



INITIATION AUX OBSERVATIONS ASTROPHYSIQUES

PHQ 674

COURS		PROFESSEUR	
Titre :	Initiation aux observations astrophysiques	Nom :	Yves Grosdidier (chargé de cours à forfait)
Sigle :	PHQ 674	Bureau :	D2-2083
Crédits :	3 (3 1 5)	Téléphone :	(819) 821-8000 poste 62056
WWW :	Consultez Moodle	Jours de disponibilité :	habituellement de 9h30 à 15h30, Courriel : en tout temps
Travaux dirigés :	1 heure/semaine	Courriel :	Yves.Grosdidier@USherbrooke.ca
Travail personnel :	5 heures/semaine		
Sessions :	3 et 6		

PLACE DU COURS DANS LE PROGRAMME

Type de cours : Optionnel

Cours préalables : PHQ 114 et PHQ 224

DESCRIPTION DU COURS

Les objectifs généraux du cours PHQ 674 sont les suivants :

1. Découvrir un sujet spécialisé de l'astrophysique contemporaine, notamment par l'analyse de véritables données préalablement obtenues au télescope. Depuis la demande de temps de télescope jusqu'à la publication des résultats scientifiques, les personnes inscrites auront un aperçu de ce qui constitue le cœur de la recherche en astrophysique observationnelle contemporaine.
2. S'initier aux méthodes observationnelles en astrophysique. Les sujets suivants seront abordés : l'astronomie fondamentale (localisation d'un astre sur la sphère céleste au cours du temps), la photométrie (absolue, différentielle) et la spectrographie dans le domaine optique, les détecteurs et les principales sources de bruits qui peuvent affecter les données.
3. Utiliser des logiciels professionnels pour étalonner, visualiser et analyser des données sur les milieux astrophysiques. Selon les sessions, des données issues de plusieurs observatoires virtuels ou bien des archives d'observatoires professionnels pourront être étudiées, par exemple (liste non-exhaustive ou limitative): des cubes de données (α , δ , λ) radio 21 cm de notre Galaxie (obtenus à l'observatoire fédéral de radioastrophysique, Penticton, Canada) ou encore des fichiers déposés dans les archives du Hubble Space Telescope (HST), du Canada-France-Hawaii Telescope, ou encore du mont Mégantic. Une collaboration avec l'observatoire du mont St-Joseph (Québec, Canada) est également active pour l'obtention de clichés d'imagerie UBRVI et la spectrographie dans le domaine optique.
4. Utiliser des bases de données professionnelles afin d'accéder à la bibliographie et aux mesures de multiples paramètres des astres étudiés.
5. Communiquer de façon professionnelle des résultats scientifiques.

PLAN DE LA MATIÈRE

La matière repose sur un cours magistral portant essentiellement sur : l'astronomie de position, des notions de photométrie, la gravitation classique et des notions sur l'imagerie et la spectrographie numériques. Le détail est donné dans la page suivante.

En outre, les personnes inscrites auront un ensemble de problèmes à résoudre sous forme de devoirs (3 ou 4), en plus de sessions d'exercices en classe et de leur travail personnel à la maison.

Les personnes inscrites devront aussi étalonner et analyser des données réelles à l'aide de logiciels professionnels (IRAF, XIMTOOL) sur une station de travail LINUX. Le titulaire du cours guidera les personnes inscrites pour l'étalonnage et l'analyse des données.

COURS MAGISTRAL

1. **Astronomie de position** : systèmes de coordonnées, le *temps* en astronomie (temps sidéral, temps solaire moyen, temps solaire vrai, temps universel, temps civil, années sidérale et tropique), équation du temps, trigonométrie sphérique, changements de systèmes de coordonnées et applications (lever et coucher des astres, durée du jour, etc.), précession des équinoxes et nutation, réfraction atmosphérique et sa conséquence sur la mesure des coordonnées, notion d'invariant de la réfraction en symétrie sphérique, aberrations diurne et annuelle, parallaxes, notion de parsec, mouvement propre, mouvement parallactique;
2. **Méthodes observationnelles** : demande de temps de télescope, rappels d'optique géométrique, limite de diffraction, *point spread function*, types de télescopes, photométrie absolue, photométrie différentielle, spectroscopie, historique des détecteurs, détecteurs CCD, principales grandeurs photométriques, rayonnement du corps noir, magnitudes, magnitude absolue, sources de bruits dans les données et étalonnage des données CCD;
3. **Gravitation newtonienne** : mouvement d'un point soumis à une force centrale, formule de Binet, réduction du problème à deux corps, forces de marées, limite de Roche, l'équation de Kepler et sa résolution, durées des saisons, calcul de l'équation du temps, lois de Kepler, loi des aires dans différents référentiels, étoiles binaires (visuelles, astrométriques, spectroscopiques, à éclipses) : caractéristiques observationnelles et statistiques, théorème du viriel et virialisation des systèmes gravitationnellement liés ;
4. **Classifications stellaires** : les classifications stellaires (Harvard, MKK), diagramme d'Hertzsprung-Russel, populations stellaires, diagramme HR d'un amas globulaire, notions sur l'évolution des étoiles, base de données SIMBAD, logiciel ALADIN, base de données bibliographiques SAO/NASA ADS (Astrophysics data system).

DOCUMENTS ET RÉFÉRENCES

En plus des notes de l'enseignant, plusieurs documents additionnels seront déposés sur la page Moodle du cours, notamment des guides d'utilisation de IRAF.

ÉVALUATION

L'évaluation reposera sur :

- Examen de mi-session (2 heures): 30%.
- Examen final (2 heures) : 30%.
- Devoirs (au nombre de 3 ou 4) : 30%.
- Étalonnage et analyse des données : en fin de session, on attribue une *Réussite* ou un *Échec* à cet élément d'évaluation. En cas d'échec, une pénalité sur la cote finale pourrait être appliquée.

- Colloquium de fin de session: 10%, sur la base des interventions orales des étudiantes et étudiants. Le colloquium est une activité d'évaluation relativement informelle qui aura lieu à la fin de la session. Durant cette activité, les personnes étudiantes seront conviées à une discussion de groupe (maximum deux heures) dirigée par la personne titulaire du cours. Le colloquium a pour objectifs 1) d'effectuer un retour critique sur l'étalonnage et l'analyse des données étudiées durant la session, 2) de situer les résultats obtenus relativement aux objectifs initiaux et 3) d'envisager une suite pour améliorer l'étude. Des questions (certaines tirées au hasard) seront posées aux personnes étudiantes et ces dernières pourront elles-mêmes alimenter le débat. Le colloquium est une occasion pour les personnes étudiantes d'orienter la conversation en insistant sur les points qui leur paraissent essentiels et ainsi de pouvoir exprimer leurs idées.

Enfin :

Un bonus sur la cote finale pourrait être envisagé lorsque l'étudiante ou l'étudiant participe bien en classe durant toute la session, montre un acharnement à traiter les données réelles, à poser des questions sur les logiciels et les méthodes de calibration, à questionner les résultats obtenus, les artefacts numériques, etc.

CALENDRIER

Le premier cours aura lieu le lundi 26 août 2024. Le dernier cours aura lieu le lundi 9 décembre 2024.

BIBLIOGRAPHIE

Quelques ouvrages dont la consultation est peut-être utile (les côtes indiquées en italiques sont celles de la bibliothèque des sciences et de génie).

Astronomie fondamentale :

- Gianni Pascoli, *Astronomie fondamentale: astronomie de position et mécanique céleste*, 3^{ème} éd., (Dunod, 2000). Des extraits pertinents seront rendus disponibles durant la session.
- Jean Meeus, *Astronomical algorithms*, 2nd ed., (Willmann-Bell, Inc., 1998). Des extraits pertinents seront rendus disponibles durant la session.

Astrophysique observationnelle :

- Pierre Léna, Daniel Rouan, François Lebrun, François Mignard & Didier Pelat, *Observational astrophysics*, 3rd ed., (Springer, 2012). Disponible en version électronique sur le campus <https://usherbrooke.on.worldcat.org/oclc/773812764>
- Mark Gallaway, *Introduction to observational astrophysics* (Springer, 2016). Disponible en version électronique sur le campus <https://usherbrooke.on.worldcat.org/oclc/932002655>

Astrophysique générale :

- Jean Heyvaerts, *Astrophysique : étoiles, univers et relativité*, (Dunod, 2006). QB 461 H49 2006

- Richard Monier, *Les étoiles et le milieu interstellaire : introduction à l'astrophysique : cours, exercices et problèmes résolus*, (Paris : Ellipse 2006). *QB 801 M66 2006*
- Agnès Acker, *Astronomie-Astrophysique–Introduction*, (Dunod, 2013). *QB 43.3 A34 2013*
- M. Zeilik, S.A. Gregory et E.v.P. Smith, *Introductory Astronomy and Astrophysics*, (Saunders, 1992). *QB 45 Z43 1992*
- B.W. Carroll et D.A. Ostlie, *An Introduction to Modern Astrophysics*, (Addison-Wesley, 2007). *QB 801 O67 2007*