



Département de chimie CAN 300 – Chimie analytique

Plan d'activité pédagogique

Automne 2025

Enseignant Pedro Alejandro Segura

Courriel : pedro.alejandro.segura@usherbrooke.ca

Local : D1-3034

Téléphone : +1 819 821-7922

Disponibilités : Sur rendez-vous

Site web du cours : <http://segura-lab.recherche.usherbrooke.ca/enseignement.html>

Horaire Exposé magistral : Lundi 10h30 à 12h20 salle D1-2120
Mercredi 13h30 à 15h20 salle D1-2120

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation : Maîtriser les concepts fondamentaux d'équilibre chimique, d'acidité et de basicité, de complexométrie, de réactions rédox, de réactions de précipitation ; être capable d'effectuer des calculs d'équilibre impliquant ces différents systèmes chimiques ; être capable de calculer les courbes de titrage pour des systèmes acido-basiques, complexométriques, d'oxydoréduction, et de précipitation ; être capable de choisir les différents moyens de localisation du point final. Se familiariser avec les techniques modernes utilisées couramment pour des fins analytiques.

Contenu : Introduction. Principes généraux : réactions acides-bases en milieux aqueux et non aqueux ; complexométrie ; oxydoréduction ; précipitation. Courbes de titrage. Localisation du point final (point d'équivalence) ; indicateurs et potentiométrie. Principes de base et applications analytiques des techniques chromatographiques, spectrophotométriques et électrochimiques. Notions de contrôle de qualité.

Crédits 3

Organisation 4 heures d'exposé magistral par semaine
5 heures de travail personnel par semaine

Particularités Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/can300>

1 Présentation

Cette section présente les cibles de formation spécifiques et le contenu détaillé de l'activité pédagogique. Cette section, non modifiable sans l'approbation du comité de programme du Département de chimie, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

Les scientifiques dans les domaines de la chimie et d'autres sciences moléculaires doivent avoir de solides connaissances de base en chimie analytique de façon à pouvoir, par exemple, comprendre les équilibres qui s'établissent en solution, choisir et mettre en œuvre adéquatement une méthode d'analyse, calculer et interpréter correctement les résultats obtenus, etc. Ce cours traite de différentes méthodes d'analyses classiques telles que l'analyse volumétrique, gravimétrique, spectroscopique et chromatographique. La plupart des analyses se produisent sur des solutions de l'analyte (ordinairement aqueuses). Ces méthodes analytiques connues depuis très longtemps avec ou sans appareillage sophistiqué, restent encore des méthodes couramment utilisées aussi bien dans l'industrie que dans les laboratoires de recherche ; par exemple, dans le contrôle de qualité de la matière première et du produit fini aussi bien que dans l'analyse environnementale, d'acides aminés ou protéiques.

Le cours vise à fournir une base solide qui soutient les principes fondamentaux de chimie que requiert le domaine de la chimie analytique applicables aussi bien en chimie, biochimie qu'en pharmacologie.

1.2 Cibles de formation spécifiques

- Appliquer adéquatement les chiffres significatifs et l'analyse statistique aux problèmes analytiques
- Maîtriser les concepts fondamentaux des équilibres chimiques en solution : les équilibres acido-basiques, de précipitation, de compléxométrie et d'oxydo-réduction ;
- Comprendre le comportement chimique des électrolytes en solution ;
- Effectuer les calculs stoechiométriques relatifs aux différents équilibres en solution ;
- Tirer profit de certaines méthodes mathématiques qui permettent d'effectuer les calculs de concentration pour différents types d'équilibre et des différentes courbes de titrage ;
- Choisir une méthode adéquate à la résolution d'un problème d'analyse chimique ;

2 Organisation

Cette section propre à l'approche pédagogique de chaque enseignante ou enseignant présente la méthode pédagogique, le calendrier, le barème et la procédure d'évaluation ainsi que l'échéancier des travaux. Cette section doit être cohérente avec le contenu de la section précédente.

2.1 Méthode pédagogique

Les notions de base, la description des instruments et des applications modernes seront expliquées et discutées par des cours magistraux et des exercices en classe. Ensuite les devoirs serviront à appliquer les concepts vus en classe.

2.2 Calendrier

Date	Thème	Contenu	Lectures
2025-08-25		Pas de cours	
2025-08-27	Analyse chimique ; Analyse statistique	Présentation du plan de cours, l'analyse chimique (partie I). Introduction à la statistique appliquée à la chimie analytique : Statistiques descriptives (partie II).	Chapitres 3 et 4 (Harris)
2025-09-01	Fête du Travail	Pas de cours	
2025-09-03	Analyse statistique	Introduction à la statistique appliquée à la chimie analytique : Erreurs et estimation de l'incertitude (partie III).	Chapitres 3 et 4 (Harris)
2025-09-08	Analyse statistique	Introduction à la statistique appliquée à la chimie analytique : Contrôle de la qualité (partie IV). Lois de propagation d'erreurs et chiffres significatifs (partie V).	Chapitres 4 et 5 (Harris)
2025-09-10	Laboratoire ; Minitest	Laboratoire informatique #1. Cours au laboratoire D1-3012. Minitest #1 (4%).	Exercices sur Excel
2025-09-15	Analyse statistique	Introduction à la statistique appliquée à la chimie analytique : Introduction à la régression linéaire (partie VI).	Chapitres 4 et 5 (Harris)
2025-09-17	Laboratoire ; Minitest	Laboratoire informatique #2. Cours au laboratoire D1-3012. Mini-test #2 (4%).	Exercices sur Excel
2025-09-22	Équilibres chimiques	Équilibres chimiques : Principes de thermodynamique et la constante d'équilibre (partie I).	Chapitres 6 et 8 (Harris)

Table 1:

2025-09-24	Équilibres chimiques ; Minitest	Équilibres chimiques : Activité et force ionique (partie II). Mini-test #3 (4%).	Chapitres 6 et 8 (Harris)
2025-09-29	Équilibres chimiques	Équilibres chimiques : Équilibres acido-basiques (partie III)	Chapitres 6 et 8 (Harris)
2025-10-01	Laboratoire ; Minitest	Laboratoire informatique #3. Cours au laboratoire D1-3012. Mini-test #4 (4%).	Exercices sur Excel
2025-10-06	Équilibres chimiques	Équilibres chimiques : Tampons (partie IV). Le produit de solubilité (partie V).	Chapitres 6 et 8 (Harris)
2025-10-08	Électrochimie	Électrochimie : Concepts de base (partie I). Cellules galvaniques et électrolytiques (partie II)	Chapitre 14 (Harris)
2025-10-13	Semaine des examens périodiques		
2025-10-15	Semaine des examens périodiques		
2025-10-20	Relâche		
2025-10-22	Relâche		
2025-10-27	Électrochimie	Électrochimie : Cellules galvaniques et électrolytiques (partie II)	Chapitre 14 (Harris)
2025-10-29	Électrochimie	Électrochimie : L'équation de Nernst (partie III).	Chapitre 14 (Harris)
2025-11-03	Électrochimie ; Minitest	Électrochimie : L'équation de Nernst (suite). Mini-test #5 (4%).	Chapitre 14 (Harris)
2025-11-05	Méthodes titrimétriques	Titrages : Titrages acide-base (partie I)	Chapitres 7 et 11 (Harris)
2025-11-10	Méthodes titrimétriques	Titrages : Titrages complexiométriques (partie II)	Chapitre 12 (Harris)
2025-11-12	Méthodes titrimétriques	Titrages : Titrages par oxydo-réduction (partie III).	Chapitre 16 (Harris)
2025-11-17	Laboratoire ; Minitest	Laboratoire informatique #4. Cours au laboratoire D1-3012. Minitest #6 (4%).	Exercices sur Excel
2025-11-19	Chromatographie	Introduction à la chromatographie liquide : Concepts de base (partie I)	Chapitre 25 (Harris)
2025-11-24	Chromatographie	Introduction à la chromatographie liquide : Aspects pratiques (partie II).	Chapitre 25 (Harris)

Table 1:

2025-11-26	Spectroscopie ; Minitest	Spectroscopie : Spectroscopie UV (partie I). Minitest #7 (4%)	Chapitres 18 et 20 (Harris)
2025-12-01	Spectroscopie	Spectroscopie : Spectroscopie de fluorescence moléculaire (partie II).	Chapitres 18 et 20 (Harris)
2025-12-03	Spectroscopie	Spectroscopie : Spectroscopie infrarouge moyen (partie III)	Chapitres 18 et 20 (Harris)
2025-12-08	Minitest ; Révision	Préparation pour l'examen final. Minitest #8 (4%)	
2025-12-10	Semaine des examens finals		
2025-12-15	Semaine des examens finals		
2025-12-17	Semaine des examens finals		

2.2.1 Dates importantes

- Date limite de modification des activités pédagogiques : 2025-09-15
- Date limite de retrait de la procédure de stage : 2025-09-21
- Date limite d'abandon des cours sans mention d'échec : 2025-11-15
- Journées de congé dans la session :
 - Fête du Travail : 2025-09-01
 - Journée nationale de la vérité et de la réconciliation : 2025-09-30
 - Action de grâces : 2025-10-13

2.3 Évaluation

Type de l'évaluation	Pondération	Type de question	Durée	Utilisation des IAG
Examen final	48 %	À développement	3 h	Interdite 

Les mini-tests consistent en 10 questions à choix de réponse (définitions, compréhension, calculs courts). Chaque mini-test compte pour 4% de la note finale ($8 \times 4\% = 32\%$)

Exercices sur Excel : Doivent être remis à la fin de chaque séance de laboratoire (en équipe de 2). Chaque groupe d'exercices compte pour 5% de la note finale ($4 \times 5\% = 20\%$)

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du Règlement facultaire d'évaluations des apprentissages² l'enseignante ou l'enseignant peut retourner à l'étudiante ou à l'étudiant tout travail non conforme aux exigences quant à la qualité de la langue et aux normes de présentation.

²https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/2017-10-27_Reglement_facultaire_-_evaluation_des_apprentissages.pdf

2.3.2 Plagiat

Le plagiat consiste à utiliser des résultats obtenus par d'autres personnes afin de les faire passer pour sien et dans le dessein de tromper l'enseignante ou l'enseignant. Vous trouverez en annexe un document d'information relatif à l'intégrité intellectuelle qui fait état de l'article 9.4.1 du Règlement des études³. Lors de la correction de tout travail individuel ou de groupe une attention spéciale sera portée au plagiat. Si une preuve de plagiat est attestée, elle sera traitée en conformité, entre autres, avec l'article 9.4.1 du Règlement des études de l'Université de Sherbrooke. L'étudiante ou l'étudiant peut s'exposer à de graves sanctions qui peuvent être soit l'attribution de la note E ou de la note zéro (0) pour un travail, un examen ou une activité évaluée, soit de reprendre un travail, un examen ou une activité pédagogique. Tout travail suspecté de plagiat sera transmis au Secrétaire de la Faculté des sciences. Ceci n'indique pas que vous n'ayez pas le droit de coopérer entre deux équipes, tant que la rédaction finale des documents et la création du programme restent le fait de votre équipe. En cas de doute de plagiat, l'enseignante ou l'enseignant peut demander à l'équipe d'expliquer les notions ou le fonctionnement du code qu'elle ou qu'il considère comme étant plagié. En cas d'incertitude, ne pas hésiter à demander conseil et assistance à l'enseignante ou l'enseignant afin d'éviter toute situation délicate par la suite.

2.4 Échéancier des travaux

Les dates de remise des travaux seront indiquées sur les énoncés.

2.5 Utilisation d'appareils électroniques et du courriel

Selon le règlement complémentaire des études, section 4.2.3⁴, l'utilisation d'ordinateurs, de cellulaires ou de tablettes pendant une prestation est interdite à condition que leur usage soit explicitement permise dans le plan de cours.

Dans ce cours, l'usage de téléphones cellulaires, de tablettes ou d'ordinateurs est autorisé. Cette permission peut être retirée en tout temps si leur usage entraîne des abus.

Tel qu'indiqué dans le règlement universitaire des études, section 4.2.3⁵, toute utilisation d'appareils de captation de la voix ou de l'image exige la permission de la personne enseignante.

Note : Je réponds aux questions posées par courriel à l'extérieur des périodes de cours.

Questions courtes SVP. Pour des questions ayant besoin d'une longue explication, demandez un rendez-vous SVP.

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

La lecture des notes de cours est obligatoire avant chaque cours. Les sections à lire dans chaque bloc de matière sont indiquées dans la section « Contenu » du calendrier. Les notes des cours sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://segura-lab.recherche.usherbrooke.ca/enseignement.html>

Il est fortement conseillé de réaliser un **résumé des lectures**. Ce résumé, écrit à la main, pourra être utilisé lors des mini-tests (10 questions à choix multiple) ainsi que l'examen final. Le résumé peut inclure des définitions des termes plus importants, des équations (une feuille de formules ne sera pas fournie), des diagrammes et des figures. Les tableaux comportant beaucoup de données (p. ex. valeurs de *t* ou *G*) seront disponibles, au besoin, lors des évaluations et ne devront pas être copiés dans les résumés.

³<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

⁴https://www.usherbrooke.ca/sciences/fileadmin/sites/sciences/documents/Etudiants_actuels/Informations_academiques_et_reglements/Sciences_Reglement_complementaire.pdf

⁵<https://www.usherbrooke.ca/registraire/droits-et-responsabilites/reglement-des-etudes/>

4 Références

- [1] DANIEL C. HARRIS : Quantitative Chemical Analysis (7e édition). W. H. Freeman & Co., 2007.
- [2] MOLDOVEANU, S.C., DAVID, V. : *Sample Preparation in Chromatography*. Elsevier, 2e édition, 2015.
- [3] SKOOG, D. A ; HOLLER, F. J. ; CROUCH, S. R. : *Principles of Instrumental Analysis*. Brooks/Cole, 2007.
- [4] SNYDER, L. R., KIRKLAND, J.J., DOLAN, D.G. : *Introduction to Modern Liquid Chromatography*. John Wiley & Sons, 3e édition, 2010.

Délits relatifs aux études

Extrait du règlement des études (Règlement 2575-009)

Sont notamment considérés comme un délit relatif aux études les faits suivants :

- a) commettre un plagiat, soit faire passer ou tenter de faire passer pour sien, dans une production évaluée, le travail d'une autre personne, des passages ou idées tirés de l'œuvre d'autrui ou du contenu, de toute forme, généré par un système d'intelligence artificielle (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source et la référence adéquate);
- b) commettre un autoplagiat, soit soumettre, sans autorisation préalable, une même production, en tout ou en partie, à plus d'une activité pédagogique ou dans une même activité pédagogique (notamment en cas de reprise);
- c) usurper l'identité d'une autre personne ou procéder à une substitution de personne lors d'une production évaluée ou de toute autre prestation obligatoire;
- d) fournir ou obtenir toute forme d'aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle (incluant l'assistance provenant d'un système d'intelligence artificielle), pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
- e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel non autorisé de toute forme (incluant le matériel numérique et celui généré par un système d'intelligence artificielle) avant ou pendant une production faisant l'objet d'une évaluation;
- f) copier, contrefaire ou falsifier un document pour l'évaluation d'une activité pédagogique;
- k) posséder ou avoir à sa portée un appareil électronique ou numérique interdit durant une activité d'évaluation;

[...]

Un [guide sur l'intégrité intellectuelle](#) vous est rendu disponible par le service des bibliothèques et des archives de l'Université de Sherbrooke, afin de bien comprendre les différents délits et ainsi éviter d'être aux prises avec un dossier disciplinaire et une ou des sanctions.

Les mesures pouvant être imposées à titre de sanctions disciplinaires sont les suivantes :

- a) la réprimande simple ou sévère consignée au dossier étudiant pour la période fixée par l'autorité disciplinaire ou à défaut, définitivement. En cas de réprimande fixée pour une période déterminée, la décision rendue demeure au dossier de la personne aux seules fins d'attester de l'existence du délit en cas de récidive;
- b) l'obligation de reprendre une production ou une activité pédagogique, dont la note pourra être établie en tenant compte du délit survenu antérieurement;
- c) la diminution de la note ou l'attribution de la note E ou 0;

[...]

Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative

Autorisés ou pas dans les situations d'apprentissage et d'évaluation ?

NIVEAU 0	NIVEAU 1	NIVEAU 2	NIVEAU 3	NIVEAU 4
<p>L'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative (IAg) est limitée, voire complètement interdite parce que la personne enseignante considère que l'usage de ces outils nuit au développement de compétences essentielles. Ces compétences peuvent être disciplinaires, comme elles peuvent être d'ordre méthodologique, rédactionnel ou informationnel. Considérant que l'utilisation des IAg requiert un esprit critique, il peut s'agir d'une situation d'apprentissage ou d'évaluation sans IAg qui vise à développer celui-ci.</p> <p>Dans ces situations, la personne étudiante produit le travail.</p>			<p>L'utilisation prononcée des IAg est permise parce que la personne enseignante considère que les personnes étudiantes sont en mesure d'exercer un esprit critique et sont capables de juger de la qualité des contenus produits par les IAg. Ou encore, l'utilisation est encouragée parce que la situation d'apprentissage ou d'évaluation proposée contribue à développer leur esprit critique.</p> <p>Dans ces situations, l'IAg produit le travail préliminaire, alors que la personne étudiante s'assure de sa qualité en l'améliorant.</p>	
 <h3>Utilisation interdite</h3> <p>Le NIVEAU 0 signifie que l'utilisation est interdite. Ceci signifie que si la personne enseignante a un motif de croire qu'il y a eu l'utilisation d'une IAg dans une situation d'évaluation, elle doit dénoncer les faits auprès de la personne responsable des dossiers disciplinaires universitaires. Il s'agit d'un délit relatif aux études tel que stipulé dans le Règlement des études.</p>			 <h3>Utilisation limitée</h3> <p>Le NIVEAU 1 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée uniquement pour assister l'apprentissage dans le domaine disciplinaire ou des langues. Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation peut être considérée comme un délit. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Domaine disciplinaire : <ul style="list-style-type: none"> - S'inspirer - Générer des idées - Explorer un sujet pour mieux le comprendre - Générer du matériel pour apprendre - Domaine des langues : <ul style="list-style-type: none"> - Identifier ses erreurs et se les faire expliquer - Reformuler un texte - Générer un plan pour aider à structurer un texte - Traduire un texte 	
 <h3>Utilisation guidée</h3> <p>Le NIVEAU 2 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée pour améliorer un travail produit par la personne étudiante. Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyser des contenus - Obtenir une rétroaction - Évaluer la qualité de son travail à partir de critères - Demander à être confronté relativement à ses idées, à sa démarche - Diriger les processus de résolution de problèmes 			 <h3>Utilisation balisée</h3> <p>Le NIVEAU 3 D'UTILISATION signifie que l'utilisation est autorisée pour produire un travail qui sera amélioré. Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Résumer ou rédiger des parties d'un texte - Générer un texte ou un modèle d'une production et l'adapter - Réaliser des calculs mathématiques - Produire du code informatique - Résoudre des problèmes complexes - Répondre à une question - Générer des images, ou autres contenus multimédias 	
 <h3>Utilisation libre</h3> <p>Le NIVEAU 4 D'UTILISATION signifie qu'aucune restriction spécifique n'est imposée. Dans ce contexte, la personne étudiante est tenue de citer selon les normes¹ le contenu généré par l'IAg ou de déclarer l'utilisation qu'elle en a faite selon les consignes fournies par la personne enseignante sans quoi l'utilisation est considérée comme un délit. Ce niveau inclut tout ce qui précède, de l'exploration à la production, ainsi que toute autre tâche particulière jugée complexe.</p>				

À considérer avant l'utilisation d'outils d'intelligence artificielles génératives

Si, en tant que personne étudiante envisagez d'utiliser un outil d'intelligence artificielle générative (IAG) lorsque l'évaluation autorise les niveaux 1 à 4 d'utilisation mentionnés précédemment.

Dans ce cas, gardez à l'esprit les éléments clés suivants.

- Vous assumez la responsabilité de tout le contenu produit, avec ou sans IAG, et intégré à votre production.
- Les produits des outils d'IAG peuvent très souvent comporter **des erreurs ou des faussetés** (hallucinations) : on doit donc impérativement valider tout contenu généré par ces outils.
- Dans l'état actuel de la Loi sur le droit d'auteur du Canada, les **productions faites par l'IAG sont du domaine public**, puisque les outils d'IAG ne sont pas reconnus comme des auteurs au sens de la Loi et que les contenus générés ne répondent pas aux critères d'une œuvre protégée, notamment aux critères d'originalité.
- L'entreprise qui fournit le service pourrait émettre certaines exigences dans ses conditions d'utilisation. Comme l'algorithme et le code informatique appartiennent à l'entreprise qui les a développés, nous devons tenir compte de ces conditions. Celles-ci pourraient également fournir des précisions relatives à la **réutilisation des données soumises (confidentialité)**.

Comment déclarer l'utilisation d'outils d'intelligence artificielle générative

Dans l'esprit d'une conduite intègre et responsable, vous devez TOUJOURS mentionner de façon explicite toute utilisation de l'intelligence artificielle, conformément au Règlement des études (9.4.1 Délits relatifs aux études). De plus, à des fins pédagogiques, il est recommandé de toujours intégrer à la production les requêtes, de même que les réponses intégrales générées par les outils d'IAG. Celles-ci pourront être intégrées directement dans le corps du texte ou en note de bas de page. Les réponses longues pourraient être insérées en annexe de votre document ou dans des documents supplémentaires, selon les directives de la personne enseignante.

L'utilisation de ces deux documents s'avèrera utile, ils se trouvent sous licence libre, donc vous pouvez utiliser les tableaux et les adapter selon votre besoin:

1. [Modèle de citation](#): Ce formulaire, à remplir par l'enseignant, donne un exemple aux étudiants de citation de l'IAG dans la réalisation d'un travail évalué ou non.
2. [Déclaration d'usage](#): Ce formulaire, à remplir par les étudiants, doit être remis avec une réalisation afin de déclarer l'usage de l'IAG dans la réalisation, qu'elle soit évaluée ou non.

Référence

La Faculté des sciences tient à remercier le SSF pour la production des documents.

- Cabana, M. et Côté, J.-A. (2024). Balises d'utilisation des outils d'intelligence artificielle générative. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. et Beaudet, M. (2024). Directives de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).
- Cabana, M. (2024). Formulaire de déclaration de l'utilisation de l'intelligence artificielle générative dans une production étudiante. Service de soutien à la formation, Université de Sherbrooke. Sous licence [CC BY 4.0](#).