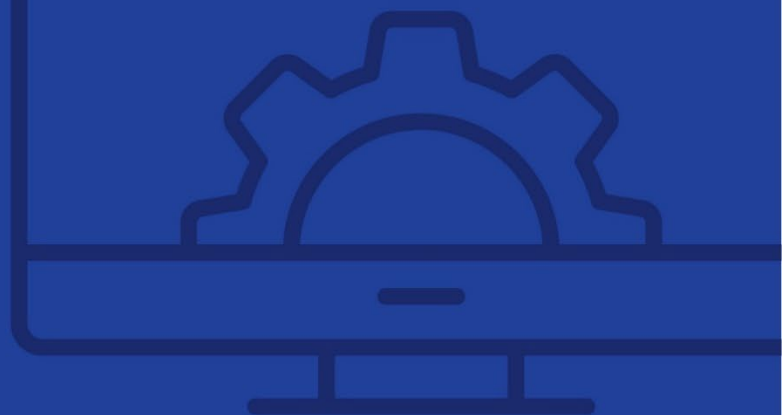

Activité de formation

La conception en ingénierie

Document d'information à l'intention
des candidats et de leur superviseur





Activité de formation en conception

Cette activité de formation vise à permettre au candidat d'acquérir les notions requises pour effectuer de la conception en ingénierie, conformément à ce que préconise le Bureau canadien d'agrément des programmes de génie (BCAPG). La formation en conception est constituée de deux volets distincts, le volet théorique et le volet pratique. Le volet pratique donne au candidat l'occasion de mettre concrètement en application ses connaissances théoriques par la réalisation d'un projet. Cet exercice lui permet d'intégrer divers éléments propres à son domaine de génie, dans le contexte d'une démarche d'ingénierie. L'accent est particulièrement mis sur la capacité du candidat à :

- mettre en application les différentes phases de la méthodologie de la conception en ingénierie;
- réaliser le projet dans les délais prescrits;
- concevoir une solution qui atteint les objectifs ainsi que les fonctions attendues, tout en tenant compte des contraintes qui ont été définies.

Volet théorique

Le volet théorique consiste en un apprentissage autodidacte de la méthodologie de la conception en ingénierie. Pour soutenir le candidat dans cet apprentissage, nous recommandons les deux ouvrages suivants, qui expliquent très clairement la méthodologie de la conception en ingénierie¹ :

En français : *Introduction à la conception en ingénierie*. (Auteurs : Caroline Boudoux, Xavier Attendu et Jérémie Villeneuve)

En anglais : *Engineering Design: A Project-Based Introduction*. (Auteurs: Clive L. Dym et Patrick Little)

Afin de démontrer qu'il a acquis les connaissances théoriques requises, le candidat devra réussir l'examen portant sur la théorie de la méthodologie de la conception. Cet examen couvre toutes les phases de la méthodologie de la conception en ingénierie, les divers aspects du développement durable ainsi que différents outils présentés dans les livres.

Lorsque le candidat est prêt, il s'inscrit à l'examen en remplissant le formulaire d'inscription qui se trouve dans la section [Examens d'admission](#) du site Internet de l'Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ). Nous recommandons au candidat de consulter la section [Déroulement d'une séance d'examens](#), afin de connaître les consignes à respecter avant et pendant l'examen.

L'examen comporte 50 questions à choix multiples. Le seuil de réussite de l'examen sur la méthodologie de la conception en ingénierie est de 60 %.

Une fois l'examen réussi, le candidat pourra entreprendre le volet pratique de la formation en conception.

¹ Ces deux livres couvrent essentiellement la même matière et présentent les mêmes phases de la méthodologie.



Volet pratique

Mise en contexte

Afin de démontrer qu'il maîtrise les connaissances et les compétences requises en ce qui concerne la conception en ingénierie, le candidat doit effectuer un projet de conception.

Le Bureau canadien d'agrément des programmes de génie définit ainsi les qualités que doivent posséder les diplômés en génie en ce qui a trait à la conception : « capacité de concevoir des solutions à des problèmes d'ingénierie complexes et évolutifs et de concevoir des systèmes, des composants ou des processus qui répondent aux besoins spécifiés, tout en tenant compte des risques pour la santé et la sécurité publiques, des aspects législatifs et réglementaires, ainsi que des incidences économiques, environnementales, culturelles et sociales². »

Qu'est-ce qu'un problème d'ingénierie complexe ?

L'une des caractéristiques déterminantes de l'exercice du génie est la capacité de travailler avec la complexité et l'incertitude, étant donné qu'aucun projet ou mandat réel n'est exactement identique à un autre. Ainsi, les diplômés en génie doivent savoir ce qu'est un problème d'ingénierie complexe et être en mesure de résoudre de tels problèmes.

Un problème d'ingénierie complexe est défini par les caractéristiques suivantes :

- 1) Il nécessite l'application de connaissances approfondies.
- 2) Il a en outre au moins une des caractéristiques suivantes :
 - Il met en jeu des questions diversifiées ou contradictoires;
 - La solution pour le résoudre n'est pas évidente, de sorte qu'il faut de l'originalité;
 - Il met en jeu des questions peu fréquentes;
 - Il échappe aux normes et aux codes acceptés;
 - Il requiert divers intervenants et besoins;
 - Il est posé à un niveau général, et comporte de nombreux éléments ou sous-problèmes.

Objectifs du projet en conception

- Permettre au candidat de démontrer qu'il est en mesure de gérer un projet d'une certaine envergure. L'évaluation portera davantage sur la manière de solutionner les problèmes proposés par le client ou le superviseur que sur la solution proposée.
- Permettre au candidat de mettre en application ses apprentissages.

² Bureau canadien d'agrément des programmes en génie, *Normes et procédures d'agrément 2020*, p. 7.



Critères auxquels le projet doit satisfaire pour être approuvé par l'OIQ

- Être proposé par l'industrie ou des sociétés techniques étudiantes, ou, à défaut, par des professeurs d'ingénierie;
- Viser à mettre en application des notions et des méthodes acquises préalablement dans le cursus en ingénierie;
- Viser à résoudre une problématique industrielle où plusieurs solutions sont envisageables. Le problème ne doit pas avoir une solution évidente (triviale);
- Élaborer des éléments, des systèmes et des processus qui répondent à des besoins précis;
- Inclure les étapes de la méthodologie de la conception;
- Aborder des aspects de santé et sécurité au travail;
- Tenir compte des enjeux environnementaux, culturels et sociaux;
- Tenir compte des aspects législatifs et réglementaires;
- Comporter une estimation des coûts de la solution recommandée.

Exigences générales entourant l'activité de formation en conception

- Le projet de conception doit être réalisé individuellement et sous la supervision d'un ingénieur. Si le projet est de grande envergure et qu'il nécessite un travail d'équipe, alors le candidat devra s'impliquer dans toutes les étapes de la méthodologie de la conception et il devra mettre en application les différents outils requis à chacune des étapes.
- Le candidat doit analyser en profondeur les différents aspects techniques, économiques, sociaux et environnementaux du problème soumis.
- Les heures d'implication du candidat sur le projet doivent être notées et indiquées dans le rapport final.
- La méthodologie de la conception doit être appliquée. Plus précisément, les phases suivantes doivent être définies : analyse des besoins, élaboration du concept, conception préliminaire, conception détaillée.
- Le candidat doit utiliser les outils d'ingénierie appropriés.
- Le candidat doit rédiger un rapport complet, approuvé par le superviseur.

Rôle et responsabilités de l'ingénieur³ qui supervise le projet en conception

Le superviseur est l'ingénieur qui soutient le candidat tout au long du projet en conception. À titre de signataire du formulaire *Proposition de projet et engagement du superviseur*, il est le principal responsable de la supervision du candidat au cours de l'exécution du projet. Le superviseur :

- S'assure que le candidat applique la méthodologie de la conception par ses conseils lors de l'élaboration, de la planification et de la réalisation du projet;
- Veille à ce que le projet de conception respecte les normes d'un projet d'ingénierie à chaque étape de son exécution;
- S'assure de la qualité du rapport qui sera remis à l'OIQ et en approuve le contenu.
- Il participe à l'évaluation finale du candidat, en se servant de la grille d'évaluation qui se trouve à la fin de ce guide.

³ Désigné par le terme « superviseur » dans ce document.



Principales étapes de l'exécution du projet

1. Le sujet du projet doit être soumis à l'OIQ pour approbation. Pour ce faire, il faut remplir le formulaire *Proposition de projet et engagement du superviseur* et le faire parvenir à l'adresse suivante : examens_admission@oiq.qc.ca
2. Le projet débute une fois l'approbation du sujet obtenue.
3. La réalisation du projet doit inclure toutes les étapes de la méthodologie de la conception (analyse des besoins, élaboration du concept, conception préliminaire, conception détaillée).
4. Le nombre d'heures travaillées doit être comptabilisé;
5. À la fin du projet, le candidat remet obligatoirement à l'OIQ :
 - a) la description détaillée du projet, la liste exhaustive des tâches, le plan de travail, l'échéancier, le nombre d'heures travaillées et le rapport final;
 - b) la grille d'évaluation remplie par le superviseur.

Guides portant sur certains domaines de génie

Afin de guider le candidat dans l'accomplissement d'un projet en conception, des professeurs enseignant en génie dans différentes universités ont élaboré des guides portant sur certains domaines du génie (civil, électrique, chimique, industriel, mécanique, robotique). Ces guides décrivent les principales étapes d'un projet en conception dans une discipline donnée et contiennent des renseignements sur les outils à utiliser. De plus, ils renferment tous un ou deux exemples de projet de conception. Nous vous recommandons de les consulter, notamment parce qu'ils présentent des exemples de l'application de la méthodologie en conception dans la réalisation d'un projet en ingénierie.

Évaluation du volet pratique

Documents à transmettre à l'OIQ :

Le superviseur et l'OIQ s'appuient sur divers documents pour évaluer le projet. Cette évaluation porte sur :

- 1) le contenu du projet;
- 2) la capacité du candidat à mettre en application, à chaque phase du projet, différents outils permettant la réalisation du projet de conception en ingénierie.

Avant de commencer le projet, le candidat doit remplir un formulaire et le transmettre à l'OIQ pas courriel à : examens_admission@oiq.qc.ca

- a) formulaire *Proposition de projet et engagement du superviseur*.

Lorsque le projet est terminé, le candidat doit déposer les documents suivants :

- b) la description détaillée du projet⁴;
- c) la liste exhaustive des tâches⁴;
- d) le plan de travail⁴;
- e) l'échéancier⁴;
- f) nombre d'heures travaillées⁴;
- g) le rapport final;
- h) la grille d'évaluation remplie par le superviseur.

⁴ Ces documents ne seront pas évalués. Cependant, ils serviront à déterminer l'ampleur du travail effectué.



Description détaillée du projet

À partir de la description sommaire faite par le proposeur (il est possible que le proposeur soit le superviseur) et de discussions subséquentes avec celui-ci, le candidat devra préparer une description détaillée du projet dans laquelle il décrit, notamment, la démarche qu'il utilisera. Ce document d'environ cinq (5) pages devra être approuvé par le superviseur. Il servira à préciser les attentes du superviseur et les activités à accomplir par le candidat en vue de la réalisation du projet de conception.

Liste exhaustive des tâches et plan de travail

À partir de la description détaillée du projet, le candidat établira une liste exhaustive des tâches à accomplir. Il préparera ensuite une planification et un échancier détaillés en faisant appel aux techniques prévues à cette fin (PERT, Gantt ou autres). Pour l'élaboration de l'échancier, il est important de tenir compte de la dépendance ou de l'indépendance des diverses tâches à accomplir. Le soutien du superviseur sera probablement requis pour évaluer la durée de chacune des tâches et pour préparer l'échancier.

Durée du projet

Un décompte des heures travaillées dans le cadre du projet de conception doit être inclus dans votre rapport. À titre de référence, la durée attendue pour la réalisation du projet supervisé est indiquée dans votre lettre de prescription d'activités de formation. Une période maximale pour compléter le projet est également indiquée.

Le rapport final

Le rapport final doit être complet et détaillé; il doit décrire tout le travail accompli au cours de la réalisation du projet en conception. Il permet d'évaluer le travail effectué par le candidat, son niveau de compréhension des différents outils de conception et sa capacité à les utiliser.

Quelques précisions concernant la rédaction du rapport final :

- Le rapport doit être de qualité professionnelle, tant sur le plan du contenu que sur celui de sa présentation.
- L'orthographe et la grammaire du rapport technique doivent être révisées.
- Le rapport doit être objectif : l'utilisation du « je » et les termes familiers sont proscrits. Par exemple, la formulation « la température de l'équipement était plus élevée » est préférable à « la machine était plus chaude ».
- Le texte doit être concis et clair ; le candidat doit employer un vocabulaire précis, par exemple employer les mêmes mots tout au long du rapport afin d'assurer la compréhension des notions qu'il présente.
- Tous les acronymes et les sigles doivent être suivis de leur désignation en toutes lettres la première fois qu'ils sont mentionnés et doivent être colligés dans un glossaire. Exemple : OIQ (Ordre des ingénieurs du Québec).
- Les sources doivent être citées.



À titre d'exemple, voici la liste des éléments qu'on devrait trouver dans le **rapport final** ainsi que le nombre de pages approximatif réservé à chacun d'eux.

Exemple de contenu	Quantité de pages attendues
Page titre	1 page
Sommaire	2 pages
Table des matières	1 page
Introduction / problématique <ul style="list-style-type: none"> Description du problème et des aspects dont il faut tenir compte pour déterminer la solution. 	2-4 pages
Analyse des besoins <ul style="list-style-type: none"> Objectifs et contraintes du projet de conception. Fonctions devant être remplies par la solution finale. 	4-10 pages
Élaboration du concept <ul style="list-style-type: none"> Revue de littérature ayant servi de base aux diverses solutions considérées. Justification du choix de la solution concept retenue. 	3-5 pages
Caractérisation du concept retenu <ul style="list-style-type: none"> Description des tests effectués en prototypage ou modélisation. Présentation des résultats obtenus. Discussion sur les avantages, les inconvénients et les limites de la solution retenue. Démonstration que la solution respecte toutes les contraintes établies. 	10 pages
Durée du projet <ul style="list-style-type: none"> Nombre d'heures Dates de début et de la fin du projet 	1 page
Conclusion	2 pages
Références	2 pages
Annexes	1-10 pages



Informations sur le processus d'évaluation du volet pratique

L'évaluation du volet pratique est basée sur le contenu du rapport final ainsi que sur l'évaluation effectuée par le superviseur.

Le candidat doit démontrer qu'il a été en mesure d'utiliser ses connaissances en ingénierie tout au long de la mise en application de la méthodologie en conception. Le rapport final qu'il prépare témoignera donc notamment de ses compétences techniques.

Par ailleurs, le superviseur rendra compte de la compréhension de la méthodologie en conception ainsi que du niveau de maîtrise que le candidat a montré tout au long de l'accomplissement du projet. Pour faire cette évaluation, le superviseur se fonde sur les huit critères de la grille d'évaluation, qui se trouve à la fin du guide.



Critères pour l'évaluation du rapport final

Critères d'évaluation	Excellent	Très bien	Bien	Passable	Insuffisant
Forme (20 %)	<ul style="list-style-type: none"> Présentation originale et professionnelle. Propos clairs et cohérents, appuyés par de nombreux tableaux et figures pertinents. 	<ul style="list-style-type: none"> Présentation professionnelle. Propos clairs, appuyés par des tableaux et figures appropriés. 	<ul style="list-style-type: none"> Présentation satisfaisante, division ou enchainements pas toujours clairs. Clarté des propos à améliorer, peu de tableaux ou de figures. 	<ul style="list-style-type: none"> Présentation minimale. Propos ambigus, très peu ou pas du tout de figures ou tableaux. 	
Présentation générale (/5)					
Utilisation de tableaux et figures (/10)					
Choix des termes (/5)					
Total Forme :	/20				

Le rapport final est évalué selon les critères suivants; la note de passage est de 60 %.



Critères d'évaluation	Excellent	Très bien	Bien	Passable	Insuffisant
<i>Fond (80 %)</i>	Argumentaire approfondi; tâches et activités parfaitement décrites et maîtrisées, originalité des outils exploités, analyse soutenue.	Argumentaire adéquat; tâches et activités présentes et bien décrites; outils attendus présents; analyse juste et appuyée par des illustrations.	Argumentaire qui devrait être plus étoffé; tâches et activités parfois peu claires ou peu maîtrisées; certains outils manquants; analyse de base.	Peu d'explications et de détails; tâches et activités peu maîtrisées; peu ou pas d'outils présentés; analyse pauvre et mal illustrée.	
Explications suffisamment détaillées de l'application de la méthodologie de conception à chacune des étapes du projet (/10)					
Description des tâches et des activités de conception (/35)					
Choix des outils exploités (/20)					
Analyse et illustration (/10)					
Appréciation par rapport à la qualité attendue (/5)					
Total Fond :	/80				
Résultat sur 100					
Commentaires:					



Grille pour l'évaluation du superviseur

Pour évaluer le projet de conception du candidat, le superviseur doit utiliser la grille d'évaluation présentée ci-dessous. Le superviseur doit évaluer chacun des huit critères. Selon le niveau de maîtrise de chacun des critères, le superviseur inscrit le pointage atteint; la cote 1 indique que le candidat ne satisfait pas au critère ou qu'il y satisfait très peu; la cote 4 indique que le candidat satisfait entièrement au critère ou qu'il dépasse même les exigences. Le seuil minimum pour réussir cette activité de formation est une moyenne des résultats de 3. Il est important de noter que le Comité d'admission à l'exercice a le pouvoir discrétionnaire de refuser d'accorder une réussite à un candidat qui aurait un résultat global de 3, mais des résultats faibles pour des critères cruciaux, notamment les critères 4, 5, 7 et 8.

Critères	Non initié (1)	Seuil (2)	Cible (3)	Excellent (4)	Résultat
Critère 1 Connaître les principes de la méthodologie de conception	... ne connaît pas ou seulement de façon superficielle les principes de la méthodologie de conception.	... connaît la méthodologie générale de conception et quelques-uns de ses grands principes.	... connaît la méthodologie générale de conception et la majorité de ses grands principes. Peut identifier divers aspects d'un projet qui doivent être considérés et peut adapter la méthodologie en conséquence.	... connaît différentes méthodologies de conception et l'ensemble de leurs grands principes. Peut identifier les aspects essentiels d'un projet qui doivent être considérés et choisir ou adapter la méthodologie en conséquence.	
Critère 2 Déterminer quels sont les besoins à combler ou à prendre en compte	... analyse partiellement les besoins des parties prenantes.	... analyse et interprète les besoins des parties prenantes.	... analyse et interprète les besoins des parties prenantes, puis les formule en termes d'ingénierie.	... analyse, interprète et valide les besoins des parties prenantes, puis les formule en termes d'ingénierie.	
Critère 3 Définir un projet ou un problème d'ingénierie	... omet plusieurs informations pertinentes pour bien définir le problème. Formule partiellement la problématique et une partie des objectifs.	... identifie des informations utiles pour définir le problème. Formule la problématique et les objectifs, mais de manière imprécise.	... recherche des informations de sources variées pour définir le problème. Formule la problématique à résoudre et les objectifs.	... recherche des informations de sources variées et fiables pour définir le problème. Formule clairement la problématique à résoudre et les objectifs.	



<p>Critère 4 Identifier les exigences auxquelles il faut répondre ou qu'il faut prendre en compte</p>	<p>... omet plusieurs exigences relativement aux risques, aux aspects légaux et aux incidences sur l'économie, l'environnement, la culture et/ou la société.</p>	<p>... prend en compte quelques exigences relativement aux risques, aux aspects légaux et aux incidences sur l'économie, l'environnement, la culture et/ou la société.</p>	<p>... prend en compte plusieurs exigences relativement aux risques, aux aspects légaux et aux incidences sur l'économie, l'environnement, la culture et/ou la société.</p>	<p>... prend en compte la grande majorité des exigences relativement aux risques, aux aspects légaux et aux incidences sur l'économie, l'environnement, la culture et/ou la société.</p>	
<p>Critère 5 Rechercher plusieurs solutions et en sélectionner une</p>	<p>... propose peu de solutions et sélectionne celle qui semble intéressante.</p>	<p>... propose plusieurs solutions possibles, fait une analyse sommaire et sélectionne celle qui semble être la meilleure.</p>	<p>... propose plusieurs solutions et en crée de nouvelles, fait une analyse critique, basée sur des critères de sélection pertinents et à l'aide d'outils servant à la prise de décision.</p>	<p>... propose plusieurs solutions et en crée de nouvelles, fait une analyse critique et applique un processus de sélection rigoureux et rationnel à l'aide d'outils servant à la prise de décision.</p>	
<p>Critère 6 Faire la conception préliminaire</p>	<p>... valide inadéquatement le potentiel de la solution retenue.</p>	<p>... valide sommairement le potentiel de la solution retenue.</p>	<p>... valide le potentiel de la solution retenue.</p>	<p>... valide le potentiel de la solution retenue et cherche à l'améliorer.</p>	
<p>Critère 7 Faire la conception détaillée</p>	<p>... passe rapidement du concept à une conception détaillée, en effectuant des calculs, des dimensionnements, des simulations ou des expériences sommaires ou erronés.</p>	<p>... raffine le concept pour obtenir une conception détaillée, en s'appuyant sur des calculs, des dimensionnements, des simulations ou des expériences.</p>	<p>... définit l'architecture de la solution, raffine le concept pour obtenir une conception détaillée, en s'appuyant sur des calculs, des dimensionnements, des simulations ou des expériences. Justifie ses choix.</p>	<p>... définit l'architecture de la solution, raffine le concept pour obtenir une conception détaillée, et ce, en s'appuyant sur des calculs, des dimensionnements, des simulations ou des expériences, exécutées selon les règles de l'art. Justifie ses choix en fonction des exigences qui ont été définies.</p>	
<p>Critère 8 Valider et implémenter la solution</p>	<p>... élabore un prototype, une maquette ou un plan partiel. Ne vérifie pas que la solution répond aux exigences.</p>	<p>... élabore un prototype, une maquette ou un plan. Valide partiellement que la solution répond aux exigences.</p>	<p>... élabore un prototype, une maquette ou un plan. Valide adéquatement que la solution répond aux exigences.</p>	<p>... élabore un prototype, une maquette ou un plan de grande qualité. Valide adéquatement que la solution répond aux exigences et propose des améliorations.</p>	



Quelques conseils pour faciliter le déroulement du volet pratique

1. Le candidat doit travailler régulièrement sur son projet.
2. Une rencontre avec le superviseur doit être prévue au moins toutes les deux semaines ainsi qu'aux jalons suivants :
 - avant la remise de la proposition de projet;
 - à chacune des phases de conception : analyse des besoins, élaboration du concept, conception préliminaire, conception détaillée;
 - avant la rédaction du rapport final.
3. Le candidat ne doit pas hésiter à consulter son superviseur afin de s'assurer que son travail est pertinent, bien fait ou sur la bonne voie.
4. Nous recommandons au candidat :
 - de prendre des notes tout au long du projet de conception (dater la rédaction des notes);
 - de rédiger régulièrement des résumés techniques afin de garder une trace des analyses effectuées ou des résultats obtenus.
5. Garder en tête que l'évaluation porte sur l'application de la méthodologie de la conception en ingénierie.
6. Pour toute question en lien avec cette formation, veuillez écrire un courriel à l'adresse suivante :
examens_admission@oiq.qc.ca



Bibliographie

BUREAU CANADIEN D'AGRÉMENT DES PROGRAMMES DE GÉNIE. *Normes et procédures d'agrément 2020*, 122 pages.