

Documentation Tomo rapide

Institut IRIMAS

Description succincte des réglages optiques et des logiciels utilisés.

1 Les programmes utiles

Le projet est placé par défaut dans le dossier `Projet_tomo`. Il contient les fichiers de configuration, la documentation, le code source des programmes (Fig.1). Les sources des programmes sont disponibles dans `Tomo_prog`, et les binaires ont été placés dans `/usr/bin/`.

L'ensemble des chemins utiles au fonctionnement des programmes est réglé dans : `$HOME/.config/gui_tomo.conf`

Ce fichier est donc le premier lu par chaque programme pour trouver les fichiers de paramètres de reconstruction/manip, le dossier de résultats, etc.

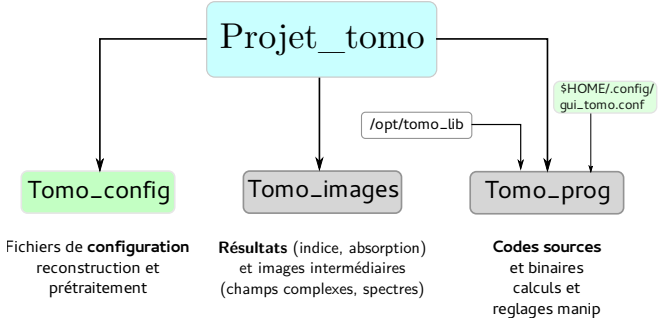


Figure 1 – Structure du projet tomo

Les programmes sont accessibles en console en tapant `tomo_` et en utilisant la complétion grâce à la touche TAB (ils ont tous un préfixe "tomo_").

Table 1 – Mot-clés contrôlant la reconstruction

Tomo_config/recon.txt	
Mot-clé	Fonction
BORN	Approx. utilisée (0=RYTOV)
C_ABBER	1=Corriger les aberrations
DEROUL	1=Dérouler la phase
VOLKOV	1=Volkov, 0=Herraez
FINAL_ANGLE	Nbre d'hologrammes à traiter

Acquisition

Elle est réalisée avec `tomo_manip`. Il n'y a aucun paramètre à indiquer, car ils sont lus dans `config_manip.txt`.

Prétraitement et Reconstruction

La reconstruction est lancée avec `tomo_reconstruction`, elle permet d'obtenir les images 3D à partir des champs complexes diffractés, eux-même obtenues avec `tomo_pretraitement`.

Le prétraitement et la reconstruction sont contrôlés par deux fichiers situés dans le répertoire `Tomo_config` : `config_manip.txt` et `recon.txt`. Le fichier de configuration de la manip est a priori invariant une fois la manip fixée (longueur d'onde, grandissement total etc.). Le fichier `recon.txt` permet de contrôler le prétraitement et la reconstruction (cf TAB. 1).

Pour faire une acquisition+reconstruction, il faut donc lancer successivement :

1. `tomo_manip`
2. `tomo_pretraitement`
3. `tomo_reconstruction`

Mots-clés L'approximation de Rytov est meilleure pour les objets épais ($> 5\mu\text{m}$), mais nécessite un déroulement de phase.

Enfin, le déroulement de phase peut être réalisé par la méthode Volkov (méthode globale, utilisant l'espace de Fourier) ou Herraiez (méthode dans l'espace direct, utilisant le chemin de "meilleure confiance").

Réglages expérimentaux

Trois programmes servent aux réglages :

- `tomo_show_fourier` pour visualiser les hologrammes et leurs spectres.
- `tomo_show_holo` pour visualiser les hologrammes démodulés.
- `tomo_set_Flower Vx Vy` avec Vx et Vy les tensions en volt, comprises dans l'intervalle [-10, +10], permet d'incliner le miroir de balayage.

Réglages des paramètres et chemins

Les paramètres étant communs à tous les programmes (`tomo_manip`, `tomo_pretraitement`, `tomo_reconstruction`, `tomo_show_fourier` et interface graphique `gui_tomo`), ils ont été placés dans deux fichiers de configuration : `recon.txt` et `config_manip.txt`, par défaut situés dans `Tomo_config` (Fig. 1).

Les bibliothèques

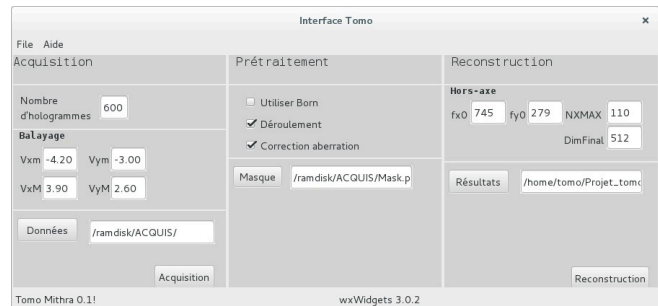
Les bibliothèques (hors Linux : `genicam/pleora` pour la caméra, `labjack`) utiles aux programmes ont été placées dans `/opt/tomo_lib/` et la variable d'environnement `$LD_LIBRARY_PATH` réglée en conséquence (`/etc/ld.conf`, `.bashrc`).

Les programmes ont également besoin des bibliothèques suivantes (chemin standard Linux) : `opencv`, `libtiff`, `fftw3`. Ils sont installables sur Debian et dérivées par :

```
# apt install fftw3 libmagick++-dev
libopencv-dev libtiff5-dev.
```

Interface graphique

Elle peut être lancée avec `tomo_gui`, ou en cliquant sur l'icône. Elle lit les fichiers de configurations, permet de modifier les paramètres et lancer les programmes `/usr/bin/tomo_manip`, `tomo_pretraitement` et `tomo_reconstruction`.



2 Correction des aberrations

Lors du prétraitement, les aberrations résiduelles sur l'illumination peuvent être corrigées (`C.ABER=1` dans `recon.txt`) en analysant le fond des acquisitions, dont la phase est supposée plane. L'écart à la planéité fournit le polynôme de correction des aberrations.

Pour fonctionner de façon optimale, la correction d'aberration nécessite un masque 8 bits (fig. 2) séparant l'objet (valeur=0) du fond (valeur=255), fourni par l'utilisateur. Il doit être placé dans le dossier d'acquisition (par défaut `/ramdisk/ACQUIS`) et appelé `Image_mask.pgm`.

En l'absence de masque fourni par utilisateur, un masque unité est généré : il inclut l'objet, la correction n'est donc pas optimale. Le masque peut-être créé sous `imagej` grâce aux champs complexes fournis par `tomo_pretraitement`.

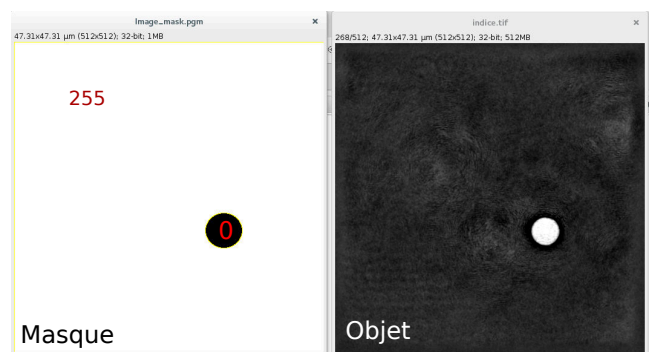


Figure 2 – Masquage de l'objet afin d'optimiser la correction d'aberration sur le fond. Exemple sur une bille de polystyrène de $5\mu\text{m}$.

3 Réglages de la manip

Une fois la manip réglée, il n'est à priori pas utile de régler la manip.

Le réglage optique du tomo demande d'effectuer différentes étapes :

1. Planéité de l'onde d'illumination sur l'objet

2. Accord de phase entre référence et illumination sur la caméra
3. Conjugaison des diaphragmes de champ avec l'objet et la caméra
4. Réglage du hors-axe
5. Réglage du balayage

Show_fourier : réglages du hors-axe et balayage angulaire

Les deux dernières étapes sont faites avec le programme **showfourier**, qui affiche la TF de l'objet en indiquant à quel endroit doit se situer le spectre objet cohérent (ordre +1). Par exemple, pour une fréquence maximum au pixel 110 (correspondant à $NA=1,4$), on a $f_x = 745$, $f_y = 279$. On peut également régler l'ouverture numérique de balayage, en trouvant les tensions (programme **set_Flower**) donnant les positions maximum des spéculaires ($NA=1,4$).

eBusPlayer : utilisation et réglages caméra

La caméra est sur la carte ethernet 2 (eth2), le réseau sur la carte eth1.

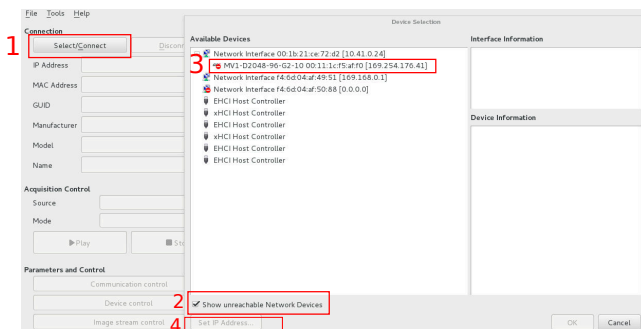


Figure 3 – eBusPlayer : connection caméra.

Au premier lancement, il faut fixer l'adresse IP en (Fig. 3) :

1. Cliquer sur eBUSPlayer puis select/connect
2. Show unreachable Network
3. Sélectionner la caméra MV1-D2048-96-G2
4. Entrez une adresse IP sur le sous réseau défini par eth2 (ex : 196.168.0.5)

Les fenêtres sont fermables par ALT+F4.

Remarque : l'option **Voltages_BlackLevelOffset** (eBusPlayer 4.1.5) avec valeur à 101 permet d'avoir à la fois un zéro (capteur couvert) et une saturation. Ce paramètre disparaît avec la nouvelle caméra (MV1-D2048-96-G2-10, pixel de $5,5 \mu m$).

→ **Problème au niveau de l'histogramme (dynamique diminuée).**

Réglages réseaux

La caméra est sur la 3è carte ethernet (pci) déclarée en **eth2**. Les jumbo frames (trames géantes) doivent être activées avec l'option **MTU=9000**, sinon la caméra plafonne à 80 IPS au lieu de 90. La carte ethernet prends une adresse locale de type 169.168.0.2. Il faut enfin fixer une adresse IP pour la caméra.

La config a été placée dans **/etc/network/interfaces** et l'interface graphique du menu réseau (Gnome) n'est plus utilisable.

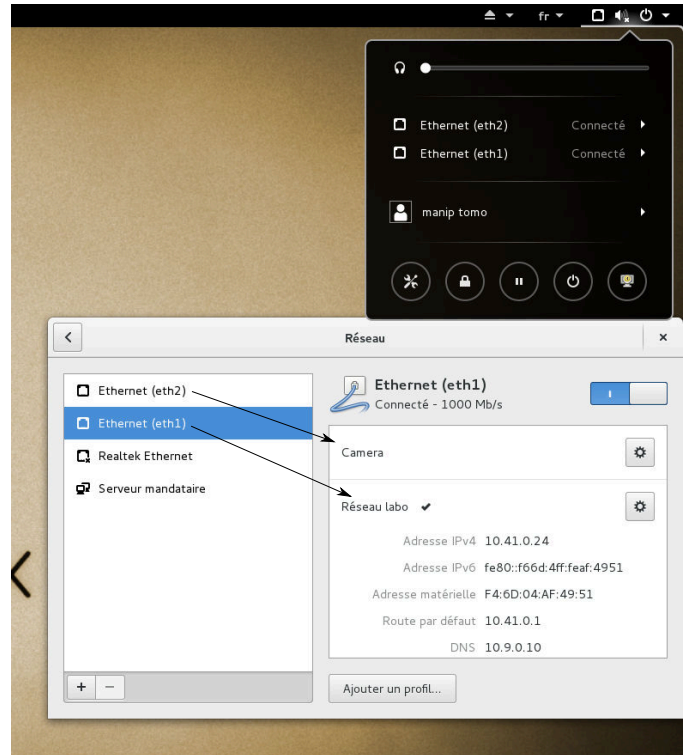


Figure 4 – Profils pour le réseau et la caméra (obsolète).

Important : illumination de Köhler, mise au point

L'illumination de type Köhler doit être réglée : le diaphragme proche du miroir doit être conjugué au plan du spécimen et à celui de la caméra. Il faut ajuster l'un des deux objectifs. On la réalise avec l'objectif collecteur (celui du haut) : plus facile car il possède une bague de réglages en z et il ne faut pas dérégler la planéité de l'illumination avec l'objectif condenseur.

Une fois cette illumination réglée, la mise au point se fait par déplacement de l'échantillon selon l'axe z.

Le protocole de réglage de l'illumination de Kohler dérégulée est donc (Fig. 5) :

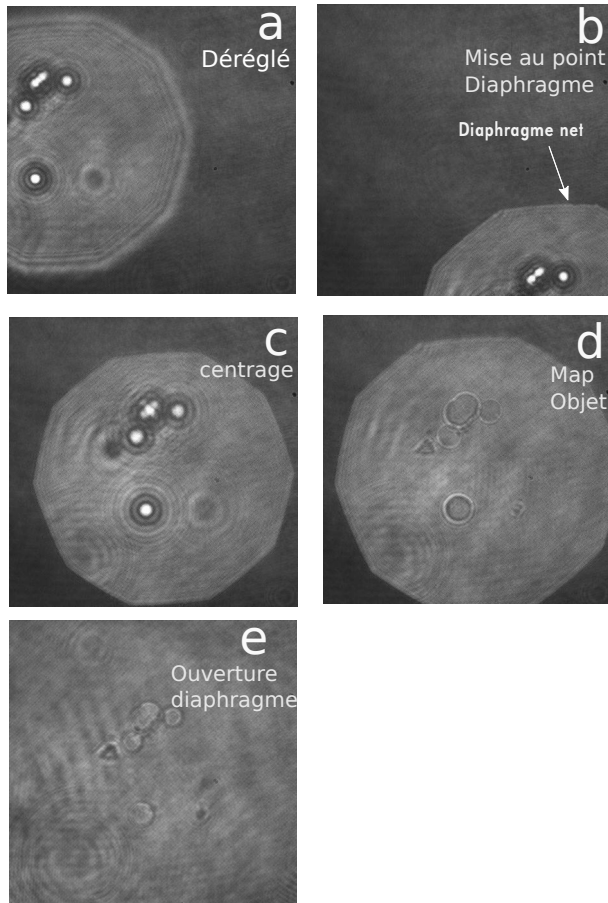


Figure 5 – Réglages de l'illumination de Köhler.

1. Mise au point du diaphragme d'abord grossière en desserrant puis en déplaçant l'objectif à la main. LE réglage fin se fait jouant sur la molette en z de l'objectif collecteur (Fig. 6 (a), flèche verte)
2. Centrage du champ de vision à l'aide des réglages de l'objectif collecteur (Fig. 6 (a,b), flèches rouges)
3. Mise au point de l'objet à l'aide du réglage z de la platine (Fig. 6 (a), flèche bleue)
4. Ouverture du diaphragme de champ près du miroir de balayage.

Le filtrage spatial peut parfois se dérégler en cas de changement de température, il peut être réglé à l'aide des molettes indiquées en rouge sur la Fig. 6 (d). L'intensité d'illumination et le contraste des franges d'interférence peuvent être réglés à l'aide des polariseurs et des lames $\lambda/2$ indiquées sur la figure 6 (c).

3.0.1 Déplacement de l'objectif collecteur

En l'absence de crémaillère, le déplacement de l'objectif du haut est délicat. Il faut dévisser les 4

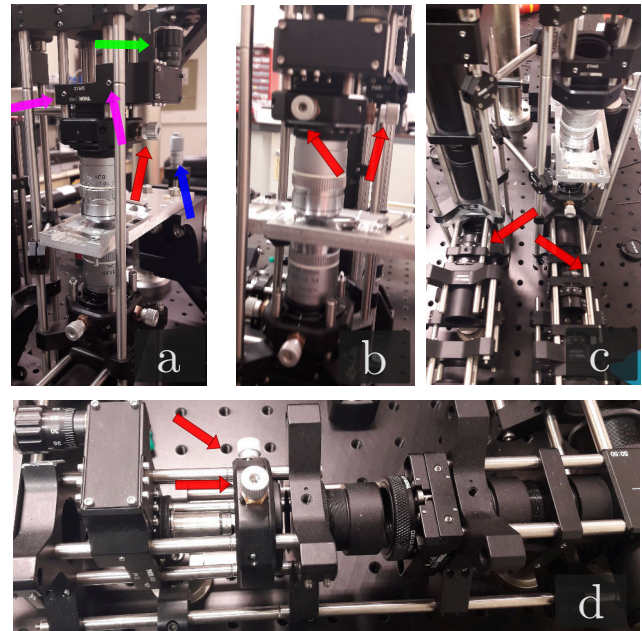


Figure 6 – Réglages Manip : a) et b) Objectif collecteur et platine. C) Illumination : polariseur, $\lambda/2$. c) Illumination : filtrage spatial

sur le haut du support (Fig 6.a, flèches magentas) et faire le réglage à la main, ce qui n'est pas évident vu les grossissements utilisés. Remarque : les 4 vis du bas ne doivent jamais être serrées !