

# TP INSTRUMENTATION

## MASTER 2 ASEP

### Objectif

Le but de ces travaux pratiques est de manipuler un télescope radio et de s'initier aux procédures de calibration et de caractérisation d'une antenne.

### Instrumentation

Le TP est entièrement basé sur l'utilisation du télescope radio situé sur le toit de l'Observatoire Midi-Pyrénées. Il s'agit d'une antenne parabolique orientable de 3 m de diamètre équipée d'un récepteur à 21cm de longueur d'onde (frontend) et d'une électronique d'acquisition (backend) permettant de produire des spectres de 1,2 MHz de bande.

### Déroulement

Les étudiants répartis en binômes effectuent des mesures via l'ordinateur de contrôle situé sous l'antenne, dans le bureau D018 sur le site Belin de l'IRAP. A chaque binôme est attribué un des 5 sujets listés ci-dessous. Le temps dédié aux observations est d'environ 45 minutes. Les étudiants doivent ensuite effectuer un travail d'analyse incluant éventuellement d'autres données d'archive. Il ne s'agit pas d'appliquer un protocole préétabli plutôt de faire un travail de recherche. Au total le TP demande environ 5h de travail. Des exemples de scripts d'observation et d'analyse seront fournis.

#### **1. Mesure du lobe d'antenne et de l'erreur de pointage**

- Rappeler ce qu'est un lobe d'antenne (ou gain) et rappeler quelle est sa forme dans le cas d'une ouverture circulaire.
- Créer un script d'observation pour effectuer une carte centrée sur le Soleil
- Observer le Soleil avec ce script
- Ecrire un programme python pour produire une carte à partir des données obtenues
- Ecrire un programme python pour mesurer les paramètres du lobe (la largeur et l'erreur de pointage) en supposant qu'il est de forme Gaussienne.
- Comparer le résultat aux valeurs théoriques attendues

#### **2. Modélisation du pointage et correction des erreurs**

- Ecrire un script d'observation pour effectuer une série de cartes centrées sur le Soleil
- Observer le Soleil avec ce script
- Ecrire un programme python pour tracer l'erreur de pointage en fonction du temps (les scripts permettant de produire une carte et de mesurer les erreurs de pointage seront fournis)
- Utiliser les données obtenues sur toute une journée de monitoring du Soleil (archives) pour tracer les variations des erreurs de pointage au cours de la journée
- Trouver une expression pour le changement de coordonnées célestes (alt, az) dans le cas d'une inclinaison du mât soutenant l'antenne
- Avec un programme python effectuer une simulation des erreurs de pointage sur le Soleil au cours d'une journée pour une inclinaison du mât de quelques degrés
- Ecrire un programme python pour ajuster un modèle d'inclinaison du mât aux observations du Soleil sur une journée

#### **3. Calibration de l'efficacité de l'antenne et de sa sensibilité**

- Rappeler la définition d'une température d'antenne et proposer une procédure de calibration.
- Rappeler quels sont les processus d'émission du Soleil à 1420MHz. Quel est la forme du spectre attendu ? Le flux est-il constant ?

- Effectuer une carte du ciel centrée sur le Soleil pour obtenir une mesure de son flux en unités arbitraires et comparer au flux mesuré par d'autres télescopes radio ([http://legacy-www.swpc.noaa.gov/ftpdir/lists/radio/7day\\_rad.txt](http://legacy-www.swpc.noaa.gov/ftpdir/lists/radio/7day_rad.txt)).
- Mesurer la sensibilité du télescope (niveau de bruit obtenu après une seconde d'intégration)
- Combien de temps faut-il intégrer pour détecter la nébuleuse du Crabe ?

#### **4. Mesurer le bruit du ciel en fonction de l'élévation**

- Ecrire un script pour scanner le ciel en élévation.
- Ecrire un programme python pour analyser les données et tracer le niveau de bruit en fonction de l'élévation puis de la masse d'air.
- Estimer la valeur de la température de système
- Discuter la faisabilité de mesurer le fond cosmologique.

#### **5. Masse d'hydrogène observée dans un pointage et estimation de la masse d'hydrogène dans la Galaxie.**

- Calibrer l'efficacité de l'antenne sur le Soleil
- Pointer une direction dans le disque de la Voie Lactée et interpréter le spectre.
- Convertir l'intensité totale de la raie en densité de colonne d'hydrogène
- Estimer la masse d'hydrogène dans la Galaxie.