

Université de
Sherbrooke

Département de chimie
CAN 400 – Analyse instrumentale
Plan d'activité pédagogique
Automne 2023

Enseignant

Adelphine Bonneau

Courriel : Adelphine.Bonneau@USherbrooke.ca

Local : D1-2127-3

Téléphone : +1 819 821-8000 x61231

Disponibilités : Sur rendez-vous (voir section 2.4 du plan de cours)

Responsable(s) : Direction du département

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

Horaire

Exposé magistral :	Judi	10h30 à 12h20	salle D1-2120
	Vendredi	13h30 à 15h20	salle D1-2120

Description officielle de l'activité pédagogique¹

Cibles de formation : Acquérir les principes théoriques, connaître les applications et les limitations des techniques analytiques instrumentales modernes ; se familiariser avec la construction de l'appareillage utilisé dans ces techniques ; être en mesure de choisir la technique la plus appropriée aux divers problèmes analytiques. Pour les étudiantes et les étudiants de la maîtrise en environnement, le cours vise à leur permettre de comprendre les bases théoriques et les contraintes pratiques sous-jacentes à l'analyse instrumentale en environnement.

Contenu : Introduction à l'instrumentation électronique ; méthodes spectroanalytiques : spectrophotométrie UV/VIS, fluorescence, absorption et émission atomique, méthodes optiques diverses ; méthodes chromatographiques en phase gazeuse et liquide, chromatographie à haute performance : de partage, à phase liée, d'absorption, d'échange d'ions, d'exclusion ; méthodes électrochimiques : potentiométrie, électrodes sensibles aux ions, coulométrie, conductométrie, polarographie, voltampérométrie.

Crédits 3

Organisation 3 heures d'exposé magistral par semaine
6 heures de travail personnel par semaine

Particularités Aucune

¹<https://www.usherbrooke.ca/admission/fiches-cours/can400>

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 d'informatique, constitue la version officielle.

1.1 Mise en contexte

La chimie analytique repose sur l'utilisation de techniques d'analyse instrumentale pour pouvoir étudier la composition de la matière de façon quantitative ou qualitative. Ces techniques peuvent se baser sur : les interactions entre la matière et la radiation électromagnétique (spectroscopie atomique et moléculaire); la mesure des rapports masse sur charge des ions dans la phase gazeuse (spectrométrie de masse) et la mesure du potentiel ou du courant dans une cellule électrochimique (électrochimie analytique). Dans ce cours, les principes d'analyse quantitative et de contrôle de la qualité, les concepts fondamentaux de l'analyse instrumentale, la description des instruments d'analyse moderne ainsi que les applications de ces techniques dans divers domaines de la science seront discutées en classe.

L'objectif principal du cours CAN 400 est de connaître les principes d'analyse qualitative et quantitative, de comprendre les principes fondamentaux des techniques d'analyse instrumentale ainsi que de savoir appliquer ces techniques pour étudier la composition d'un échantillon donnée.

1.2 Cibles de formation spécifiques

À la fin du cours CAN 400, les personnes étudiantes devraient être en mesure de :

- Être familières avec certaines fonctions statistiques du langage de programmation R
- Reconnaître les avantages et inconvénients des techniques analytiques vues en classe ;
- Connaître et appliquer les principes d'analyse quantitative ;
- Comprendre les principes de base des techniques d'analyse instrumentale ;
- Savoir dans quel type de situation ces techniques peuvent être utilisées en fonction du type d'analyte et de la matrice à étudier.

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, des exercices en classe et des visites de laboratoire. Ensuite les devoirs serviront à appliquer les concepts vus en classe.

Préparation avant chaque cours :

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 « Plan de la matière ». Les notes des cours données par Pr Pedro Segura ainsi que le matériel nécessaire pour les exercices avec le langage de programmation R sont disponibles à l'adresse suivante : <http://segura-lab.recherche.usherbrooke.ca/enseignement.html>

2.2 Calendrier

Date	Thème	Sujet du cours	Lectures
2023-08-31		Pas de cours	Activités étudiantes (levée des cours de 8 h 30 à 22 h 00)
2023-09-01		Échantillonnage, régression et étalonnage, techniques d'étalonnage Référence : Chapitre 8 du livre « Chimie analytique » <i>Révision conseillée</i> : La mesure et l'erreur, lois de propagation d'erreurs et chiffres significatifs (partie I).	Principes d'analyse quantitative et de contrôle de la qualité (partie II)
2023-09-07		Tests statistiques, concepts fondamentaux de chimie analytique instrumentale, critères de mérite, validation et contrôle de qualité des méthodes analytiques Référence : Chapitre 7 du livre « Chimie analytique » et Chapitre 5 du livre «Principles of Instrumental Analysis »	Principes d'analyse quantitative et de contrôle de la qualité (partie III)
2023-09-08		Statistiques descriptives et graphiques en R Apportez votre ordinateur portable avec R et R Studio installés	Introduction au langage R (partie I)
2023-09-14		Régression linéaire en R Apportez votre ordinateur portable avec R et R Studio installés	Introduction au langage R (partie II)
2023-09-15		Tests statistiques en R Apportez votre ordinateur portable avec R et R Studio installés	Introduction au langage R (partie III)

2023-09-21		Concepts de base, ions, isotopes Sections des chapitres 2 et 3 du livre « Mass Spectrometry : A Textbook »	La spectrométrie de masse (partie I)
2023-09-22		Suite du cours du jeudi	
2023-09-28		Les sources d'ionisation (EI, ESI, APCI) Référence : Sections des chapitres 5, 7 et 12 du livre « Mass Spectrometry : A Textbook » Remise du devoir 1 (en équipe)	La spectrométrie de masse (partie II)
2023-09-29	Journée nationale de la vérité et de la réconciliation	Journée nationale de la vérité et de la réconciliation, pas de cours	
2023-10-05		Analyseurs de masse, détecteurs, spectrométrie de masse en tandem, spectrométrie atomique Référence : Sections des chapitres 4, 9, 15 du livre « Mass Spectrometry : A Textbook »	La spectrométrie de masse (partie III)
2023-10-06		Suite du cours du jeudi	
2023-10-12		Introduction à l'électrochimie analytique et à la voltampérométrie Référence : Chapitres 22 et 23 du livre « Chimie analytique »	Électrochimie analytique
2023-10-13		Suite du cours du jeudi	
2023-10-19	Examen périodique	Date exacte à venir	Examen intra
2023-10-20	Examen final	Date exacte à venir	Examen intra
2023-10-26	Relâche		Relâche
2023-10-27	Relâche		Relâche
2023-11-02		Présentation de la 2 ^e partie du cours, des évaluations, choix des échantillons pour les analyses Introduction à l'analyse instrumentale par imagerie et par spectroscopie	
2023-11-03		Visite de la plateforme analytique PRAM. Rendez-vous devant la porte C1-2325.	
2023-11-09		Microscopie optique, Microscopie électronique à balayage, microscopie électronique en transmission Référence : Chapitre 21 du livre « Principles of Instrumental Analysis »	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-11-10		Analyses sur le MEB-EDS à la PRAM. Rendez-vous devant la porte C1-2325.	

2023-11-16		Diffraction de rayons X et Spectrométrie atomique de rayons X : fluorescence de rayons X, spectrométrie de photoélectrons induits par rayons X, absorption de rayons X Référence : Chapitre 12 du livre « Principles of Instrumental Analysis » Remise du rapport d'analyses 1 -MEB-EDS	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-11-17		Visite du laboratoire de diffraction des rayons X et analyses. Rendez-vous devant la porte du D2-2089.	
2023-11-23		Spectrométrie atomique optique : d'absorption, d'émission, instrumentation, interférences Référence : Chapitres 9, 10, et 11 du livre « Principles of Instrumental Analysis »	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-11-24		Suite du cours du jeudi	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-11-30		Spectroscopie de fluorescence moléculaire, spectroscopie Raman et spectroscopie infrarouge : instrumentation et détecteurs Référence : Sections des chapitres 15, 16, 17 du livre « Principles of Instrumental Analysis »	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-12-01		Analyses sur spectromètre ATR-FTIR et microspectromètre FTIR (rendez-vous dans la salle de cours habituelle)	
2023-12-07		Spectrométrie d'absorption UV et visible, instrumentation et détecteurs Référence : Sections des chapitres 13, 14 du livre « Principles of Instrumental Analysis »	Vidéos à regarder sur Moodle
2023-12-08		Radiographie et tomographie Référence : Chapitre 3 de Regert et Guerra 2015 et « Box 2.m et 2.n » de Artioli 2010 (chapitres disponibles sur Moodle)	Vidéos à regarder sur Moodle

2023-12-14	Examen final	Il n'y a pas d'examen final en classe pour ce cours. L'examen final prendra la forme d'un devoir maison en lien avec les analyses faites pendant le cours.	Examen final
2023-12-15	Examen final	Il n'y a pas d'examen final en classe pour ce cours. L'examen final prendra la forme d'un devoir maison en lien avec les analyses faites pendant le cours.	Examen final
2023-12-21	Examen final	Il n'y a pas d'examen final en classe pour ce cours. L'examen final prendra la forme d'un devoir maison en lien avec les analyses faites pendant le cours.	Examen final
2023-12-22	Examen final	Il n'y a pas d'examen final en classe pour ce cours. L'examen final prendra la forme d'un devoir maison en lien avec les analyses faites pendant le cours.	Examen final

2.2.1 Dates importantes

- Date limite de modification des activités pédagogiques : 2023-09-15
- Date limite de retrait de la procédure de stage : 2023-09-21
- Date limite d'abandon des cours sans mention d'échec : 2023-11-15
- Journées de congé dans la session :
 - Fête du Travail : 2023-09-04
 - Journée nationale de la vérité et de la réconciliation : 2023-09-29
 - Action de grâce : 2023-10-09

2.3 Évaluation

Devoir	15 %		
Rapport d'analyses (3)	15 %		
Mini-tests (11)	22 %		
Examen intra	23 %	Non spécifié	1 h 50
Examen final	25 %	Non spécifié	0

Mini-tests : il y aura 11 mini-tests dans la session. Un mini-test sera fait en classe lors des cours suivants :

- Vendredi 8 septembre
- Vendredi 15 septembre
- Vendredi 22 septembre
- Jeudi 28 septembre
- Vendredi 6 octobre
- Vendredi 13 octobre
- Jeudi 9 novembre
- Jeudi 16 novembre
- Vendredi 24 novembre
- Jeudi 30 novembre
- Vendredi 8 décembre

Les rapports d'analyses seront faits en équipe et seront à remettre la semaine suivant la réalisation des analyses dans le cadre du cours.

Le rapport d'analyses final sera individuel et comptera comme examen final. Il n'y aura donc pas d'examen final lors de la semaine d'examens.

2.3.1 Qualité de la langue et de la présentation

Conformément à l'article 17 du règlement facultaire d'évaluation 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.

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'avez 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

Devoir	Sujet	Réception	Remise	Points
Devoir 1	Première partie du cours	À définir	2023-09-28	15

Rapport d'analyses	Sujet	Réception	Remise	Points
1 - MEB-EDS		À définir	2023-11-16	5
2 - Diffraction des rayons X		À définir	2023-11-23	5
3 - FTIR		À définir	2023-12-07	5

Mini-tests	Sujet	Réception	Remise	Points
Mini-test 1		À définir	2023-09-08	2
Mini-test 2		À définir	2023-09-15	2
Mini-test 3		À définir	2023-09-22	2
Mini-test 4		À définir	2023-09-28	2
Mini-test 5		À définir	2023-10-06	2
Mini-test 6		À définir	2023-10-13	2
Mini-test 7		À définir	2023-11-09	2
Mini-test 8		À définir	2023-11-16	2
Mini-test 9		À définir	2023-11-24	2
Mini-test 10		À définir	2023-11-30	2
Mini-test 11		À définir	2023-12-08	2

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

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

2.4.1 Directives particulières

Tout devoir remis en retard aura une pénalité de 25% par jour, sauf entente préalable convenue avec les professeurs. La remise des documents devra se faire au début de la séance.

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 autorisées. 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 : L'utilisation du courriel est recommandée pour poser vos questions à l'extérieur des périodes de cours.

Le cours est donné par deux professeurs : Pedro Segura et Adelphine Bonneau. Prof. Segura enseignera la première partie du cours jusqu'à la semaine de relâche. Prof. Bonneau prendra la suite jusqu'à la fin de la session d'automne.

Les deux professeurs sont disponibles sur rendez-vous.

Adelphine Bonneau, bureau D1-2127-3, adelphine.bonneau@usherbrooke.ca

Pedro Segura, bureau D2-2060-3, Pedro.Alejandro.Segura@USherbrooke.ca

3 Matériel nécessaire pour l'activité pédagogique

Aucun livre n'est nécessaire pour ce cours. Les références indiquées en bibliographie vous seront utiles pour compléter vos notes de cours.

Il vous sera demandé d'installer les logiciels R et R Studio sur vos ordinateurs personnels pour la séance du vendredi 8 Septembre.

4 Références

- [1] ARTIOLI, G. : *Scientific methods and cultural heritage : an introduction to the application of materials science to archaeometry and conservation science*. OUP Oxford, 2010. Les chapitres concernés pour le cours se trouvent sur Moodle.
- [2] GROSS J. H. : *Mass Spectrometry : A Textbook. 2nd ed.* Berlin, Germany : Springer, 2011. Cote : Disponible en ligne (Accès réservé UdeS) : <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-10711-5>.
- [3] HARRIS D. C. : *Quantitative Chemical Analysis, 8th ed.* W. H. Freeman & Co, New York, 2010. Cote : QD 101.2 H37 2010.
- [4] REGERT, M. AND M. F. GUERRA : *Physico-chimie des matériaux archéologiques et culturels*. Éditions des archives contemporaines, Paris, 2016. Livre disponible en ligne à l'adresse : <https://www.archivescontemporaines.com/books/9782813001924>.
- [5] SKOOG D. A., HOLLER F. J., CROUCH, S. R. : *Principles of Instrumental Analysis, 6th ed.* Brooks/Cole, Belmont, CA, USA, 2007. Cote : QD 79 I5S58 2007.
- [6] SKOOG D. A., WEST D. M., HOLLER F. J., CROUCH S. R. : *Chimie Analytique*. Groupe De Boeck, Bruxelles, Belgique, 2012. Cote : QD 75.22 S3614 2012.

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

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

L'intégrité intellectuelle passe, notamment, par la reconnaissance des sources utilisées. À l'Université de Sherbrooke, on y veille!

Extrait du Règlement des études (Règlement 2575-009)

9.4.1 DÉLITS RELATIFS AUX ÉTUDES

Un délit relatif aux études désigne tout acte trompeur ou toute tentative de commettre un tel acte, quant au rendement scolaire ou une exigence relative à une activité pédagogique, à un programme ou à un parcours libre.

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 ou des passages ou des idées tirés de l'œuvre d'autrui (ce qui inclut notamment le fait de ne pas indiquer la source d'une production, d'un passage ou d'une idée tirée de l'œuvre d'autrui);
 - 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 aide non autorisée, qu'elle soit collective ou individuelle, pour une production faisant l'objet d'une évaluation;
 - e) obtenir par vol ou toute autre manœuvre frauduleuse, posséder ou utiliser du matériel de toute forme (incluant le numérique) non autorisé 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;
- [...]

Par plagiat, on entend notamment :

- Copier intégralement une phrase ou un passage d'un livre, d'un article de journal ou de revue, d'une page Web ou de tout autre document en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets;
- reproduire des présentations, des dessins, des photographies, des graphiques, des données... sans en préciser la provenance et, dans certains cas, sans en avoir obtenu la permission de reproduire;
- utiliser, en tout ou en partie, du matériel sonore, graphique ou visuel, des pages Internet, du code de programme informatique ou des éléments de logiciel, des données ou résultats d'expérimentation ou toute autre information en provenance d'autrui en le faisant passer pour sien ou sans en citer les sources;
- résumer ou paraphraser l'idée d'un auteur sans en indiquer la source;
- traduire en partie ou en totalité un texte en omettant d'en mentionner la source ou de le mettre entre guillemets ;
- utiliser le travail d'un autre et le présenter comme sien (et ce, même si cette personne a donné son accord);
- acheter un travail sur le Web ou ailleurs et le faire passer pour sien;
- utiliser sans autorisation le même travail pour deux activités différentes (autoplagiat).

Autrement dit : mentionnez vos sources
