

Idées de projets observationnels en astrophysique à mener avec des petits télescopes dans le domaine visible et radio

Hervé Dole, version 4 du 30 septembre 2008

Contexte

De nombreux moyens d'observation astrophysique sont maintenant disponibles pour les étudiants, y compris en Ile-de-France où la pollution lumineuse est intense. Mener des projets astrophysiques pour de petits groupes d'étudiants motivés devient possible, du L1 au M2. Voici quelques exemples de projets, qui peuvent être menés à Orsay, mais aussi dans d'autres universités ou sur d'autres sites (projets d'associations par exemple). Il est par ailleurs souhaitable de songer à des projets collaboratifs entre universités, au bénéfice de la formation de nos étudiants, par exemple dans le cadre de AMA09. Ces idées de projets sont indiquées de façon succincte, sans bibliographie, dans un esprit de synthèse, mais de nombreux détails techniques existent¹, ainsi qu'une abondante littérature sur la plupart de ces sujets.

La ligne "Matériel conseillé" ne concerne que Orsay.

Système Solaire

Géologie lunaire

Imager en couleurs la (Pleine) Lune pour faire ressortir les différences de couleurs des terrains. Caractériser les terrains en fonction de leur couleur. Comparer à des images infrarouges (sonde clementine ou autre).

Comptage de cratères pour dater les terrains (voir avec S. Bouley, IDES).

Matériel conseillé: télescope Takahashi Mewlon et webcam du département des sciences de la Terre (resp.: F. Costard et S. Bouley, IDES).

Masse des planètes

Imager les satellites de Jupiter, Saturne et même Mars, sur plusieurs heures et plusieurs jours, afin de mesurer leur période. Avec leur distance à la planète et la loi de Kepler, mesurer la masse des planètes.

Matériel conseillé: coupole (resp. H. Dole, IAS): C14+CCD ou webcam ; télescope Takahashi Mewlon et webcam.

Planisphères planétaires

Imager la surface des planètes: pendant plusieurs heures pour Jupiter; pendant plusieurs jours pour Mars et Vénus. Avec les données déprojeter et construire une planisphère planétaire. Identifier les évolutions avec le temps.

Matériel conseillé: télescope Takahashi Mewlon et webcam..

Phénomènes mutuels des satellites de Jupiter et Saturne

http://www.imcce.fr/hosted_sites/ama09/phemu09.html

Idéal en 2009 pour Jupiter. Cf IMCCE et J.-E. Arlot.

¹ Par exemple sur le site <http://www.ias.u-psud.fr/pperso/hdole/ohp/liens.php>

Distance des planètes lointaines

Imager les positions par rapport aux étoiles de fond de Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton, Cérès (et autre) pendant plusieurs jours, pour ensuite estimer leur vitesse, et en déduire leur période. En déduire leur distance au Soleil.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Astéroïdes

Imager le mouvement des astéroïdes à quelques heures d'intervalle. En déduire leur période puis leur distance approximative.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Surface solaire

Imager la surface du Soleil dans le filtre H-alpha et mesurer l'activité solaire (tâches, protubérances).

Matériel conseillé: Lunette Orion avec filtre Coronado H-alpha du département de physique (resp.: H. Dole).

Activité radio du Soleil

Mesurer le flux solaire en radio à 3 cm de longueur d'onde. Corréler avec l'activité observée dans le visible.

Matériel conseillé: radiotélescopes RAMEAU (resp. H. Dole) ou antenne radio amateur de 3m AAV-ARRL sur le plateau du Moulon (resp: J-J. Maintoux).

Etoiles

Mesure de la période d'étoiles variables

Mesurer, par photométrie sur des images CCD, la variation de flux d'étoiles variables connues à courte période (par exemple Algol). Projet utile pour se familiariser avec la photométrie, avant d'attaquer le projet exoplanètes.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Diagrammes H-R

Imager en deux filtres (par exemple R et V, ou B et V) des amas globulaires (très gros car problème de confusion) et ouverts, pour construire les diagrammes Hertzsprung-Russell (H-R) et caractériser les populations stellaires.

Matériel conseillé: coupole: C14 ou lunette Orion+CCD.

Exoplanètes

Mesure du transit d'exoplanètes

Consulter les éphémérides d'exoplanètes connues pour avoir des transits de profondeur supérieure à 2%, puis imager un transit (sur quelques heures) en filtre R. Par photométrie différentielle CCD, mesurer le transit. Quels paramètres physiques de l'exoplanète peut-on mesurer? Répéter plusieurs fois pour confirmer. Puis essayer avec d'autres filtres: B, puis V, puis enfin un filtre étroit. Estimer les différences entre filtre. Que nous apporte cette couverture multi fréquence ?

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Notre Galaxie

Mesure de la structure spirale de notre Galaxie

Mesurer le profil de la raie à 21 cm (hydrogène neutre) dans plusieurs directions du plan Galactique, et reconstruire le profil de vitesses.

Matériel conseillé: radiotélescope avec spectromètre HI: SALSA (observations à distance possibles), ou bientôt: antenne radio amateur de 3m AAV-ARRL sur le plateau du Moulon (resp: J-J. Maintoux) et réseau de radiotélescopes AMA09 sur 7 sites.

Emission des nébuleuses planétaires, régions HII, résidus de supernovae

Imager ces trois types d'objets dans les trois filtres interférentiels (OIII, SII et H-alpha). Mesurer les différences de spectre, et interpréter les résultats, quant à l'origine physique de l'émission.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD, et les 3 filtres interférentiels étroits.

Galaxies

Relevé profond interuniversitaire

Imager en plusieurs filtres les deux régions du ciel sélectionnées pour ce relevé. Ensuite, combiner les données de chaque filtre entre elles pour avoir une image profonde, et comparer aux catalogues existants. Estimer les propriétés du bruit de l'image. Extraire un catalogue d'étoiles et galaxies et estimer la magnitude de la galaxie la plus faible détectée.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD. Autres télescopes: OHP, autres universités.

Note : pistes actuelles pour le choix du champ: HDF-N, COSMOS, CFHTLS; quasar SDSS. Choix final : automne 2008.

Couleurs des galaxies

Imager plusieurs galaxies de type morphologique différent, dans plusieurs filtres large bande. Estimer la forme de leur spectre, effectuer des rapports de couleur et interpréter.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Détection du quasar 3C273

Imager le quasar 3C273 dans plusieurs filtres large bande et estimer la forme de son spectre. Etendre ce projet à d'autres quasars et types de galaxies.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Suivi temporel des quasars

Sélectionner un ou des quasars assez brillants ; les imager systématiquement à chaque observation (voire plusieurs fois par nuit), pour tracer un diagramme magnitude en fonction du temps. Repérer les événements. Les interpréter, notamment en ce qui concerne la taille de la zone d'émission.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Suivi temporel de blazars

Les blazars (quasars vus avec un angle particulier) peuvent avoir des émissions importantes dans les rayons gamma de très haute énergie (TeV), mais aussi une grande variabilité dans le domaine visible. Etudier cette variation visible

et à d'autres longueurs d'onde permet de mieux comprendre les mécanismes d'émission. A partir d'une sélection de blazars (par J-P. Lenain, du LUTH à Meudon), les repérer, puis les observer de manière répétée, en identifiant les événements.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Supernovae

Suivre les alertes de supernovae sur le site dédié. Si une supernova brillante apparaît, en effectuer la photométrie en bande R pendant plusieurs nuits d'affilée, afin de contribuer à construire sa courbe de lumière.

Univers

Détection du fond cosmologique

Détecter le fond cosmologique de 2.76K en utilisant la méthode originale de Penzias & Wilson (1964), à savoir des « sky dips » i.e. balayages verticaux de l'horizon au zénith. Extrapoler à airmass nulle.

Matériel conseillé : radiotélescope bas coût de type RAMEAU modifié (avec la méthode de Michel Piat).

Technique

Etalonnage photométrique

Identifier dans les bases de données quelques étoiles de référence. Les imager en CCD pendant plusieurs heures (correspondant à plusieurs airmass). Ajuster la loi: flux vs airmass et conclure.

Matériel conseillé: coupole: C14+CCD.

Mosaïque

Imager un champ environ 2 fois plus large que le champ de vue de la caméra, avec 3 ou 4 images dans chaque direction (soit 9 ou 16 images au total). Combiner les images pour en faire une mosaïque. Une fois la technique maîtrisée, l'appliquer à des objets astrophysiques intéressants (par exemple la galaxie M81).

Matériel conseillé: coupole: C14 ou lunette Orion+CCD.