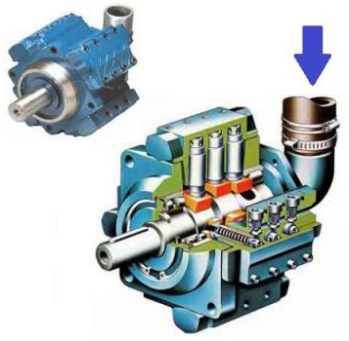
ELE 1409: ÉLECTRICITÉ DU BÂTIMENT

COURS 0: INTRODUCTION GÉNÉRALE



Enseignant: Alex Mouapi

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Bienvenue dans le cours ELE 1409 (Électricité du bâtiment)

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Nom: **Alex Mouapi**

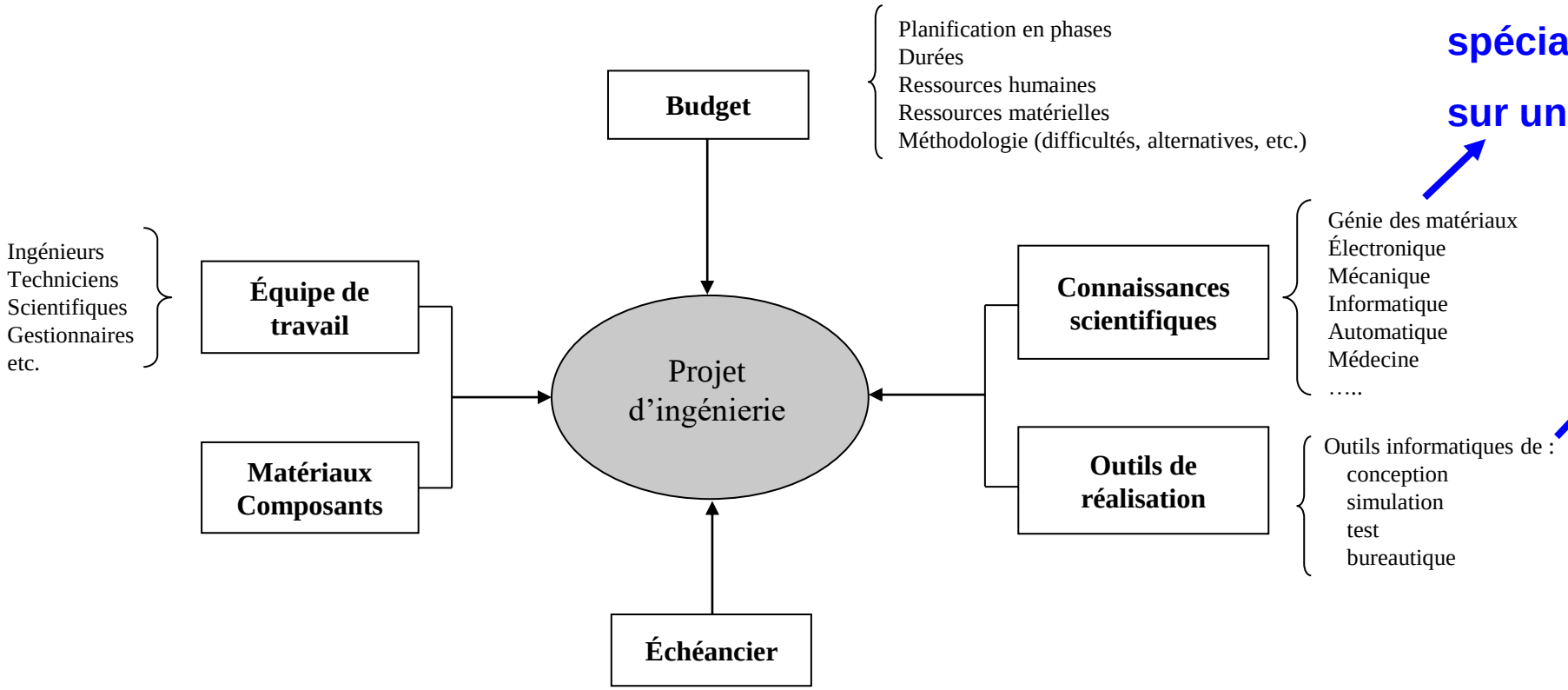
Plan du cours

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

- ❑ Mise en situation et définitions
- ❑ Vue globale du cours ELE 1409
- ❑ Objectifs du cours
- ❑ Organisation du cours
- ❑ Qualités du BCAPG
- ❑ Ensemble des intervenants du cours

Mise en situation: *Facteurs généraux des projets d'ingénierie*

Les ingénieurs de plusieurs spécialités différentes travailleront sur un même projet d'ingénierie.



Mise en situation: *Mécanique du bâtiment*

Mécanique du bâtiment

- Ventilation
- Climatisation
- Chauffage
- Plomberie
- Production d'eau chaude

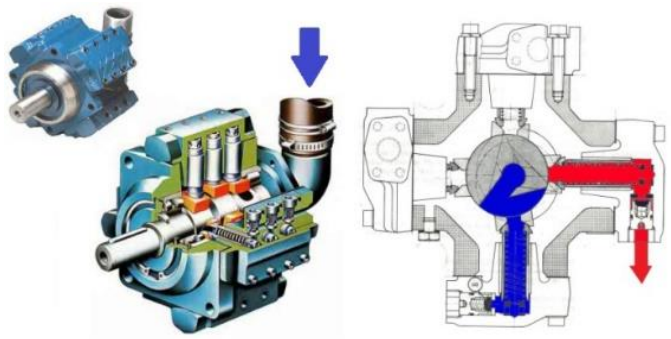
Équipements

- Moteur
- Valves
- Pompes
- Éléments de transmission
- Roulements à billes

Mise en situation: Moteur un indispensable dans la *Mécanique du bâtiment*

Les moteurs électriques sont ***incontournables*** pour effectuer le travail dans de nombreux domaines industriels aussi bien en **génie mécanique**, **génie chimique** et **aérospatiale**.

Par exemple, la charge d'un moteur pour un procédé donné pourrait être une **pompe**, un **broyeur** et même un **convoyeur** etc.



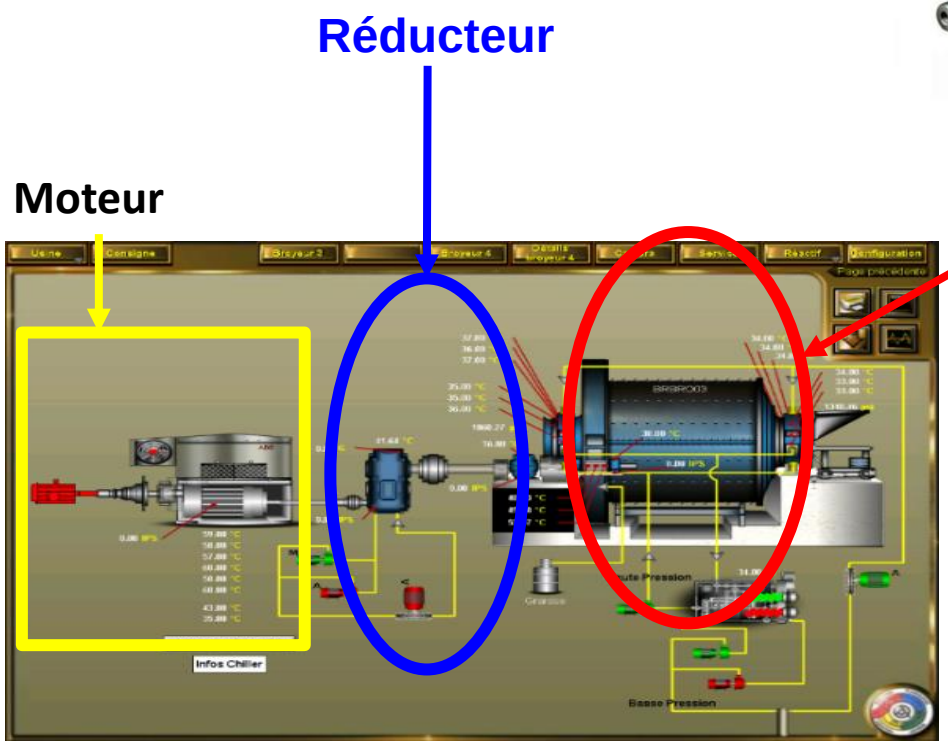


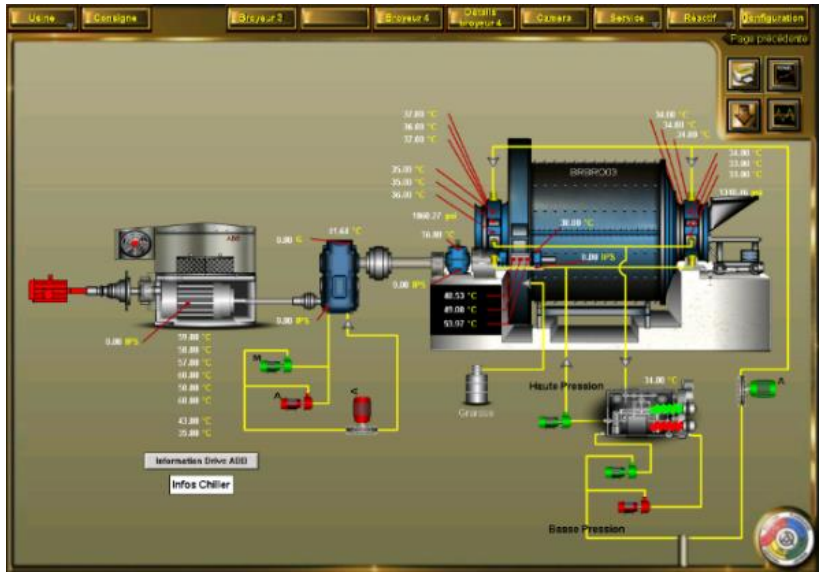
Diagramme d'entrainement d'un broyeur de minerais

Mise en situation: Moteur un indispensable dans la *Mécanique du bâtiment*

- Un moteur est un convertisseur électromécanique qui transforme de l'énergie électrique en énergie mécanique.

- Pour alimenter l'ensemble ci-contre, de l'**énergie électrique** est utilisée et notons qu'un tel système peut faire recours à des **courants** (**ampérages**) très élevés.

- Cette électricité est **potentiellement dangereuse** aussi bien pour les humains que pour le matériel utilisé, car, pour chaque composant, une **limite de courant acceptable** est définie par les constructeurs. Ainsi en cas de défaillance d'un **circuit électrique** ou de mauvaise utilisation, de négligence ou de manipulation inexpérimentée, les **effets de l'électricité sur les humains et le matériel peuvent être dévastateurs**.



Mise en situation: Protection des installations électriques

- Pour réduire ces risques, des **composants de protection** dont les principaux sont des **fusibles** et des **disjoncteurs** (communément appelés breakers) sont insérés à divers endroits d'une installation électrique.

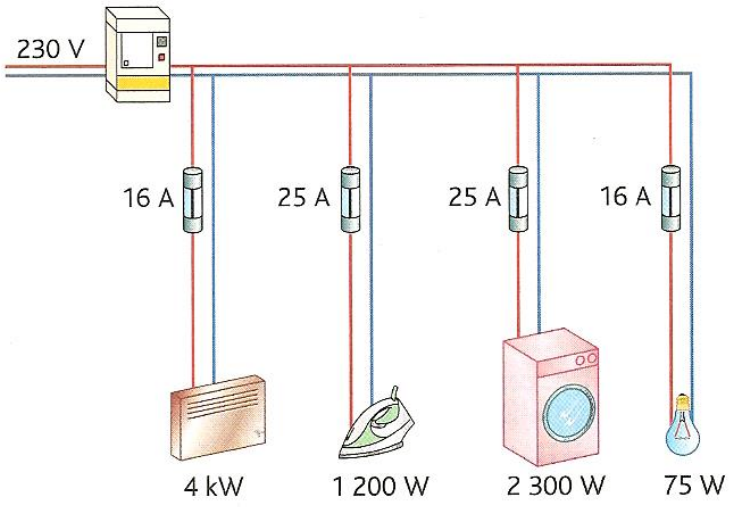
- Les **fusibles** sont des **composants sacrificiels** qui en cas de défaut ouvriront le circuit et devront être remplacés une fois le défaut détecté et résolu.

- Les **disjoncteurs** cependant sont réutilisables, car ils déclenchent (ouvre le circuit) et devront être réenclenchés (fermé manuellement) lorsque le défaut a été détecté et résolu.

- Pour un fusible ou un disjoncteur, le seuil de déclenchement ou de fusion est appelé **calibre**.

Mise en situation: Protection des installations électriques

- Lorsque l'on déploie une nouvelle installation électrique (ou simplement un circuit électrique), ou encore lorsqu'on procède à l'extension d'une installation existante (ajout d'un moteur ou alimentation d'un nouveau bureau), il est recommandé de procéder à l'évaluation complète (par un **bilan de puissance**).



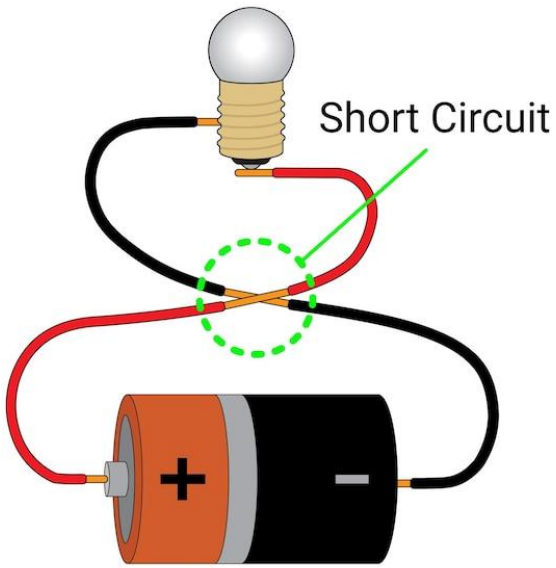
- Cette évaluation complète permettra de s'assurer que le circuit peut gérer en toute sécurité le flux de courant nécessaire, que les dispositifs de protection sont ou restent appropriés, que le circuit est **mis à la terre** et qu'il n'y a aucun danger.

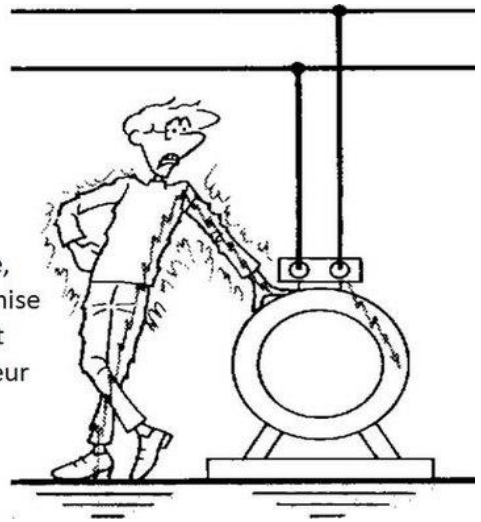
Mise en situation: Quelques dangers de l'électricité

- Dans les installations industrielles et résidentielles, on distinguera les dangers de l'électricité pour le **matériel**, des dangers sur les **personnes**.

- Lorsqu'une installation électrique n'est pas bien sécurisée, le **matériel** est exposé à un défaut de **surintensité** dont on peut distinguer deux types : les **courts-circuits** et les **surcharges**.

- Pour les **personnes** les dangers sont principalement dus aux **défauts d'isolation** qui peuvent donner lieu à un **contact direct** ou **indirect** avec les courants électriques.

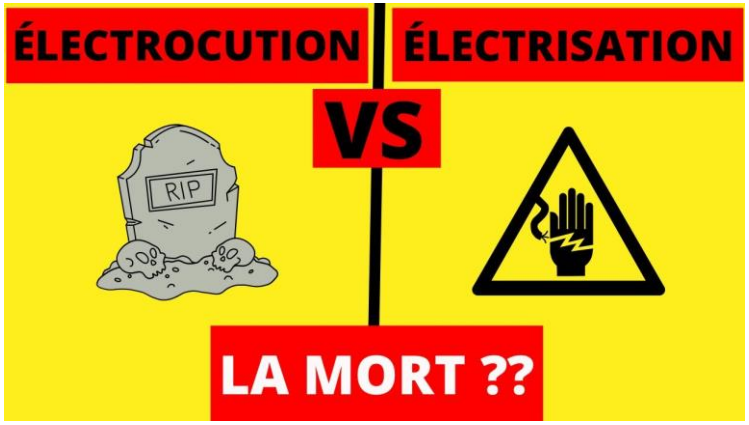




La carcasse d'une machine, normalement isolée, est mise sous tension par un défaut d'isolement d'un conducteur sous tension.

Mise en situation: Quelques effets du courant électrique sur le corps humain

- **Électrisation** : tout accident d'origine électrique n'ayant pas entrainé la mort.
- **Électrocution** : tout accident d'origine électrique ayant entrainé la mort.
- Dans l'organisme, le courant suivra des trajets préférentiels qui passent par des organes offrant la moindre résistance. On dit que le courant électrique choisit le **chemin le plus court**.
- Pour alors assurer la protection des personnes contre les dangers évoqués ci-dessus, on utilise des dispositifs de **coupure automatique différentiel** ou encore des disjoncteurs différentiels et la **mise à la terre** ou encore **MALT**. La MALT permettra d'offrir au courant électrique en cas de contact indirect un chemin plus court que le corps humain.

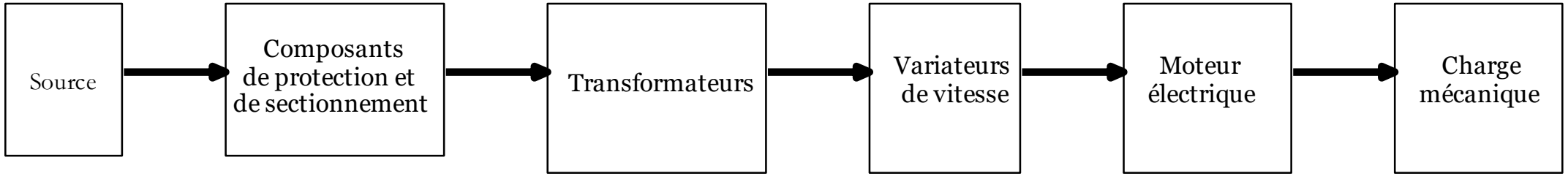


Vue globale du cours: Chaine d'utilisation de l'énergie électrique (exemple)

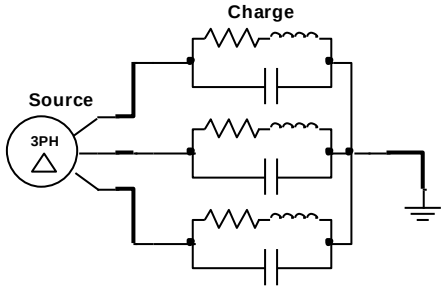
- Entrainement des outils qui est généralement constitué du duo **moteur** et **variateur de vitesse** (communément appelé **drive**). Un variateur de vitesse permettra d'adapter le couple (torque) ou la vitesse du moteur en lui donnant plus de courant ou de tension selon les caractéristiques de la charge mécanique.

- On utilise un autre composant électrique appelé **transformateur** qui sera intercalé comme montré ci-dessous entre la source et le reste de la chaîne d'utilisation pour adapter le niveau de tension.

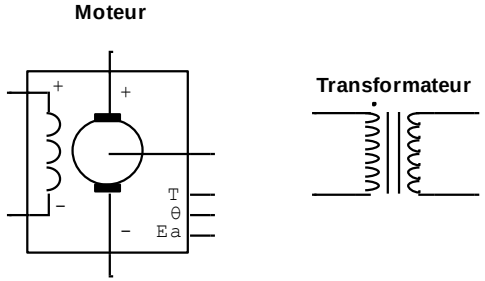
- Finalement, des **composants de protection** dimensionnés de façon appropriée doivent être utilisés pour interrompent le circuit en cas de défauts.



Vue globale du cours: Problématiques & *Solutions*



Dimensionnement des installations électriques: ***Méthodes d'analyse des circuits (Cours 1, 2, 3 et 4)***

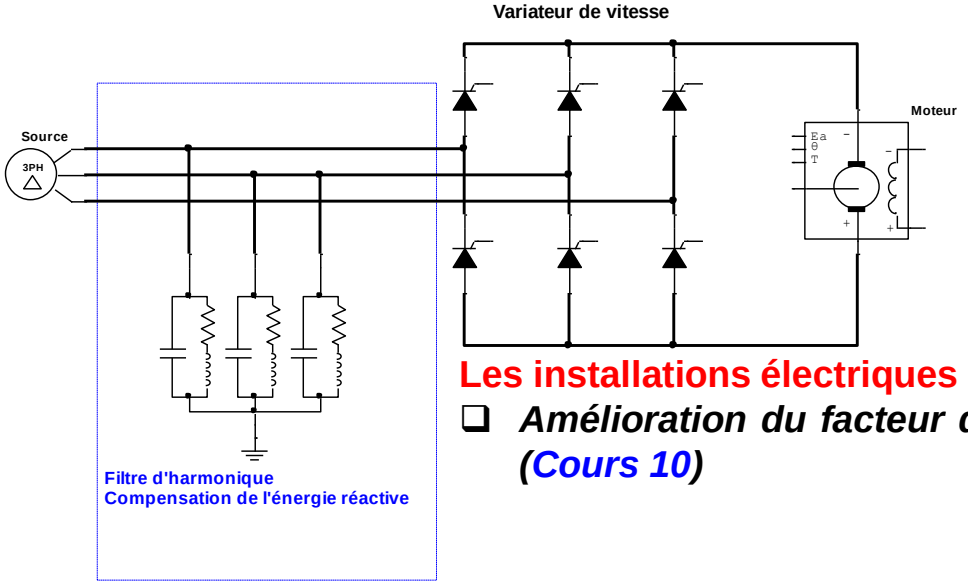


Dimensionnement des machines électriques:

- ***Transformateurs, (Cours 5)***
- ***Moteurs (cours 6)***

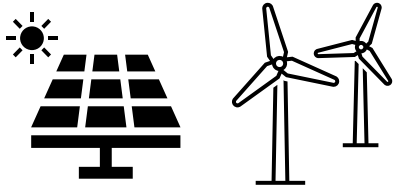
Système d'éclairage des bâtiments *(Cours 7)*

Facturation de l'énergie électrique (***Cours 8***)



Les installations électriques industrielles

- ***Amélioration du facteur de puissance (Cours 10)***



Électricité de la production à l'utilisation (***Cours 9***)

Objectifs du cours

Objectifs généraux

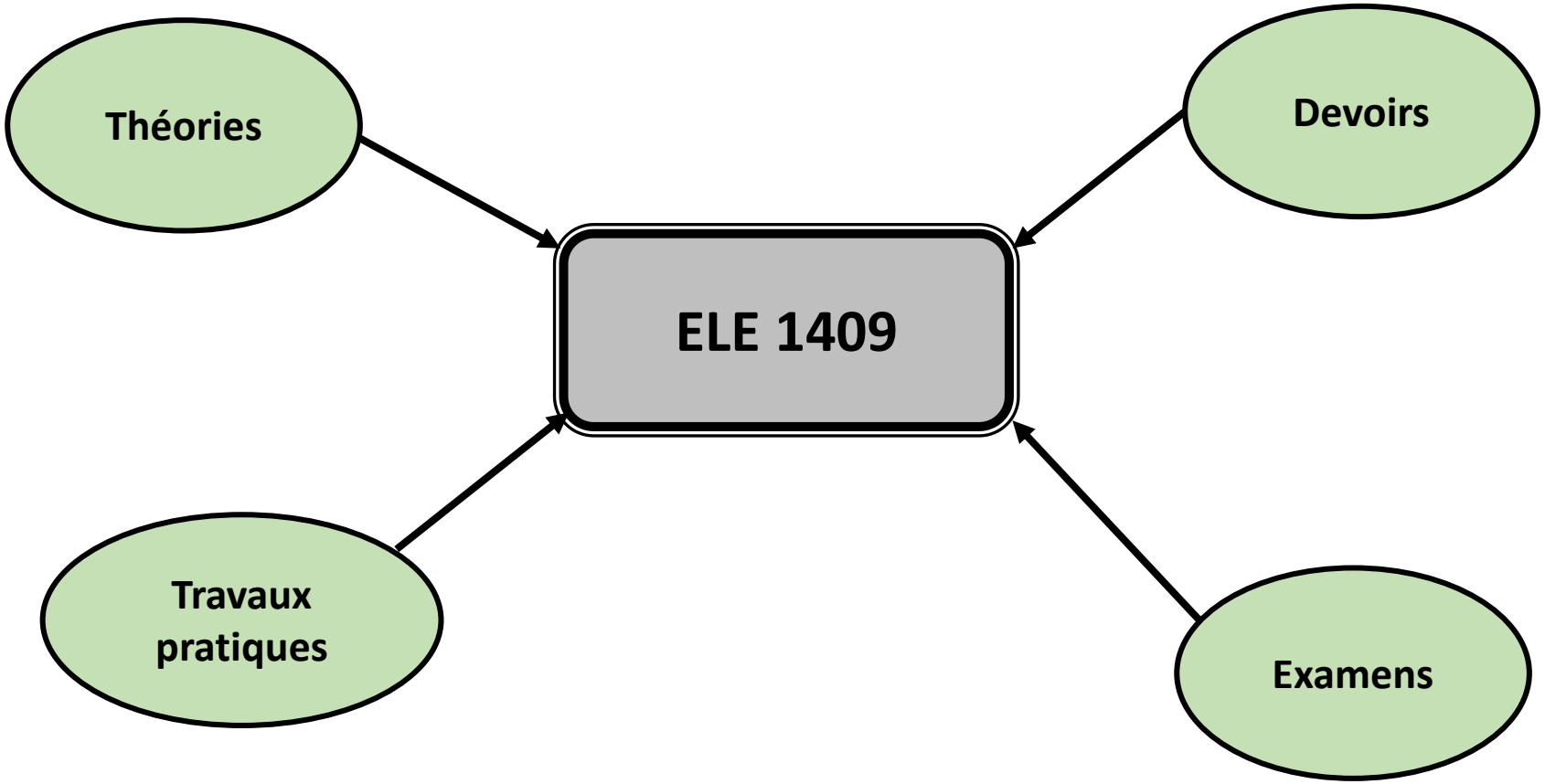
À la fin du cours, l'étudiant(e) doit en mesure de :

- ❑ expliquer les concepts fondamentaux en électricité industrielle et les appliquer à des systèmes d'ingénierie;
- ❑ évaluer la charge électrique d'un réseau d'alimentation et faire un calcul et un choix préliminaire des conducteurs et des équipements de protection;
- ❑ utiliser des notions fondamentales en électromagnétisme afin de les relier aux applications industrielles (moteurs et transformateurs);
- ❑ dimensionner et choisir les composants de certains systèmes simples d'éclairage, de protection et de correction du facteur de puissance;
- ❑ expliquer la tarification industrielle de l'énergie électrique;
- ❑ évaluer et recommander des solutions pour mettre à niveau les réseaux et équipements électriques et réduire la consommation électrique.

Mots clés

- ❑ Circuits électriques
- ❑ Monophasé
- ❑ Triphasé
- ❑ Transformateurs
- ❑ Moteurs électriques
- ❑ Facteur de puissance
- ❑ Système d'éclairage
- ❑ Facturation de l'énergie électrique
- ❑ Réseaux électriques
- ❑ Installations électriques

Organisation du cours: *vue d'ensemble*



Organisation du cours: *Théorie*

Première partie du cours: matière pour l'examen de mi-session

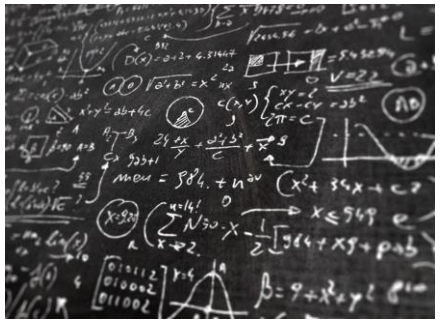
- Cours 1 : **Notions fondamentales de circuits électriques**
- Cours 2 : **Installations électriques monophasées**
- Cours 3 : **Puissances en courant alternatif**
- Cours 4 : **Installations électriques triphasées**
- Cours 5 : **Transformateurs monophasés et triphasés**

Deuxième partie

- ❑ Cours 6 : Moteurs électriques et variateurs de vitesse
- ❑ Cours 7 : Systèmes d'éclairage
- ❑ Cours 8 : Énergie électrique, mesurage et facturation
- ❑ Cours 9 : Réseaux électriques de distribution BT et MT
- ❑ Cours 10 : Installations électriques industrielles

Organisation du cours: *Méthodes pédagogiques pour la théorie*

- Une **synthèse écrite** du chapitre sera proposée au début de chaque séance. Il est recommandé de prendre des notes pour cette partie.



- **PowerPoint du cours** en version PDF imprimable.

- **Capsules vidéo** des certaines sections des PowerPoints de chacun des cours.

Organisation du cours: *Devoirs*

Afin de soutenir des notions étudiées durant les séances théoriques, des devoirs en ligne (un par semaine) sont proposés. **10 devoirs** sont prévus tout au long de la session et l'ensemble des devoirs comptera pour **10 %** de la note finale. Le calendrier détaillé de leur disponibilité sur le site est fourni dans le **plan de cours**.

Chaque devoir consiste en plusieurs questions avec **choix de réponses** et a pour objectif de revoir la matière couverte durant le cours qui précède la période de sa mise en disponibilité sur le site.

Organisation du cours: *Règlement des devoirs*

- Une **seule tentative** est autorisée durant la période de disponibilité, ce qui exige alors une certaine préparation avant la validation de la tentative.
- La validation de la tentative n'est pas automatique, elle est de la responsabilité de l'étudiant(e). **Aucune justification n'est acceptée en cas de non-validation de la tentative**.
- Les notes de tous les devoirs, qui ne seront affichées qu'une fois la période d'activation terminée, seront compilées pour former la note de devoir servant à l'évaluation.
- Tous les devoirs sont importants. L'évaluation des devoirs vise à encourager les étudiant(e)s à faire les devoirs et à valoriser leurs efforts dans la résolution des exercices proposés.
- Un soutien, sur le forum du site, sera offert au besoin.
- Un corrigé détaillé de chaque devoir est publié sur le site du cours après la fin de la période de son activation.

Organisation du cours: *Travaux pratiques*

Durant la session, des séances de Travaux Pratiques (**TP**) permettront de valider expérimentalement la plupart des notions théoriques vues dans le cours. Les TP proposés sont conçus pour aborder les problématiques couvertes dans les 10 cours de la session. De façon plus spécifique, cinq TP intitulés comme ci-dessous seront réalisés tout au long de la session.

TP 1: **Mesures en CA monophasé.**

TP 2 : **Mesure des puissances en triphasé et compensation de la puissance réactive.**

TP 3 : **Transformateurs monophasés et triphasés**

TP 4 : **Moteur asynchrone triphasé**

TP 5 : **Système d'éclairage**

Organisation du cours: Règlement des *Travaux pratiques*

- Les TP sont réalisés par équipe de **2 ou 3 étudiants**. La formation des équipes sera complétée selon une procédure qui sera expliquée sur le site du cours.
- La présentation de chaque TP aura lieu durant la séance de TP.
- **La présence aux séances de TP est obligatoire et aucun retard n'est toléré. L'étudiant(e) qui n'assiste pas à une séance de TP reçoit la note zéro à ce TP**.
- **Les étudiant(e)s doivent préparer les séances avant de se présenter au laboratoire**. Un exercice de préparation sera mis en ligne une semaine avant le début du laboratoire. Entre autres, ils doivent avoir amorcé le remplissage des tableaux nécessaires pour recueillir les résultats.
- Chacune des cinq séances de TP dure trois heures et sera réalisée à la date spécifiée dans le plan de cours.
- **Les étudiant(e)s doivent préparer les séances avant de se présenter au laboratoire. Entre autres, ils ou elles doivent avoir amorcé le remplissage des tableaux nécessaires pour recueillir les résultats**.
- Les étudiant(e)s doivent utiliser un cahier de laboratoire où sont notées les mesures et les observations réaccueillies durant la séance.

Organisation du cours: Règlement des *Travaux pratiques (suite)*

- À partir des données recueillies, chaque étudiant(e), individuellement, répond à un questionnaire sur Moodle dans les délais fixés (voir calendrier dans le plan de cours). Les réponse à ce questionnaire servent de rapport individuel du TP. **L'étudiant(e) qui ne répond pas au questionnaire sur Moodle dans les délais fixés reçoit la note zéro pour ce laboratoire**.
- La validation de la tentative n'est pas automatique, elle est de la responsabilité de l'étudiant(e). **Aucune justification n'est acceptée en cas de non-validation de la tentative**.
- Une évaluation individuelle supplémentaire est faite durant les examens (intra et final) qui comportent des questions liées aux différentes séances de TP.
- L'étudiant(e) qui est absent(e) à une séance de TP, pour un motif **acceptable**, doit communiquer avec le **coordonnateur du cours et le chargé du laboratoire** le plus rapidement possible. Ceux-ci détermineront alors une date ou le laboratoire pourra être repris. L'étudiant(e) qui ne reprend pas la séance reçoit la note zéro pour ce TP.
- **Le port des lunettes de sécurité est obligatoire durant toutes les séances de laboratoire. L'accès au A-236 sera refusé à tout(e) étudiant(e) sans lunette de sécurité**.

Organisation du cours: Examens

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Examen de mi-session

- Matière couverte : **cours 1 à 5**
- Date : **Jeudi 22 février 2024 de 08 h 45 à 11 h 15**.
- Documentation permise : **une (1) page** et une calculatrice **non programmable**.

Examen final

- Matière couverte : **Cours 6 à 10** avec toute la matière couverte par l'intra considérée comme acquise.
- Date : périodes d'examen de fin de session.
- Documentation permise : **une (1) page** et une calculatrice **non programmable**.

Organisation du cours: Récapitulatif des évaluations

Nature de l'évaluation	Nombre	Mode de réalisation	Pondération	Dates	Qualités requises des diplômé(e)s
Devoirs	10	Individuel	10 %	Voir calendrier (plan de cours)	1 et 2
Laboratoires	5	Individuel et équipe	20 %	Voir calendrier (plan de cours)	1 et 2
Examen de mi-session (Intra)	1	Individuel	35 %	22 février 2024 à 08 h 45	1 et 2
Examen final	1	Individuel	35%	Voir calendrier (plan de cours)	1 et 2

Organisation du cours: Documentations

- Les **présentations du cours et autres documents disponibles sur le site**.

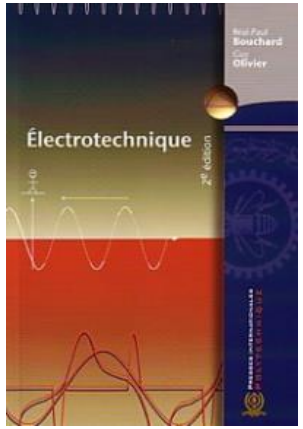
- **Manuels de référence (facultatifs):**

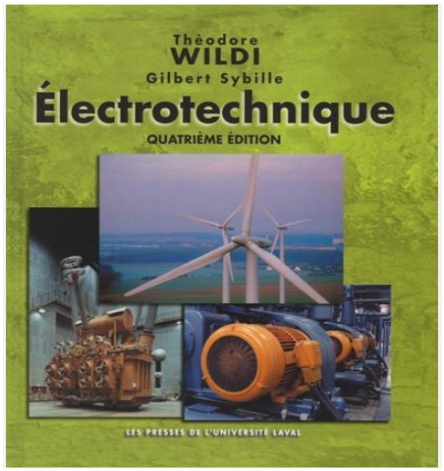
✓ Électrotechnique 2ième édition, 1999, R-P. Bouchard et G. Olivier, Éditions des Presses internationales Polytechnique

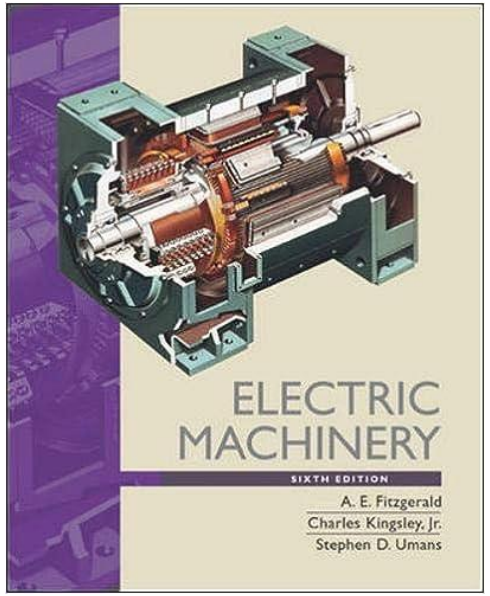
✓ Théodore Wildi et Gilbert Sybille, Électrotechnique, 4ème éd. Les presses de l'Université Laval, 2005.

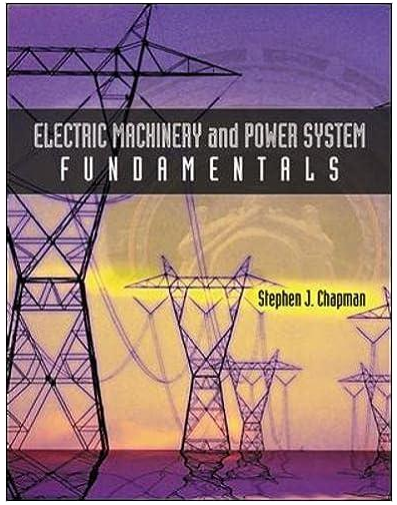
✓ Electric Machinery, A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, S. D. Umans, 6th edition, MCGraw-Hill

✓ Electric Machinery Fundamentals, S. Chapman, 4th edition, McGraw-Hill.









Qualités du Bureau Canadien d'Agrément des Programmes de Génie (BCAPG)

1 Connaissances en génie	2 Analyse de problèmes	3 Investigation	4 Conception	5 Utilisation d'outils d'ing.	6 Travail ind. et en équipe
IN	IN			AP	
7 Communication	8 Professionnalisme	9 Impacts soc. et environn.	10 Déontologie et équité	11 Économie et gestion de projets	12 Apprentissage continu
		IN	IN		

Ensemble des intervenants du cours

Enseignant

Nom : **Alex Mouapi**

Bureau : M-5013

Tel : 514-340-5121-4369

Courriel : alex.mouapi@polymtl.ca

Personnes-ressources au laboratoire

Chargé de laboratoire : **Julien Pacheco**

Courriel : julien.pacheco@polymtl.ca

Technicienne : **Marie-Paule Bombardier**

Courriel : marie-paule.bombardier@polymtl.ca

Merci pour votre aimable attention et bon succès pour la session d'hiver 2024.