

# CARACTERISATION DE CAPTEURS OPTIQUES CCD ET CMOS

## Objectifs :

L'objectif de ce TP est d'étudier :

- La réponse spectrale d'un capteur d'image monochrome CCD et d'un capteur d'image monochrome CMOS.
- Etude du bruit temporel du bruit spatial fixe (si le temps le permet).

## I. Etude de la réponse spectrale du détecteur

Il s'agit de déterminer la valeur numérique en sortie du détecteur par watt en fonction de la longueur d'onde,  $V_N(\lambda)/W$ .

Le montage expérimental est constitué d'une lampe halogène, d'un monochromateur, d'une sphère intégratrice, d'un détecteur calibré et du capteur sous test (Capteur d'image). Le monochromateur permet de sélectionner une lumière monochromatique à partir du faisceau polychromatique délivrée par la lampe halogène et de l'envoyer dans la sphère intégratrice. Le capteur sous test et le détecteur calibré sont placés sur deux ouvertures de la sphère. Ainsi les deux capteurs reçoivent la même puissance lumineuse par unité de surface (à condition que les deux capteurs voient la surface interne de la sphère sous le même angle solide).

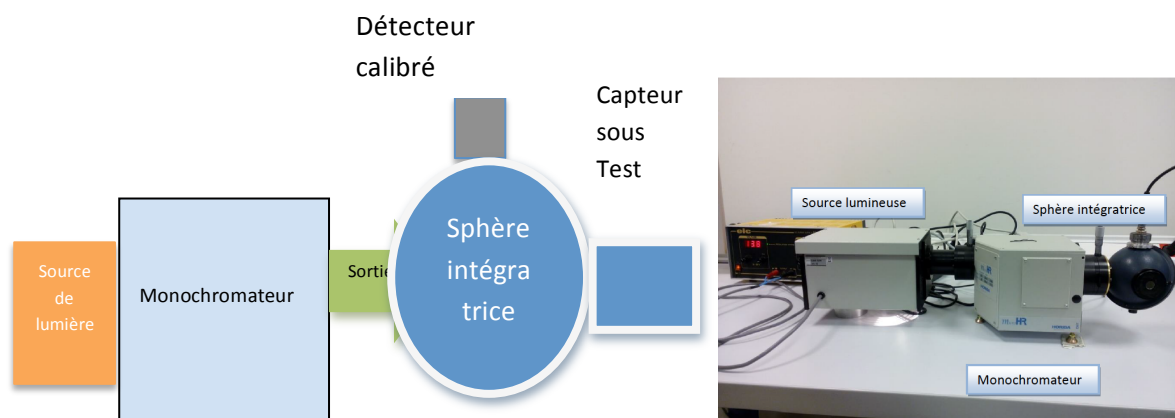


Figure1. Schéma de principe et photographie du banc de caractérisation

On mesure la puissance lumineuse,  $\phi_{\text{Sortie1}}$ , à la sortie 1 de la sphère intégratrice avec le détecteur calibré.

$$\phi_{\text{Sortie1}}(\lambda) = \frac{I_1(\lambda)}{R_{\text{dc\_UDS100}}(\lambda)}$$
$$\phi_{\text{Sortie1}}(\lambda) = \frac{V_1(\lambda)}{R_{\text{dc\_DSS}}(\lambda)}$$

Où  $I(\lambda)$  est le courant en A mesurée par le détecteur calibré et  $R_{dc}(\lambda)$  est la réponse spectrale de ce détecteur donnée en (A/W), pour la diode PIN Silicium UDS100.  $V(\lambda)$  est la tension en V mesurée par le détecteur calibré et  $R_{dc}(\lambda)$  est la réponse spectrale de ce détecteur donnée en (V/W), pour le détecteur Silicium refroidie DSS.

Lancer le programme Synergie, sélectionner experiment setup. Choisir la configuration qui correspond à votre banc de mesure. Lancer une mesure en faisant varier la longueur d'onde de 400nm à 900 nm avec un pas de 10 nm. Observer les longueurs d'onde à l'intérieur de la sphère intégratrice.

Prises d'images : Placer le capteur d'image à la deuxième sortie de la sphère. Lancer le programme Pixel-cookpit : Sélection des paramètres, les paramètres image, les paramètres caméra. Visualisez l'histogramme de l'image.

Choix du temps d'exposition : avec synergie faites varier les longueurs d'ondes dans la gamme [400 nm - 700 nm] pour obtenir des images sans que la caméra ne sature sur la gamme de longueurs d'onde. Utiliser pour cela l'histogramme de l'image. Enregistrer les paramètres de la camera dans un fichier « .ini ». Effectuer le réglage pour un enregistrement automatique des images.

Mesures de la réponse spectrale :

- 1) Sélectionner une longueur d'onde et effectuer une mesure en temps continu "RTC". Enregistrez vos mesures obtenues avec le détecteur calibré placé à la sortie1 de la sphère intégratrice dans un fichier "X.dat" où X est la longueur d'onde (Voir le fichier "Courantdetecteur.txt").
- 2) Enregistrez une image à chaque longueur d'onde, pendant que le détecteur calibré effectue les mesures en temps réel.
- 3) Ecrire un programme qui
  - a. Effectue le calcul de la valeur moyenne des mesures du détecteur calibré à chaque longueur d'onde. Sauvegarder les résultats obtenus dans la gamme [400 nm - 700 nm] dans un fichier « .txt »
  - b. Effectue le calcul de la moyenne de l'image pour chaque longueur d'onde. Sauvegarder les résultats obtenus dans la gamme [400 nm - 700 nm] dans un fichier « .txt ».
- 4) A partir de la réponse spectrale du détecteur calibré, déterminer et tracer en fonction de la longueur d'onde la puissance lumineuse à la sortie de la sphère.
- 5) Déterminer et tracer la réponse spectrale de la caméra.

## **II. Etude du bruit temporel, du bruit spatial et de du courant d'obscurité d'un capteur d'image CCD et CMOS.**

La valeur d'un pixel dans l'image varie en fonction du temps. Cette variation peut être considérée comme bruit temporel. Ce type de bruit peut être réduit en prenant la moyenne des valeurs des pixels obtenues à des instants différents.

Effectuer le réglage des fentes d'entrée et de sortie du monochromateur afin d'avoir une valeur de l'image de l'ordre de 128 avec un temps de pose de quelques ms. Utiliser l'histogramme pour effectuer les réglages nécessaires. Enregistrer les paramètres de la caméra dans un nouveau fichier « .ini » et prendre une centaine d'images avec le programme « raw-image ».

- 1) Tracer la valeur d'un pixel en fonction du temps afin de visualiser le bruit temporel.
- 2) Calculer l'image moyenne des 100 images enregistrées et visualiser le bruit spatial fixe.

# Annexes

## Programme de commande du monochromateur.

Lancer le programme Synergie et choisir, selon le type de détecteur dans le banc de mesure, la configuration MHR-DSS ou UDS.

Ouvrir « expérimental setup » pour définir le type de mesure que vous voulez effectuer, le réseau utilisé, les paramètres du détecteur (temps d'intégration). Dans cette fenêtre vous pouvez définir l'intervalle de longueur d'onde, le pas, le réseau et les paramètres du détecteur. La commande ou l'onglet "RUN" permet d'effectuer la mesure en fonction de la longueur d'onde avec le pas et dans la gamme choisie.

La commande « RTC » vous permet d'effectuer une mesure en fonction du temps à longueur d'onde fixe.

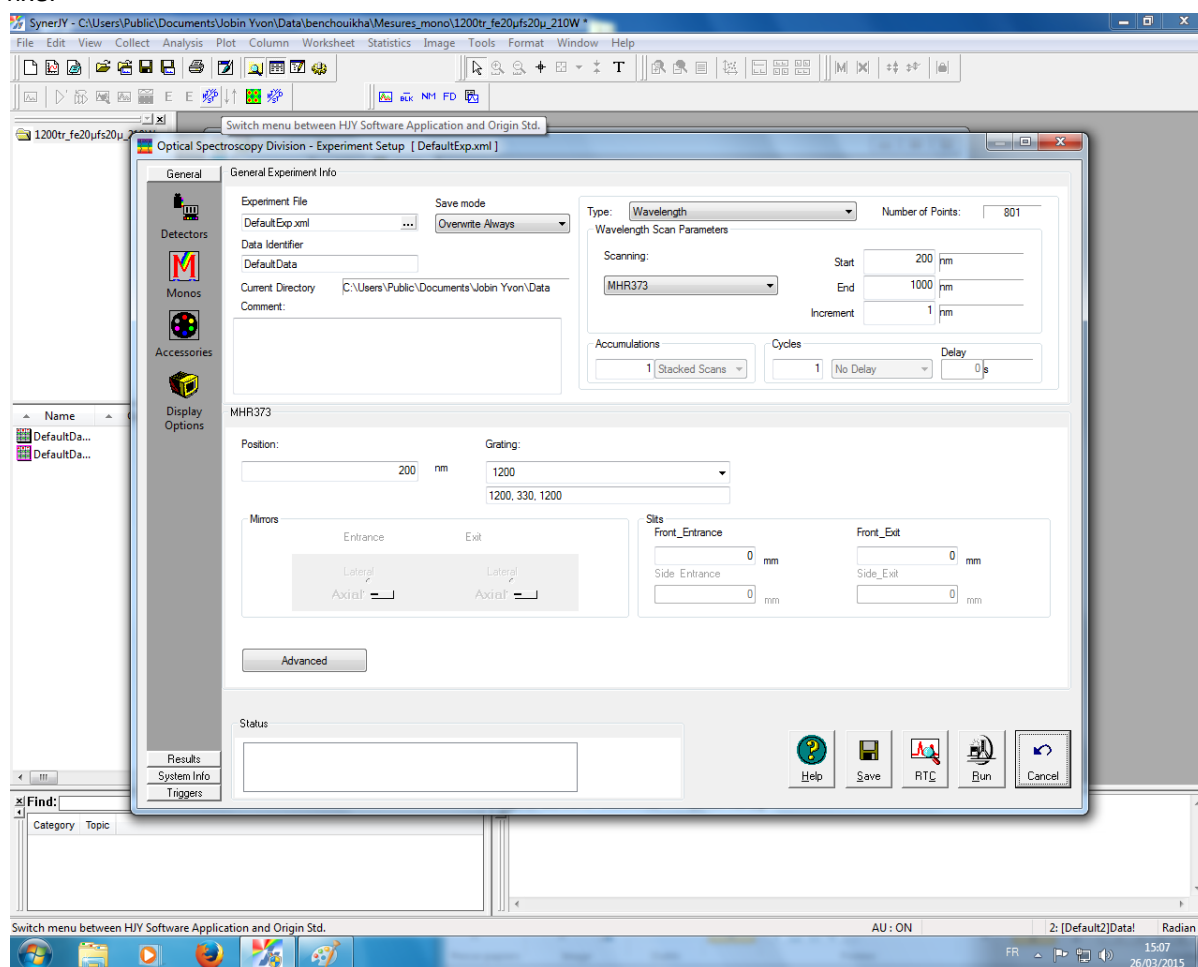


Figure 1. Fenêtre « Experiment setup » : choix du réseau, du pas et de la gamme de longueur d'onde.

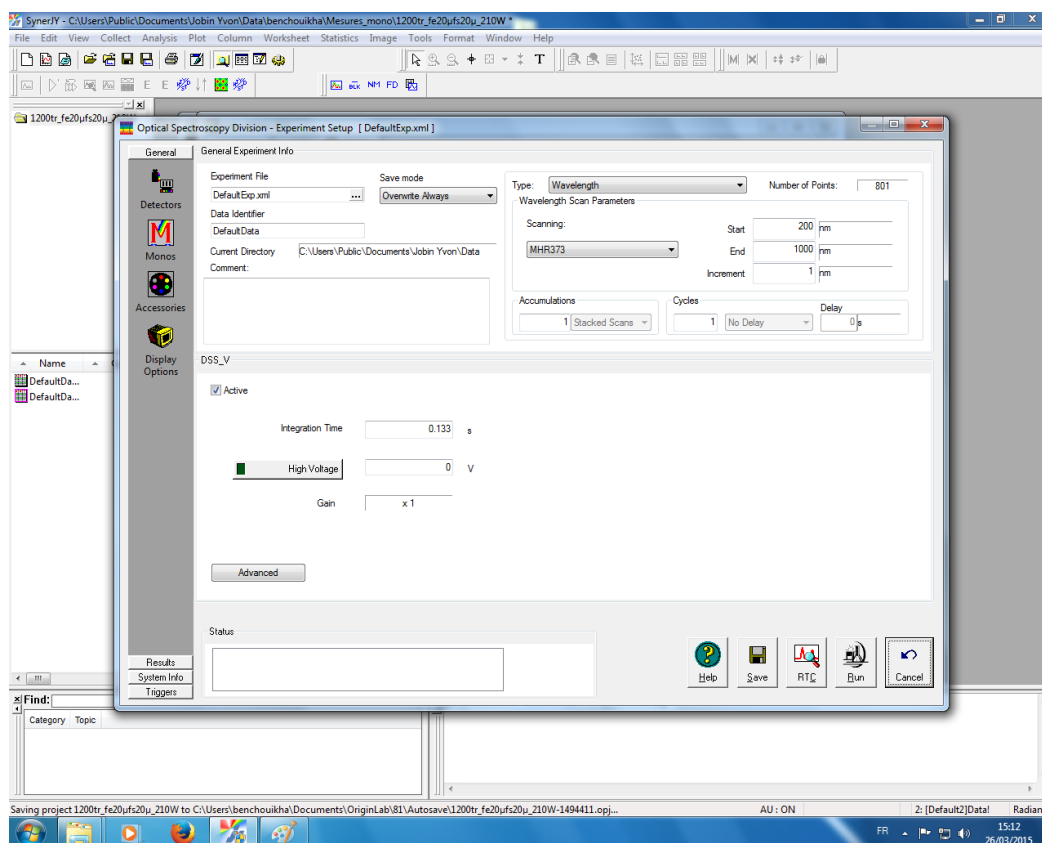


Figure 2. Fenêtre « Experiment setup » : choix du temps d'intégration du détecteur.

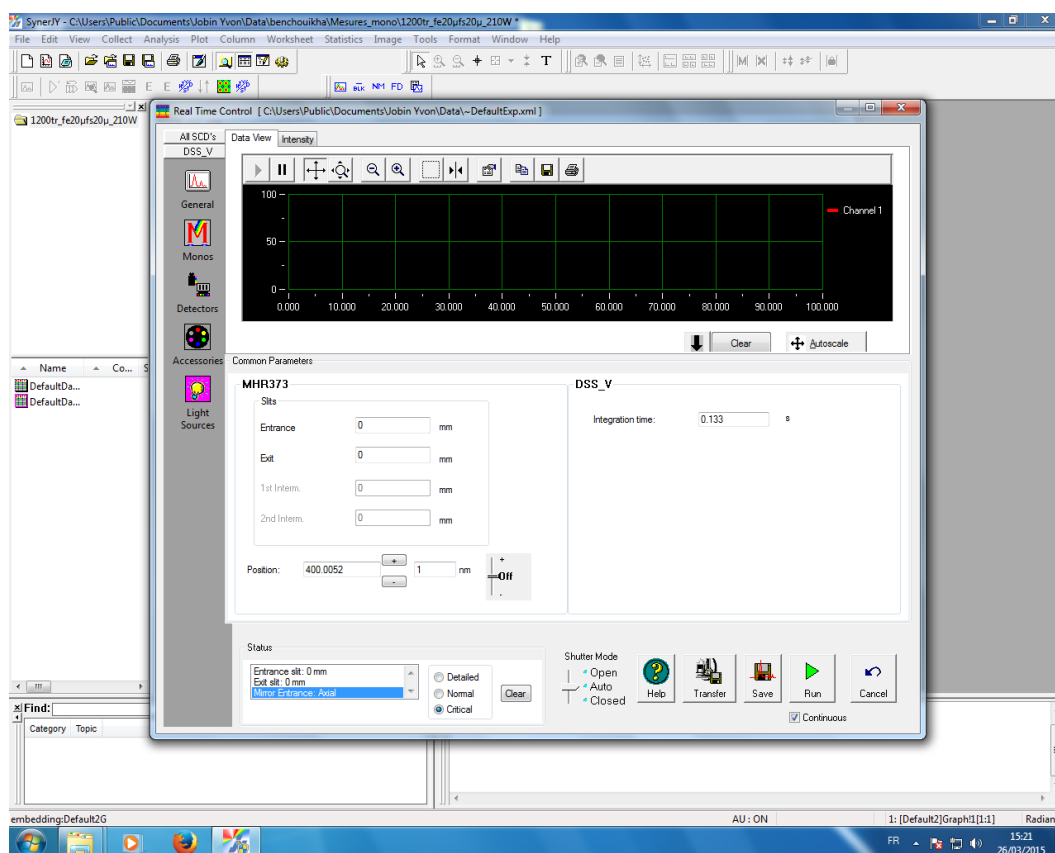


Figure 3. RTC " Real Time control " : mesures en fonction du temps à une longueur d'onde fixe.

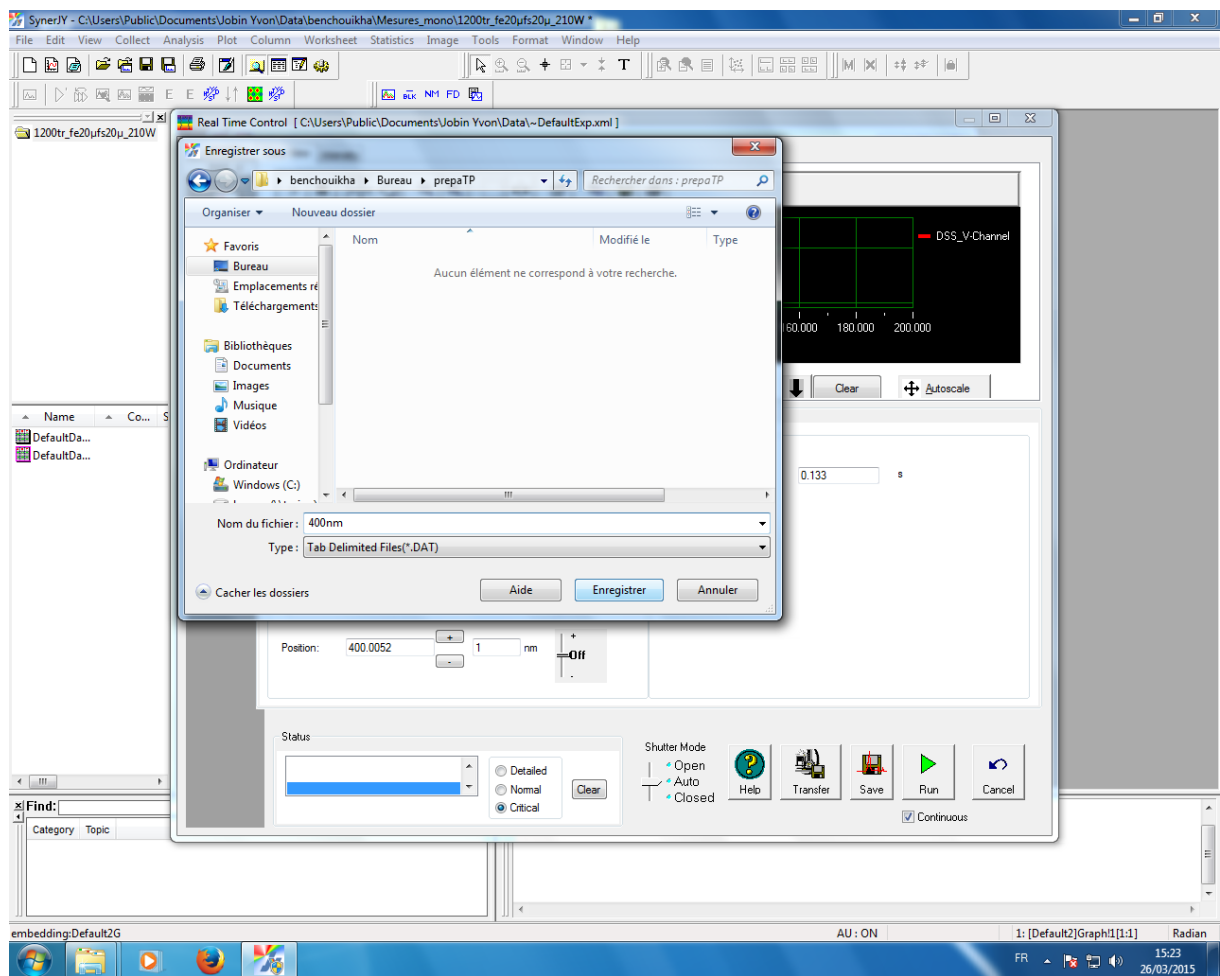


Figure 4. Sauvegarde des résultats en fichier « .dat ».