refroidissement. Principes de fonctionnement des systèmes de réfrigération.

#### **04-Agric-A4 Mécanique des fluides**

Réseaux de distribution. Écoulement rotationnel appliqué aux systèmes de gicleurs. Écoulement en milieu poreux. Fluides newtonien et non newtonien. Pompes des aliments et des produits agricoles, tant pour les substances homogènes qu'hétérogènes. Utilisation des pompes et des réseaux pour les aliments et les produits possédant des caractéristiques particulières (p. ex. pH élevé). Cavitation. Les ventilateurs et leurs contrôles. Contrôle des fluides dans les tuyaux et les canaux à surface libre. Ressaut hydraulique.

#### **04-Agric-A5 Principes de l'instrumentation**

Concepts de base d'erreur, de résolution, d'exactitude, de précision, de sensibilité et d'étalonnage. Analyse et interprétation des données. Transducteurs de déformation, de mouvement, de vitesse, d'accélération, de pression, de débit, de température, d'humidité, de teneur en eau et de rayonnement électromagnétique. Traitement du signal pour le contrôle et la réduction du bruit. Amplificateurs opérationnels, filtres et ponts. Systèmes d'acquisition de

données, de télémétrie, d'affichage, d'indication, d'enregistrement et de traitement. Interface sur microordinateur.

#### **04-Agric-A6 Propriétés physiques des matériaux biologiques et des produits alimentaires**

Mesure et utilisation des propriétés physiques pour concevoir et contrôler les systèmes de manutention, de classification et de traitement des matériaux biologiques et des produits alimentaires. Ces propriétés comprennent la taille, la forme, le volume et les densités intrinsèques. Mentionnons aussi les propriétés aérodynamiques, de friction, mécaniques, diélectriques, rhéologiques, thermiques, optiques et électromagnétiques.

#### **04-Agric-A7 Chimie et microbiologie des aliments**

**Chimie** : molécule d'eau et activité de l'eau. Protéines : composition, structure, dénaturation, propriétés fonctionnelles et enzymes. Gras : structure, propriétés chimiques et physiques. Glucides : structure, réactions chimiques et propriétés fonctionnelles. Cinétique de la production alimentaire. Changements de phases de la production alimentaire. Valeur nutritive des aliments (p. ex. la texture, les colorants et les vitamines) et les conséquences des systèmes de traitement et d'entreposage sur cette valeur nutritive.

**Microbiologie** : Bactéries, virus, levures et champignons. Facteurs influant sur la croissance des microorganismes dans les aliments. Altérations des aliments et moyens de contrôle.

## GROUPE B

### EXAMENS FACULTATIFS (TROIS REQUIS) (GÉNIE ALIMENTAIRE (QUATRE REQUIS))

#### **04-Agric-B1 Ingénierie des systèmes et manutention des produits**

**Ingénierie des systèmes et manutention des produits:** principes d'introduction à l'ingénierie et à l'analyse des systèmes, ainsi qu'aux techniques et à l'équipement de manutention des produits.

**Contrôle de l'ambiance :** production de chaleur, d'humidité et de gaz, et modification de l'environnement. Systèmes de ventilation d'hiver et d'été. Atmosphère contrôlée, atmosphère modifiée et ventilation des entrepôts.

**Besoins fonctionnels :** facteurs influant sur les besoins fonctionnels des bâtiments agricoles et des usines alimentaires, y compris les principes de planification et les aspects économiques de la conception. Conception de systèmes électroniques afin de contrôler la performance des opérations.

#### **04-Agric-B2 Conception des structures pour les industries de l'agriculture, des biosystèmes et des aliments**

Propriétés des matériaux composites : béton et polymères. Charges sur les structures agricoles. Diverses méthodes d'analyse structurale. Procédures détaillées de conception des bâtiments. Principes de conception structurale pour les charpentes. Éléments de charpente (poutres, colonnes et fermes de toit) en acier et en bois. Joints rivetés, boulonnés, soudés, cloués et collés. Calcul à l'état limite pour charge ultime. Analyse et conception des structures en béton, y compris les poutres et les dalles armées, dalles-planchers, solives et autres types de planchers, colonnes, empattements continus et murs de soutènement. Calcul des sections précontraintes. Conception de structures en béton calculées sur la base de force ultime, résistance au cisaillement, lien et ancrage.

#### **04-Agric-B3 Conception de machines pour les industries de l'agriculture, des biosystèmes et des aliments**

Application des principes de l'analyse des contraintes et du comportement des matériaux à la conception des systèmes de transmission d'énergie mécanique au moyen d'engrenages, de freins, d'embrayages, de courroies, de chaînes et de joints universels. Sélection et spécification des coussinets, des accouplements, des attaches et d'autres éléments de machine. Conception des systèmes hydrauliques et des composantes de machinerie pour ces industries. Application des principes de frottement, d'usure et de lubrification. Types de matériaux utilisés pour l'industrie agricole, biologique et alimentaire.

#### **04-Agric-B4 Analyse de machines pour les industries de l'agriculture, des biosystèmes et des aliments**

Intégration de la mécanique appliquée, des besoins fonctionnels et des propriétés de matériaux biologiques dans l'analyse des machines utilisées en biologie. Forces de réaction du sol,

mécanique des outils de travail du sol et des roues traînées, relations sol-machine. Dynamique et cinématique des particules et des corps rigides appartenant aux processus et relations produits/machines impliquées dans la production des plantes et des aliments. Vibration et stabilité des machines. Analyse des coûts et évaluation de la performance des machines.

#### **04-Agric-B5 Force motrice pour les industries de l'agriculture, des biosystèmes et des aliments**

Moteurs à combustion interne, combustibles et combustion, conception des moteurs et conversion d'énergie. Efficacité thermique, suralimentation et turbocompression. Systèmes de transmission d'énergie, mécanique de la traction, concepts de résistance au mouvement, à la compaction et au glissement. Théories de la propulsion par traction et de la mécanique sol/véhicule, comparaison du rendement des éléments d'entraînement sur le sol, efficacité de traction, rapports traction/poids. Mécanique du véhicule, équations du mouvement, analyse des forces, stabilités longitudinale et latérale. Systèmes d'attelage et de contrôle, et leur influence sur la dynamique des tracteurs. Systèmes de transmission hydraulique, composantes et caractéristiques. Ergonomie des machines opérées par l'homme, réactions humaines, son, vibration et contrôle du confort. Systèmes pneumatiques. Besoins particuliers de la force motrice dans les appareils de transformation des aliments.

#### **04-Agric-B6 Irrigation, drainage et contrôle de l'érosion**

Irrigation. Classification, développement et préparation des sols. Exploitation déséquilibrée de l'eau, estimation des besoins en eau des cultures. Conception des systèmes de distribution, des canaux et des ouvrages, conception de systèmes de gicleurs et de systèmes d'irrigation de surface. Sélection des pistolets, conduites, pompes et unités. Analyse des courbes de taux de progression et de récession. Efficacité de l'irrigation. Conception de digues en terre.

Drainage. Conception, mise en plan et installation de systèmes de drainage superficiel et souterrain. Formules d'espacement pour des conditions d'écoulement en régimes permanent et transitoire. Calcul des fossés. Écoulement sous les ponts et ponceaux. Pompes de drainage, pratiques de drainage secondaire, drainage superficiel, terrassement, nivellement du terrain, contrôle du niveau de la nappe phréatique. Utilisation de systèmes de drainage pour contrôler la pollution de l'eau. Impacts du drainage des terres humides.

Contrôle de l'érosion. Principes fondamentaux de l'érosion par l'eau et par le vent. Méthodes de prédiction des pertes de sol et durabilité. Méthodes de contrôle de l'érosion du sol et des sédiments, y compris les cultures en contour et en terrasse, les voies d'eau engazonnées, les clôtures anti-érosion, la stabilisation des berges et les pratiques d'aménagement des terres. Systèmes de culture et agroforesterie.

#### **04-Agric-B7 Principes d'hydrologie**

Notions fondamentales des phénomènes hydrologiques. Instrumentation d'usage répandu. Compilation, analyse et interprétation des données hydrologiques. Hauteur des précipitations, relations intensité-durée-fréquence des précipitations, probabilité des précipitations maximales et facteur de risque. Bilan d'énergie; estimation des quantités évaporées du sol, des lacs et des superficies en culture. Interception. Notions d'écoulement de l'eau à travers les milieux poreux saturés et non saturés, infiltration. Géologie de l'eau souterraine, construction de puits et essais de pompage. Composantes et séparation de l'hydrogramme de ruissellement, prédiction de

débit maximal, méthode des courbes du SCS, prédiction des volumes d'eau qui s'écoulent par ruissellement, synthèse d'hydrogramme, cheminement d'une crue, fonte des neiges. Effets des pratiques d'aménagement des terres. Sédimentation. Modèles hydrologiques.

#### **04-Agric-B8 Génie alimentaire (Partie 1)**

Chauffage et refroidissement des aliments : chauffage et refroidissement des aliments en régime permanent. Chauffage et refroidissement des aliments en régime transitoire. Échangeurs de chaleur utilisés dans l'industrie alimentaire. Transfert thermique dans les cuves avec agitation. Effets de la chaleur sur les aliments. Sources de chaleur : vapeur, micro-ondes et ondes radio (RF).

Traitements thermiques : cinétique de l'inactivation thermique. Relations temporelles de destruction thermique. Valeur stérilisante du traitement. Transfert thermique dans les boîtes de conserve. Calcul de la durée des procédés : méthodes générales, méthode de Ball. Systèmes commerciaux de stérilisation : en fournée et en continu. Traitement aseptique.

Congélation et concentration par congélation : thermodynamique de la congélation des aliments. Diagrammes de phases. Propriétés des aliments congelés. Calcul des temps de congélation. Systèmes de congélation. Phénomènes d'échange pour la concentration par la congélation. Aspects économiques de la concentration par congélation.

Évaporation et concentration par évaporation : thermodynamique de l'évaporation des aliments. Sensibilité thermique des aliments. Propriétés chimiques et physiques des aliments soumis à l'évaporation. Types d'évaporateurs. Calcul des évaporateurs : à simple effet et à effets multiples. Recompression des buées. Phénomènes d'échanges en évaporation. Instrumentation, régulation et automation. Aspects économiques de l'évaporation.

#### **04-Agric-B9 Génie alimentaire (Partie 2)**

Déshydratation des aliments : équilibre hygrométrique et activité de l'eau. Isothermes de sorption de l'eau dans les aliments. Taux de séchage. Phénomènes d'échange lors de la déshydratation des aliments. Effets de la déshydratation sur la qualité des aliments. Types de séchoirs. Conception et calcul des séchoirs. Séchage par micro-ondes. Séchage par rayonnement infrarouge. Séchage par champs électrique et magnétique. Séchage par le soleil.

Filtration, sédimentation et centrifugation : filtration à taux constant et à taux variable. Filtration en continu. Effets de la compaction et de l'encrassement. Agents de filtration. Équipement. Sédimentation dans l'air et dans les liquides. Centrifugation : équations, effets de la concentration, équipement.

Procédés membranaires : classification des procédés membranaires axés sur la pression : microfiltration, ultrafiltration et osmose inverse. Choix et types de membranes. Mécanismes de transport. Équipement.

Extrusion : rhéologie des aliments. Extrudeuses à simple vis et à vis multiples. Modèles newtonien et non newtonien d'extrusion. Filières. Consommation d'énergie. Distributions des temps de séjour. Transfert de chaleur dans les extrudeuses.

Lavage et assainissement : types de sol. Critères de salubrité. Procédures et techniques de lavage. Systèmes CIP. Détergents. Cinétique et mécanismes du nettoyage.

Pratiques visant à assurer la qualité et la salubrité des aliments : pratiques telles que l'ARMPC afin d'assurer la qualité et la salubrité des aliments pendant la manutention, le traitement, l'entreposage et la distribution.

Principes de l'emballage des aliments : transfert en masse de matériaux d'emballage, propriétés des matériaux d'emballage, conditionnement aseptique et emballage.

#### **04-Agric-B10 Génie biochimique (04-Chim-B4)**

Microbiologie fondamentale et chimie de la cellule, cinétique biochimique, enzymes, cheminements métaboliques, énergétique, phénomènes d'échange et conception de réacteurs biochimiques, mise à l'échelle, technologie de la fermentation.

#### **04-Agric-B11 Principes de la gestion des déchets**

Caractérisation de la production de déchets biologiques solides et liquides (p. ex. rapport carbone-azote, teneur en solides/eau, solides en suspension, DCO, DBO, pathogènes, etc.). Échantillonnage et analyse des protocoles. Potentiel de pollution et impact de la production de déchets sur l'environnement (sol, air et eau). Procédés au moyen desquels les déchets polluants produits contaminent l'environnement et façon dont leur impact peut être réduit grâce à de bonnes méthodes de gestion et de traitement. Sélection de sites pour les fermes, les installations aquicoles et les industries agro-alimentaires. Systèmes de manutention et d'entreposage pour la gestion des déchets. Épandage sur le sol de déchets organiques. Lignes directrices et exigences réglementaires pertinentes pour une telle conception. Responsabilité et rôle de l'ingénieur pour fournir des solutions et une analyse des impacts sur l'environnement.

#### **04-Agric-B12 Principes du traitement des déchets biologiques**

Principes microbiologiques, biochimiques et physiques relatifs à la conception, à la spécification et à l'opération de processus aérobie et anaérobie de traitement des déchets solides et liquides : aération, boues activées, contacteurs biologiques (disques biologiques et lits bactériens), composteurs, digesteurs anaérobie, marais artificiels et lits bactériens. Procédés discontinus et continus. Lignes directrices et exigences réglementaires pertinentes pour le choix d'emplacement, la conception et l'opération des éléments ci-dessus. Paramètres de la qualité de l'eau, du sol et de l'air et façon dont les processus de traitement biologique doivent être conçus pour avoir un impact positif sur ces ressources.

#### **04-Agric-B13 Contrôle et surveillance**

Théorie du contrôle. Contrôle proportionnel, intégral et dérivatif. Transducteurs pour les applications biologiques. Systèmes de surveillance analogues. Interface des microordinateurs des transducteurs. Avantages et désavantages des divers types de transducteurs pour mesurer la chaleur, la température, l'humidité, les débits, la pression et les niveaux, et compter les graines de semences. Exigences spéciales pour les transducteurs et l'instrumentation dans un environnement biologique.

#### **04-Agric-B14 Génie aquicole**

Physiologie des principales espèces de poissons et de mollusques. Besoins en eau. Filtration des eaux douce et salée au moyen de filtres passifs et biologiques. Contrôle de la température, du pH, de l'ammoniaque, du rapport oxygène/gaz carbonique et des solides en suspension. Choix de l'emplacement. Conception de systèmes terrestres, de recirculation et à passage unique. Conception des cages pour les systèmes utilisés en mer. Alimentation et surveillance des poissons. Récolte, manutention et/ou transformation primaire.

#### **04-Agric-B15 Conception de bâtiments pour les industries de l'agriculture, des biosystèmes et des aliments**

Types de structures et leurs exigences en matière d'isolation et de pare-vapeur. Codes du bâtiment et leurs applications. Exigences relatives à l'emplacement et à la conception des serres, des abris pour le bétail, des entrepôts de fruits et légumes, des installations de manutention et de stockage des grains, des abattoirs et des installations de mouture. Accessoires nécessaires pour de telles constructions : ventilation, gestion des déchets, routes, alimentation en eau, électricité et protection contre la neige et le vent.