

# COLLÈGE MONTMORENCY



## PLAN DE COURS

DÉPARTEMENT : Physique-Géologie

TITRE DU COURS : Analyser les réactions structurales

PROFESSEUR : LAMOTHE, Raymond M  
Bureau C-3621  
☎ (450)-975-6323

N° DE COURS : 203-F54-MO

PONDÉRATION : 2-2-2

PROGRAMME : Technologie de l'estimation et de l'évaluation en bâtiment

[rmlamothe@cmontmorency.qc.ca](mailto:rmlamothe@cmontmorency.qc.ca)

<http://www.cmontmorency.qc.ca/~rmlamothe>

SESSION : Hiver 2009

### I. PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME

Ce cours contribue avec quatorze autres cours au développement d'une compétence (un résultat d'apprentissage qui décrit une situation extrascolaire caractéristique du milieu de travail) :

- *Estimer les coûts d'un projet de construction.*

Ces autres cours sont :

221-2L3-MO	S'initier à la profession d'estimateur en construction
242-F56-MO	Produire des croquis et des dessins techniques
221-2M3-MO	Caractériser les propriétés géotechniques des sols
221-2N3-MO	Estimer les coûts des projets simples
221-2K5-MO	Analyser les éléments de structures de bois, d'acier et de béton
221-2P3-MO	Appliquer la réglementation en construction
221-2F4-MO	Estimer les coûts de travaux mécaniques dans un projet de construction
221-2L5-MO	Estimer les coûts de travaux d'infrastructures et de sites dans un projet de construction
221-1A6-MO	Estimer les coûts de travaux de structure, d'enveloppe et d'aménagement intérieur dans un projet de construction
221-2K4-MO	Estimer les coûts de travaux électriques dans un projet de construction
221-2H4-MO	Estimer les coûts de projets complexes
221-2J4-MO	Participer à la planification d'un projet
221-1AE-MO	Stage en estimation
221-2K3-MO	Participer au financement d'un projet

Plus spécifiquement, il poursuit l'objectif ministériel (habiletés ou connaissances à acquérir en vue de développer les compétences) :

- *036Q Effectuer la prévision du coût d'un projet pour un bureau offrant des services en architecture ou en ingénierie.*

Les buts du cours sont d'acquérir les principes de base de la statique appliquée aux calculs de structure et des matériaux soumis à des contraintes. La partie statique vise à transmettre une compréhension générale des conditions d'équilibre d'une structure ; tandis que la partie résistance des matériaux aidera l'élève à mieux comprendre ce qui se passe dans un matériau soumis à des efforts de traction, de compression, de cisaillement ou de flexion. Il vise aussi l'acquisition d'une connaissance adéquate des unités et du vocabulaire relatifs à ce sujet.

## **II. OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE**

L'élève devrait être capable, à la fin du cours, de :

1. Identifier les charges, les réactions aux appuis et le poids des éléments qui s'exercent sur la structure.
2. Distinguer parmi ces forces externes, les charges et les réactions aux appuis de la structure.
3. Représenter les charges, les réactions aux appuis par des forces qu'ils exercent sur la structure en dessinant des flèches avec une direction, un sens, une grandeur et un point d'application. Dans le cas d'une charge répartie, la remplacer par une ou plusieurs forces localisées.
4. Calculer la force résultante ou les forces résultantes d'une charge (cas simples).
5. Trouver graphiquement et analytiquement la résultante des forces externes agissant sur une structure (cas simples).
6. Énoncer et appliquer les conditions d'équilibre de translation et de rotation d'une structure (cas simples).
7. Calculer les réactions d'appui d'une structure dans des cas simples.
8. Calculer les efforts dans les barres de structure (cas simples).
9. Déterminer, depuis le diagramme contrainte-déformation, le module d'élasticité, la limite élastique, la limite d'allongement et la limite de résistance d'un matériau.
10. Calculer la déformation élastique et la contrainte dans une pièce soumise à un effort axial de traction ou de compression (cas simples).
11. Calculer la contrainte de cisaillement dans une pièce soumise à un effort axial (cas simples).
12. Tracer les diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant d'une poutre en flexion.
13. Calculer le moment d'inertie d'une surface plane.
14. Calculer la contrainte normale et la contrainte de cisaillement dans une poutre en flexion.
15. Calculer la flèche d'une poutre.
16. Lire les tables donnant les caractéristiques (dimensions, sections, moment d'inertie et module de flexion).
17. Reconnaître certains cas de sollicitations composées : flexion et traction ou compression, compression sous charge excentrée.

## **III. TÂCHE INTÉGRATRICE**

Au terme de ce cours, l'élève sera en mesure de procéder à l'établissement de l'élasticité d'un matériau ; de procéder aux calculs nécessaires à la détermination de la déformation élastique, de la contrainte de déformation à l'état limite, de la contrainte de cisaillement, de l'effort tranchant maximal d'une poutre. Lors de cette évaluation, on cherchera à vérifier les éléments suivants (critères ou indicateurs de performance) : isoler une structure, identifier les forces agissant sur une structure, calculer la force résultante d'une charge répartie, résoudre le système de forces agissant sur une structure, calculer la force résultante d'une charge répartie, résoudre le système de forces d'une structure à deux appuis, calculer la contrainte dans une rivure, calculer le moment d'inertie, calculer la contrainte normale et la contrainte de cisaillement dans une section droite d'une poutre en flexion plane.

## IV. CONTENU DU COURS

Les connaissances et les habiletés nécessaires pour atteindre les objectifs d'apprentissage sont divisées en deux sections : le savoir et le savoir faire.

Savoir	Savoir faire
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagramme du corps libre.</li> <li>• Forces et les trois lois de Newton.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le diagramme des forces.</li> <li>- L'addition des forces et des moments.</li> <li>- Analyse d'un système de forces.</li> <li>- Réactions aux appuis.</li> <li>- Systèmes de forces parallèles.</li> <li>- Couples. Charges réparties.</li> <li>- Centre de gravité.</li> </ul> </li> <li>• Sollicitations axiales :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagramme d'essai de traction.</li> <li>- Propriétés des matériaux.</li> <li>- Contrainte normale.</li> <li>- Cisaillement dû à une sollicitation axiale.</li> </ul> </li> <li>• Flexion d'une poutre :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Types de poutres (à extrémités en appui simple, porte-à-faux, porte-à-faux d'extrémité).</li> <li>- Diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant.</li> <li>- Contrainte de flexion.</li> <li>- Contrainte de cisaillement.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isoler une structure en partie ou en entier.</li> <li>• Identification et nomination des voisins (objets en contact avec la structure qui poussent ou tirent directement sur une structure).</li> <li>• Utilisation de la trigonométrie pour remplacer une force par ses composantes rectangulaires.</li> <li>• Utilisation des propriétés des triangles semblables pour décomposer une force.</li> <li>• Calcul de la force résultante ou des forces résultantes d'une charge répartie à distribution géométrique simple (triangulaire ou rectangulaire) et calcul du point de localisation de cette ou ces forces résultantes.</li> <li>• Résolution des forces d'une structure possédant deux appuis (appui simple, appui articulé, câble ou encastrement) et qui est soumise à des forces quelconques.</li> <li>• Utilisation des critères et des contraintes normales et de cisaillement pour déterminer les endroits critiques sur une pièce en tension ou en compression.</li> <li>• Calcul de la contrainte de cisaillement dans une rivure à recouvrement ou à couvre-joint.</li> <li>• Traçage des diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant d'une poutre en flexion plane simple, pour des charges localisées ou uniformément réparties.</li> <li>• Calcul du moment d'inertie d'une surface plane décomposable en rectangles, par rapport à un axe passant par son centre de gravité.</li> <li>• Calcul de la contrainte normale et de la contrainte de cisaillement en un point d'une section droite, de profil donné, en flexion plane simple.</li> <li>• Utilisation du diagramme de l'effort tranchant pour dessiner le diagramme du moment fléchissant et réciproquement.</li> <li>• Utilisation des diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant pour identifier les endroits critiques sur une poutre en flexion.</li> </ul>

### PARTIE A - STATIQUE

#### **Ch. 1 : PRINCIPES DE BASE DE LA STATIQUE**

(6 périodes)

Force. Types de forces. Caractéristiques et unité d'une force. Transmissibilité d'une force. Types de systèmes de forces. Composantes d'une force. Résultantes de forces concourantes. Moment de force. Analyse de l'équilibre d'un système de forces. Réactions aux appuis. Force résultante par la méthode graphique du polygone funiculaire. Détermination des réactions par la méthode graphique du polygone funiculaire.

#### **Ch. 2 : FORCES PARALLÈLES ET CHARGES RÉPARTIES**

(3 périodes)

Systèmes de forces parallèles. Couples. Charges réparties. Centre de gravité. Résultante.

### *1<sup>er</sup> EXAMEN*

- Ch. 3 : FORCES INTERNES DANS LES STRUCTURES ARTICULÉES** (4 périodes)  
 Classification des structures (fermes de toit et de pont). Efforts dans les membrures d'un treillis articulé. Efforts par la méthode graphique de Maxwell-Crémona. Systèmes isostatiques. Systèmes hyperstatiques et hypostatiques (limites de la statique).

### PARTIE B - RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

- Ch. 4 : INTRODUCTION À LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX** (1 période)  
 But de la résistance des matériaux. Poutres. Sollicitations simples (extension ou traction simple, compression simple, torsion simple, flexion, cisaillement, sollicitations composées).
- Ch. 5 : COMPRESSION (PIÈCES COURTES) ET TRACTION AXIALES** (5 périodes)  
 Diagramme d'essai de traction (contrainte et déformation, module d'élasticité ou module de Young, diagramme contrainte-déformation, limite de proportionnalité, limite d'allongement, limite de résistance, point de rupture, remarques sur le diagramme). Propriétés des matériaux (propriétés mécaniques des matériaux, rapport de Poisson). Contrainte normale. Cisaillement dû à une sollicitation axiale. Normes de calcul. Contraintes admissibles. Choix d'une poutre sécuritaire en sollicitation axiale. Calcul aux états limites (effet de la charge pondérée, résistance pondérée de pièces d'acier en traction).

### *2<sup>e</sup> EXAMEN*

- Ch. 6 : FLEXION D'UNE POUTRE** (8 périodes)  
 Types de poutres (à extrémités en appui simple, porte-à-faux, porte-à-faux d'extrémité). Comportement d'une poutre sollicitée en flexion (diagrammes de l'effort tranchant et du moment fléchissant, relation entre le moment fléchissant et l'effort tranchant). Calcul des dimensions d'une poutre en acier ou bois. Domaine élastique - norme des contraintes admissibles : contrainte de flexion, contrainte de cisaillement, ligne élastique, flèche. Domaine plastique - norme de calcul aux états limites : flexion, cisaillement, flèche. Conclusion.

### *3<sup>e</sup> EXAMEN*

## **V. MÉTHODOLOGIE**

Le cours se distribuera sur 15 semaines, sur la base de 2 heures de théorie et 2 heures de travaux pratiques par semaine aux dates citées à l'**Annexe** et exigera 2 heures de travail personnel de la part des élèves par semaine.

Le verbe « calculer » est celui qui apparaît le plus souvent dans les objectifs d'apprentissage. La méthode utilisée vise donc à permettre à l'élève de faire lui-même des calculs après avoir vu l'enseignant en faire des semblables. La théorie sera présentée en classe (2 h par semaine) à travers les nombreux exemples de calculs du manuel.

L'élève fera les exercices du manuel durant 8 des séances de travaux pratiques (2 h par semaine) en travaillant dans une équipe de trois. Chaque équipe remettra un exercice sur une feuille détachée à la fin de chaque séance. L'exercice sera noté. L'élève aura à manipuler dans 3 autres séances de travaux pratiques (laboratoires) et l'équipe devra remettre un rapport de laboratoire qui sera noté aussi.

Les heures de travail à la maison (2 h par semaine) devraient être consacrées à la lecture des petits exposés du manuel et à terminer les nombreux exercices du manuel.

L'élève est requis de faire tous ses exercices dans un cahier relié (du type et du format qu'il préfère). Cela vaut aussi bien pour les séances de travaux pratiques que pour le travail à la maison. Un paquet de feuilles mobiles brochées ensemble n'est pas un cahier relié.

Les cours, séances de problèmes et les laboratoires commencent à l'heure et il est de la **responsabilité** de l'élève d'y être et **d'y être à temps**. Dans la salle de classe, pendant les cours, les séances d'exercices, les examens de même qu'au laboratoire, on **exige** que les étudiants **rangent leurs écouteurs et ferment les avertisseurs** de toutes sortes sur les montres, les téléphones, les démarreurs et autres bidules du genre susceptibles d'émettre un son.

## VI. MÉTHODE D'ÉVALUATION

Le barème de la session se répartit comme suit :

• Examens :	Examen n° 1 .....	22,0 %
	Examen n° 2 .....	22,0 %
	Examen n° 3 .....	22,0 %
• TP :	Exercices à résoudre .....	23,8 %
	Rapports de Laboratoire .....	10,2 %
TOTAL .....		100 %

### A. Examens

Les trois (3) examens sont indiqués dans le déroulement du cours à la section IV. **CONTENU DU COURS** et les dates à l'**ANNEXE**. Il n'y aura pas d'examen final. Les examens sont à livre fermé avec droit à une (1) feuille d'aide-mémoire (8,5" × 11") fournie par le professeur mais l'élève peut l'enrichir et le cahier personnel d'exercices faits par l'élève.

Les examens durent deux périodes et les questions sont des questions de calcul du même type que les exercices du manuel. Les exercices et les questions des examens sont corrigés en utilisant les critères suivants :

- \* Qualité du français et de la présentation ;
- \* Schéma pertinent ;
- \* Démarche explicite (formules écrites), complète et juste ;
- \* Calculs complets et exacts, réponses avec les unités.

L'élève a 5 jours ouvrables pour demander une réévaluation d'un examen. Les copies notées des examens seront conservées par le professeur.

### B. Travaux pratiques

Vous travaillez en groupes coopératifs de trois élèves. Les groupes seront formés par l'enseignant et seront reformés à chaque tiers de la session.

La présence aux séances de TP est obligatoire. Les TP obéissent à une dynamique différente de celle du travail à la maison, puisqu'il s'agit d'échanger avec deux autres élèves sous la direction de l'enseignant. L'élève ne peut donc pas les remplacer par du travail personnel. Il n'y a pas de reprise lors d'une absence à un TP, quel que soit le motif de l'absence. Pour les TP avec manipulations le rapport doit être remis au plus tard cinq jours ouvrable après la date où a eu lieu l'expérience.

La note totale des TP sera calculée de la façon suivante :

la moyenne des 7 meilleures notes des TP (s'il y en a 8 au total) sur 23,8 points de la note finale plus les 3 rapports de laboratoire valant 3,4 points chacun.

### C. Cahier d'exercices

L'élève aura à se constituer une banque d'exercices qu'il aura résolus dans un cahier relié ; les photocopies, les cartables, les cahiers spiralés et les feuilles isolées ne sont pas autorisés. L'élève aura droit à son cahier d'exercices pour les examens qu'il devra remettre avec sa copie d'examen.

## D. Règles d'application de la PIÉA

Les règles d'application par le département de physique-géologie de la Politique Institutionnelle d'Évaluation des Apprentissages (PIÉA) du collège sont les suivantes :

### • Présence en classe

En physique et en géologie, certains objectifs sont poursuivis à travers des séances de travaux pratiques faisant l'objet d'une évaluation sommative, la présence à ces séances est par conséquent obligatoire.

L'enseignant(e) n'est pas tenu de permettre à l'élève de reprendre une séance de travaux pratiques.

L'élève ne peut pas substituer une autre activité aux travaux pratiques.

### • Les retards lors des travaux et examens

L'enseignant(e) n'est pas tenu d'accepter un travail remis en retard. S'il accepte, il peut pénaliser ce retard s'il estime qu'il a permis à l'élève de profiter d'un avantage indu sur les autres élèves. (Pénalité : 20% de la note attribuée.)

L'élève absent à un examen pour un motif que l'enseignant(e) considère sérieux peut reprendre cet examen à deux conditions :

- c'est une première absence à un examen dans ce cours ;
- l'élève aura pris soin de contacter l'enseignant(e) au plus tard la première journée ouvrable suivant l'examen.

## E. Présentation

10% sera attribué à tout document écrit pour son orthographe et sa présentation, en plus, les erreurs de syntaxe et de notation mathématiques (équations, graphiques, unités, etc.) seront pénalisées.

Aux examens, vous perdez 0,2 point par faute (jusqu'à un maximum de 2 points) en particulier si :

- vous orthographiez mal un mot présent dans l'énoncé de la question ;
- vous utilisez mal le signe = (ex. :  $3x = 24 = 8$ ) ;
- vous écrivez deux (2) signes d'opérations consécutifs (ex. :  $7 + -3 = 4$ ) ;
- vous écrivez une réponse désordonnée.

## F. Abandon

Il serait préférable que tout élève voulant abandonner ce cours, en discute préalablement avec le professeur.

## G. Échec

L'élève qui a une moyenne cumulative inférieure à 60% a droit à un encadrement assorti d'une possibilité d'améliorer sa note.

Les modalités de la mise en œuvre de cette bonification sont :

- à partir de la 6<sup>e</sup> et jusqu'à la 15<sup>e</sup> semaine de cours, l'élève qui n'aura pas accumulé 65% de moyenne pourra présenter au professeur (bureau) à chaque semaine son cahier d'exercices ; si le cahier montre que l'élève se tient à jour dans ses exercices, l'élève mettra ainsi ½ point par semaine dans une banque ;
- l'élève pourra s'établir ainsi une banque ou une réserve de 5 points au maximum ;
- la réserve ou la banque ne peut servir que si l'élève a une moyenne cumulative inférieure à 60% ;
- l'élève qui a une moyenne cumulative supérieure à 65% devra faire son cahier d'exercices mais n'aura pas à le présenter au professeur à chaque semaine ; il pourra le conserver et le remettre à la fin de la session advenant que sa moyenne cumulative se retrouve accidentellement en bas de 60% dans les dernières étapes de la session.

Les modalités de la mise en œuvre de cette bonification ne peuvent pas varier à l'intérieur d'un cours donné. Si cette bonification doit être utilisée pour réussir le cours, la note au bulletin sera de 60.

## VII. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### A. Manuels obligatoires :

1. LAMOTHE, R M et VAILLANCOURT, Jean. STATIQUE ET RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX (notes de cours). Laval, Collège Montmorency, 16<sup>e</sup> éd. 2007. 140 p.  
Disponible à la Boutique, n° 991569, prix ≈ \$7.
2. LAMOTHE, R M. STATIQUE ET RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX (guide de laboratoire). Laval, Collège Montmorency, 3<sup>e</sup> éd. 2007. 77 p.  
Disponible à la Boutique, n° 991577 , prix ≈ \$5.

### B. Volumes à consulter :

1. JENSEN, A., CHENOWETH, H.H. APPLIED ENGINEERING MECHANICS, metric ed. McGraw-Hill Ryerson, 1980.
2. CISC. HANDBOOK OF STEEL CONSTRUCTION.
3. POPOV, NAGARAJAN. MECHANICS OF MATERIALS, SI version. Prentice-Hall, 1978.
4. ASSELIN, S. STATIQUE ET RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. Guérin. 1996.

SITE WEB DU PROFESSEUR : <http://www.cmontmorency.qc.ca/~rlamothe>

Vous y trouverez des fichiers à téléverser (Excel, ...) ainsi que des messages aux élèves.

SITE DU DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE-GÉOLOGIE : <http://www.cmontmorency.qc.ca/sdp/sciences/phys/>

PLATE-FORME DECclic : <http://deccllic.qc.ca/>

Code d'accès : 7 derniers chiffres de votre Demande d'Admission.

Mot de passe : pour les nouveaux dans le DECclic : leur mot de passe généré sur leur horaire dans Omnivox et situé en bas de leur horaire (5 caractères : une lettre et 4 chiffres) une seule fois.

## ANNEXE - CALENDRIER

THÈMES	SEMAINES N° <sup>(1)</sup>		
		gr. n° 01	gr. n°
Chapitre 1	1		
Chapitre 1 (suite) <b>TP1 : Exercices</b>	2	V. 4 février	
Chapitre 1 (suite) <b>TP2 : Exercices</b>	3	V. 11 février	
Chapitre 2 <b>TPL1 - Laboratoire N° 3 : Méthodes graphiques</b>	4	V. 18 février	
<b>1<sup>er</sup> EXAMEN</b>	<b>5</b>	<b>Me. 23 février</b>	
Chapitre 3 <b>TP3 : Exercices</b>	6	V. 4 mars	
Chapitre 3 (suite) <b>TP4 : Exercices</b>	7	V. 11 mars	
Chapitre 4 et Chapitre 5 <b>TPL2 - Laboratoire N° 4 : Module d'élasticité</b>	8	V. 18 mars	
Chapitre 5 (suite) <b>TP5 : Exercices</b>	9	V. 1 <sup>er</sup> avril	
<b>2<sup>e</sup> EXAMEN</b>	<b>10</b>	<b>Me. 6 avril</b>	
Chapitre 6 <b>TP6 : Exercices</b>	11	V. 15 avril	
Chapitre 6 (suite) <b>TP7 : Exercices</b>	12	V. 22 avril	
Chapitre 6 (suite) <b>TPL3 - Laboratoire N° 6 : Flexion d'une poutre</b>	13	V. 29 avril	
Chapitre 6 (suite) <b>TP8 : Exercices</b>	14	V. 6 mai	
<b>3<sup>e</sup> EXAMEN</b>	<b>15</b>	<b>V. 13 mai</b>	

<sup>(1)</sup> Toutes modifications seront annoncées une semaine à l'avance si possible. En aucun cas, l'absence à un cours ne pourra être invoquée pour justifier l'ignorance des changements au plan de cours.