

# Tutoriel échographie 3D avec Slicer 3D et PlusServer

Tutoriel rédigé par Aurélie SARCHER, IGR

[Aurelie.sarcher@univ-nantes.fr](mailto:Aurelie.sarcher@univ-nantes.fr)

Laboratoire Motricité, Interactions, Performance UR4334, Nantes Université



Laboratoire  
Motricité - Interactions - Performance  
UR 4334 Nantes - Le Mans

Version du 20/12/2023



Merci à Antoine Frouin et Hugo Guenanten pour l'aide  
apportée à la création de ce tutoriel

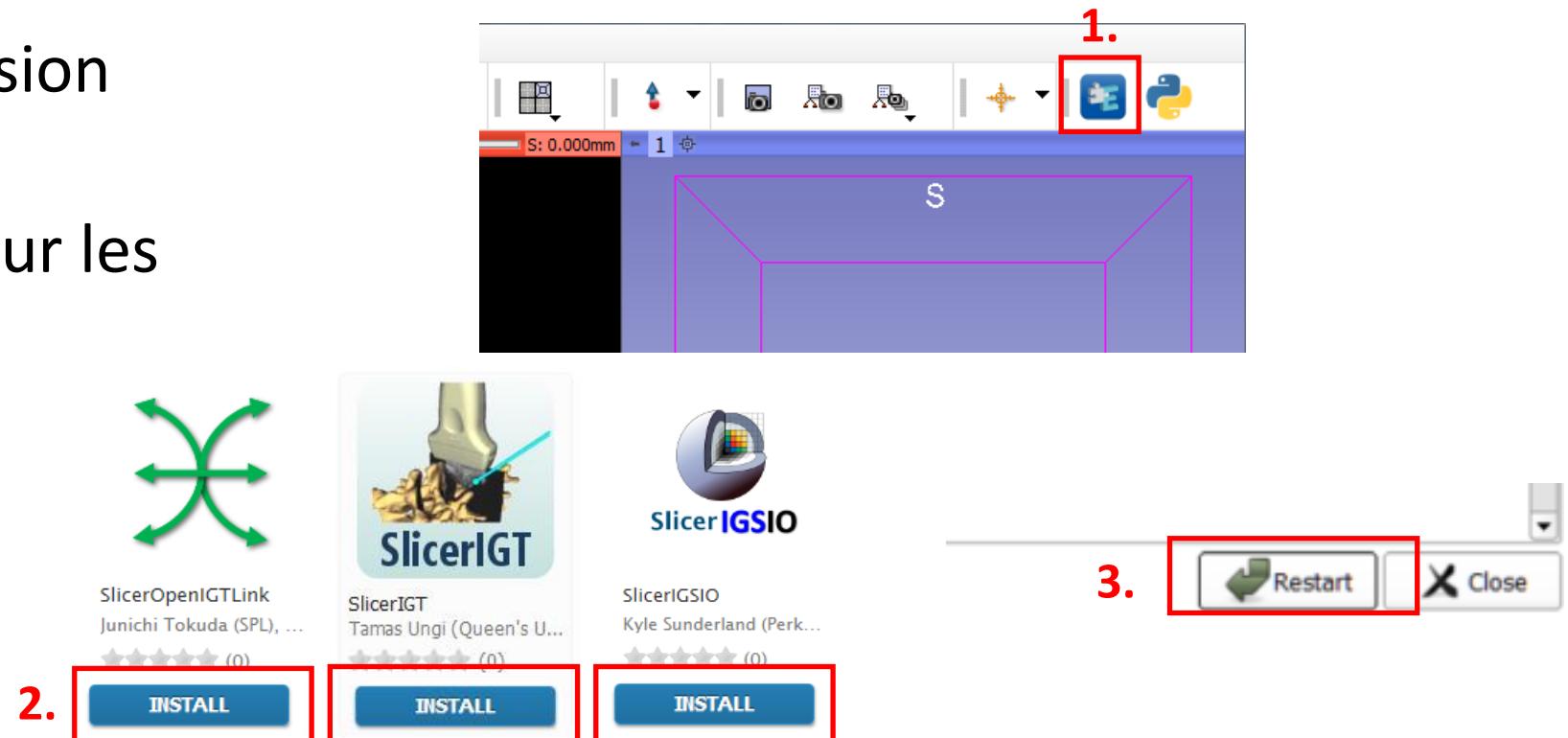
# O INSTALLATION

# Installation de Slicer

Installer Slicer 3d (tutorial testé avec la **version 4.11.0 du 24/08/2020**)

## Installation des extensions de Slicer

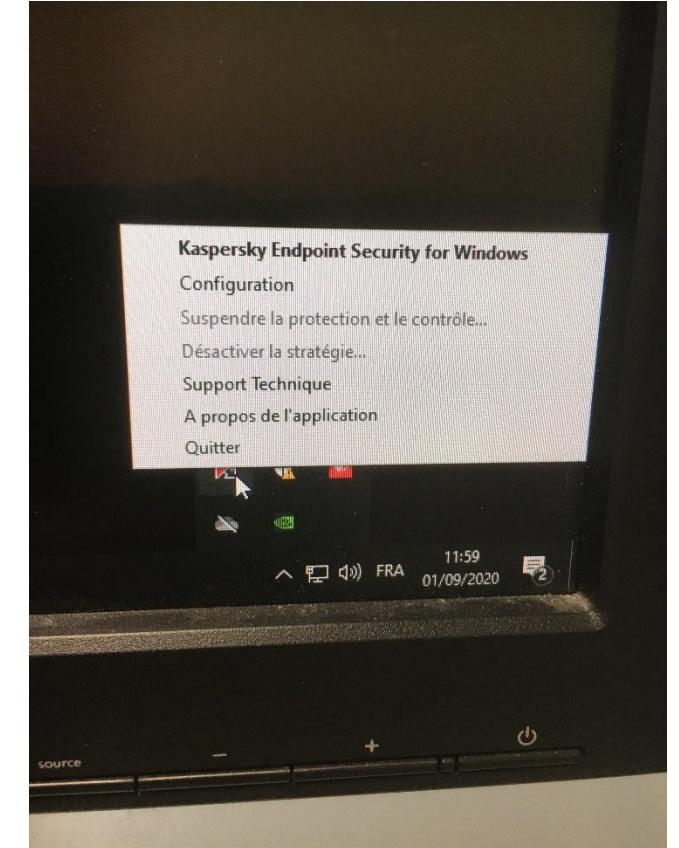
1. Ouvrir le ‘Slicer Extension Manager’
2. Cliquer sur ‘Install’ pour les extensions suivantes :
  - SlicerOpenIGTLink
  - SlicerIGT
  - SlicerIGSIO
3. Redémarrer Slicer



# **1.1 ATTENTION !**

# Avant toute chose

- Quitter Kaspersky, qui bloque le stream du flux vidéo de l'échographe
- Brancher le frame grabber CAM LINK 4K et les caméras Optitrack sur des prises USB 3.0 (prises bleues)
- Bug possible lié au câble RCA de synchronisation des Optihub: seulement la moitié des caméras sont reconnues OU au lieu d'être numérotées de 1 à 11, les caméras sont numérotées de 1 à 6 avec des doublons. Si c'est le cas essayer d'ajuster le câble RCA.



# **1.2 CALIBRATION DE L'OPTITRACK**

# Quand la faire ?

- Si les caméras ont été déplacées ...
- Conseil : le faire à chaque fois

# J'ai déjà calibré le système Optitrack ?

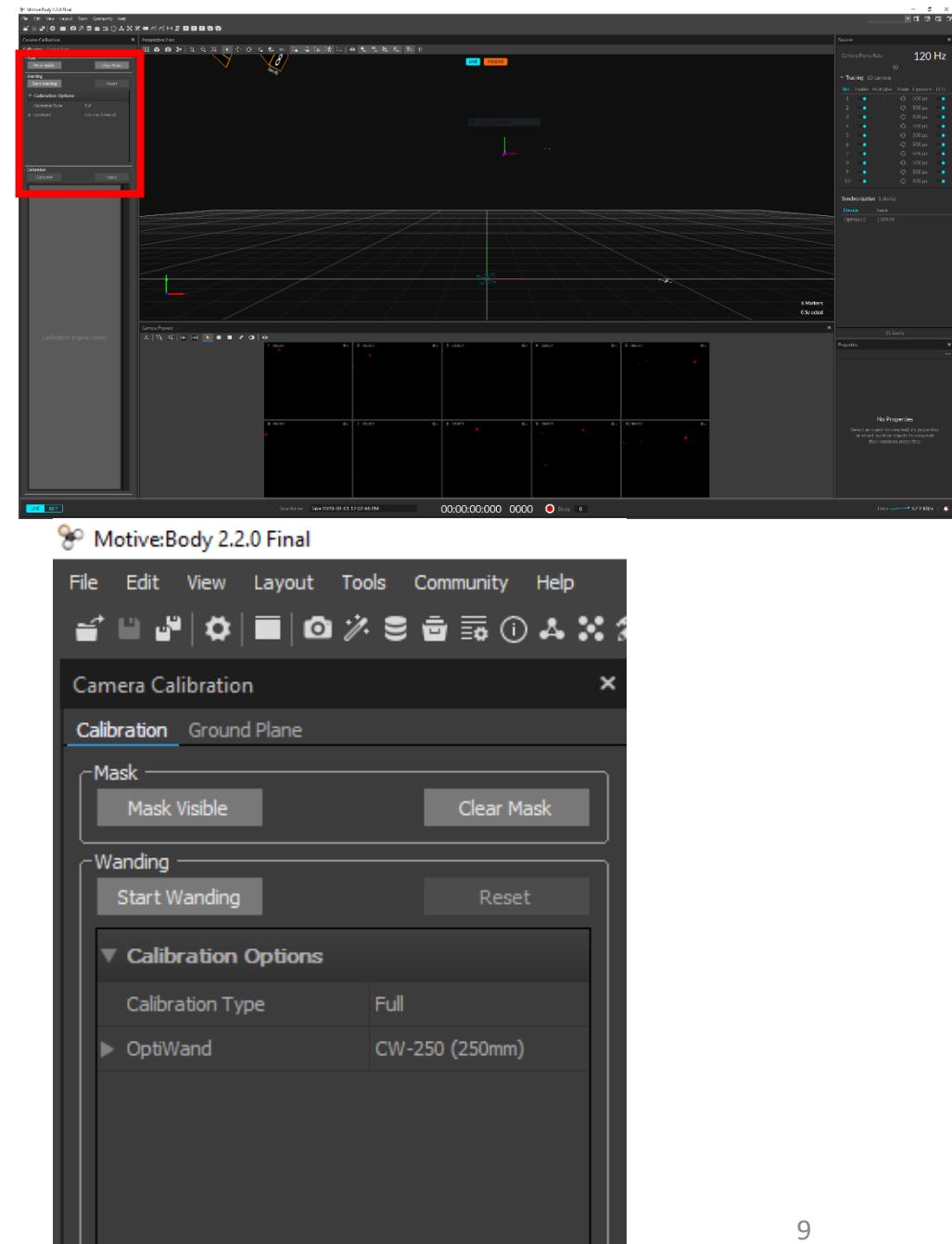
- Charger la calibration effectuée dans Motive et
- **RDV Slide 11**

# OPTITRACK – LOGICIEL MOTIVE

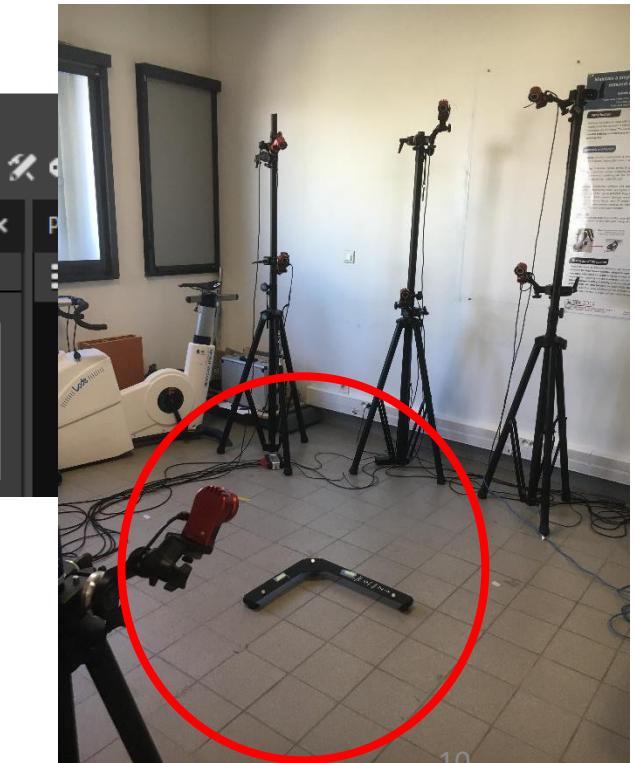
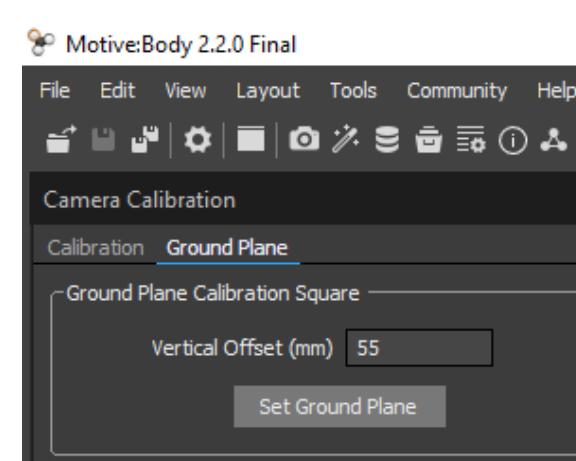
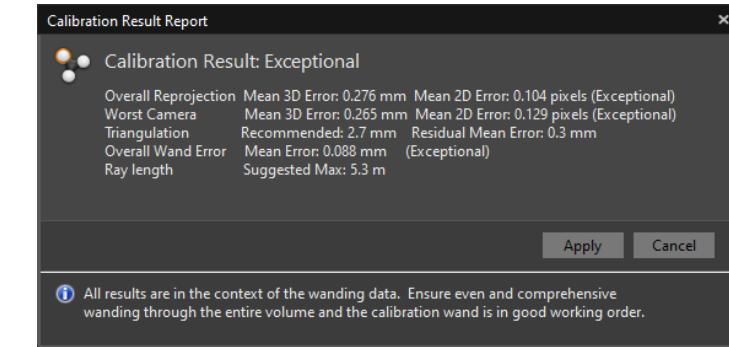
- Préparer les caméras et le volume de capture
- Lancer le logiciel Motive avec la clé USB ‘ACQ’



- Choisir ‘Perform camera calibration’
- Régler les paramètres des caméras :
  - Exposure : 200 microseconds
  - Threshold : 250
- Ajouter un dossier ‘File’ → ‘add session folder’ et créer un nouveau dossier de session.
- (Vérifier qu’aucun asset n’est présent dans l’onglet ‘Layout’ → ‘Capture’. Si des assets sont présents en haut à gauche, les supprimer.)
- Dans l’onglet ‘layout’ → ‘calibration’
- Vérifier que l’optiwand soit sur CW-250 (250mm)
- Vérifier que le volume de capture soit vide de tous marqueurs cinématiques.
- Cliquer sur ‘clear mask’ pour retirer le masque existant
- Cliquer sur ‘mask visible’ pour créer un masque des caméras (suppression des pixels captés alors que le volume de capture est vide de tout marqueur).



- Cliquer sur ‘start wanding’ pour effectuer la calibration dynamique des caméras. Une fois le nombre de points atteint, cliquer sur ‘calculate’, puis ‘apply’ si la calibration est suffisante. Enregistrer la calibration dans le dossier de session.
- L’onglet ‘ground plane’ s’ouvre automatiquement, cliquer sur ‘set ground plane’ après avoir positionné la baguette de référence au sol (pas la baguette de calibration).
- **Bien penser à choisir l’orientation de la baguette en fonction des scans à réaliser.**
- Ranger les 2 baguettes de calibration.

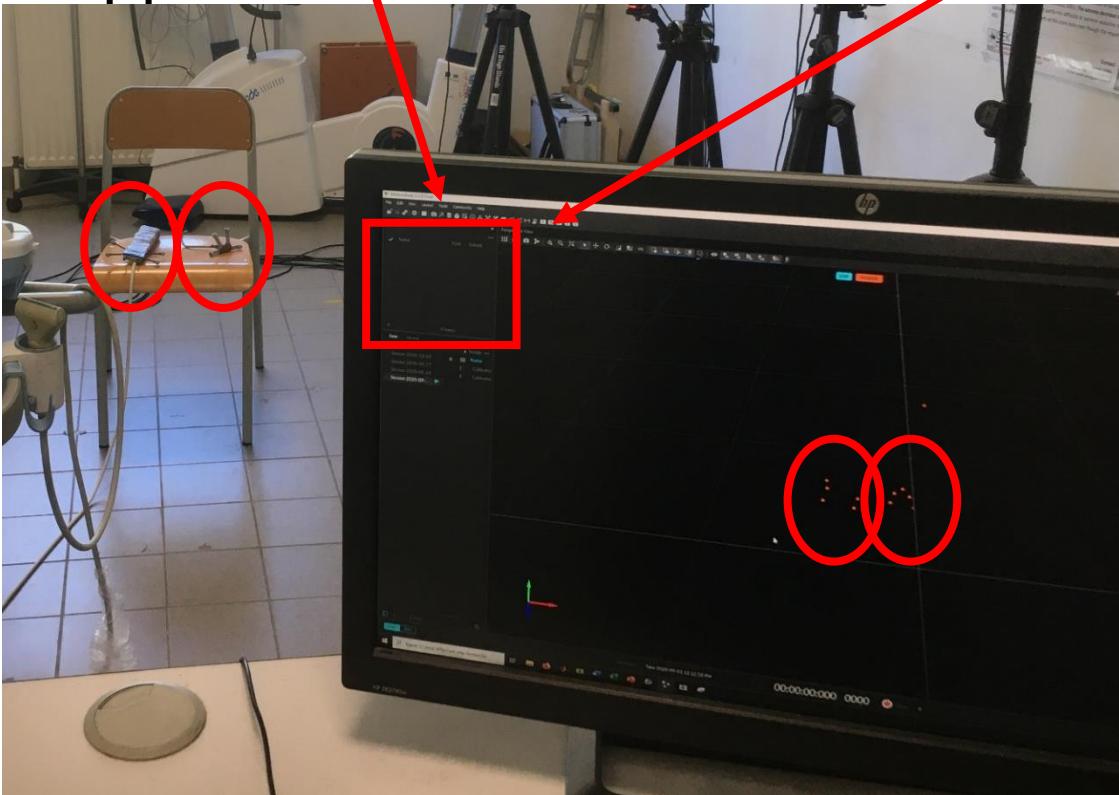


# CAS n°1 : CALIBRATION DU TRACKER DE LA SONDE ECHO

- Si le tracker de la sonde a été déplacé
- si les paramètres de profondeur de l'écho ont été modifiés

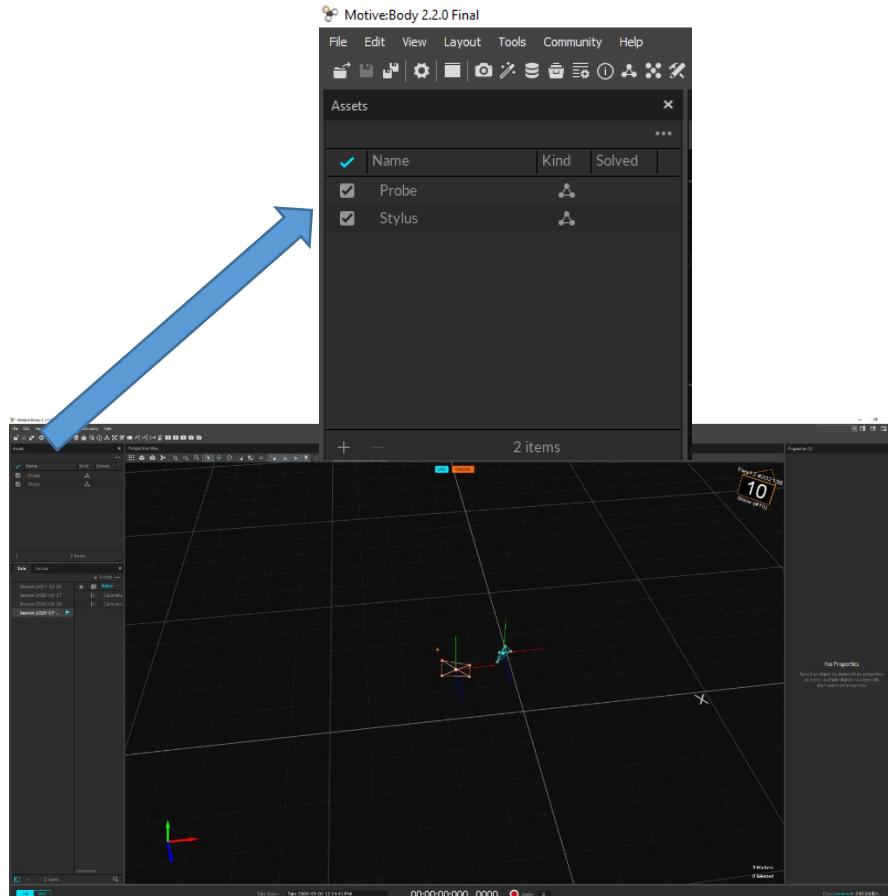
# CAS n°2 : ACQUISITION DIRECTE SANS RECALIBRATION DE LA SONDE

- Cliquer sur ‘layout’ → ‘capture’
- Positionner **la sonde et le stylus** au milieu du champ des caméras.
- Si un rigid body apparaît déjà dans ‘asset’ en haut à gauche, le supprimer.



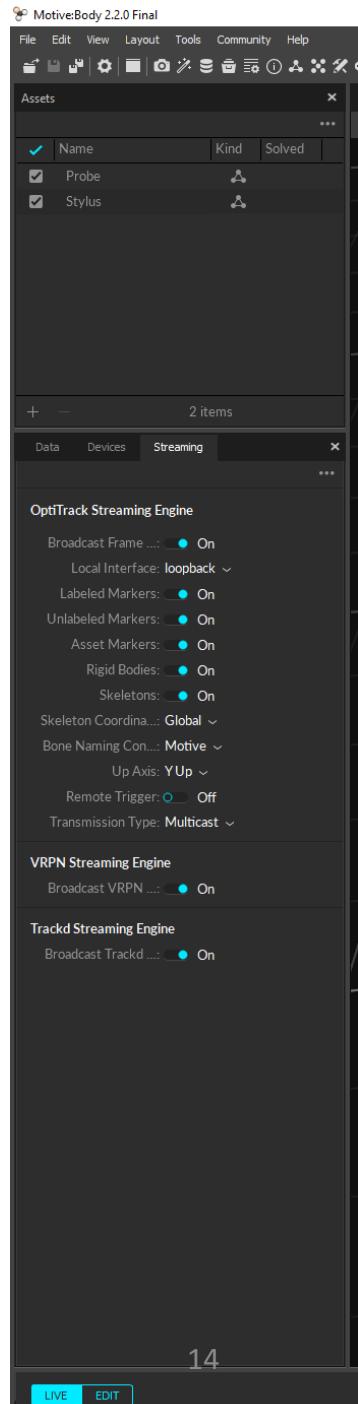
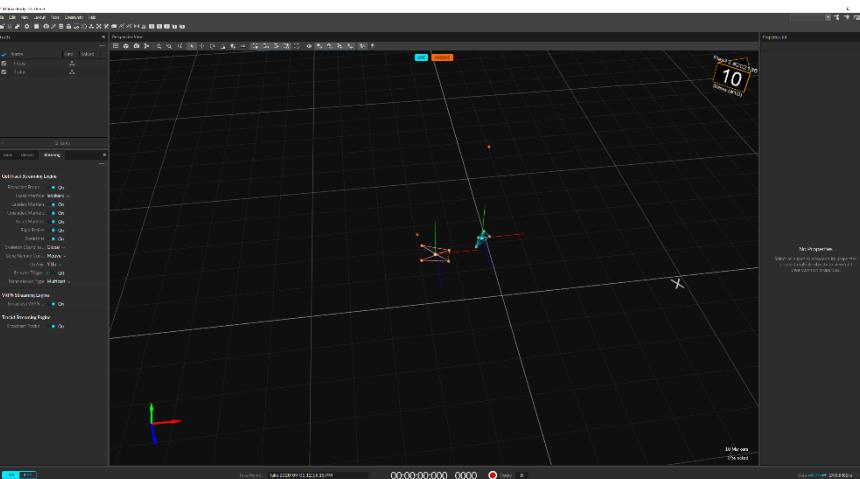
- Cliquer sur ‘layout’ → ‘capture’
- Positionner **la sonde** au milieu du champ des caméras.
- Si un rigid body apparaît déjà dans ‘asset’ en haut à gauche, le supprimer.

- Charger dans Motive les deux rigid body ‘Probe.motive’ et ‘Stylus.motive’ présents dans le dossier ‘C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config’ (les sélectionner dans l’Explorer et les déplacer dans la fenêtre ‘Assets’ ci-dessous).
- Normalement la sonde et le stylus sont automatiquement reconnus comme les rigidbody (bouger les éléments et visualiser la fenêtre 3D pour vérifier que c'est bien le cas).



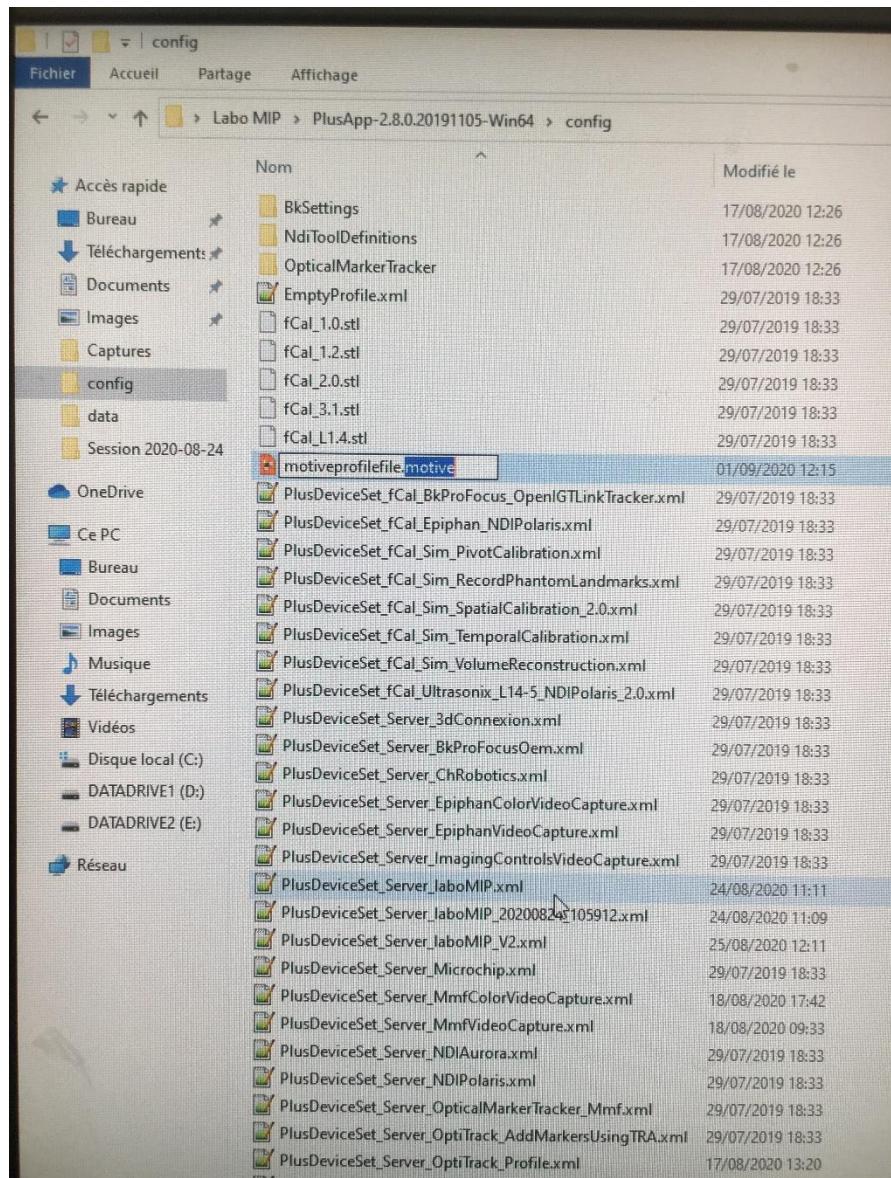
- Charger dans Motive le rigid body ‘Probe.motive’ présent dans le dossier ‘C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config’ (le sélectionner dans l’Explorer et le déplacer dans la fenêtre ‘Assets’ ci-dessous).
- Normalement la sonde est automatiquement reconnue comme le rigidbody (la bouger et visualiser la fenêtre 3D pour vérifier que c'est bien le cas).

- Cliquer sur ‘file’ → ‘export profile file as’ et enregistrer le fichier dans ‘C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config’ en le renommant ‘motiveprofilefile’.
- Cliquer sur « View » → « Data Streaming Pane », puis verifier que « Broadcast Frame Data » soit sur ‘ON’.
- **NE PAS QUITTER MOTIVE.**



# Explorateur Windows

- Renommer le fichier nouvellement créé « `motiveprofilefile.motive` » en « `motiveprofilefile.xml` »



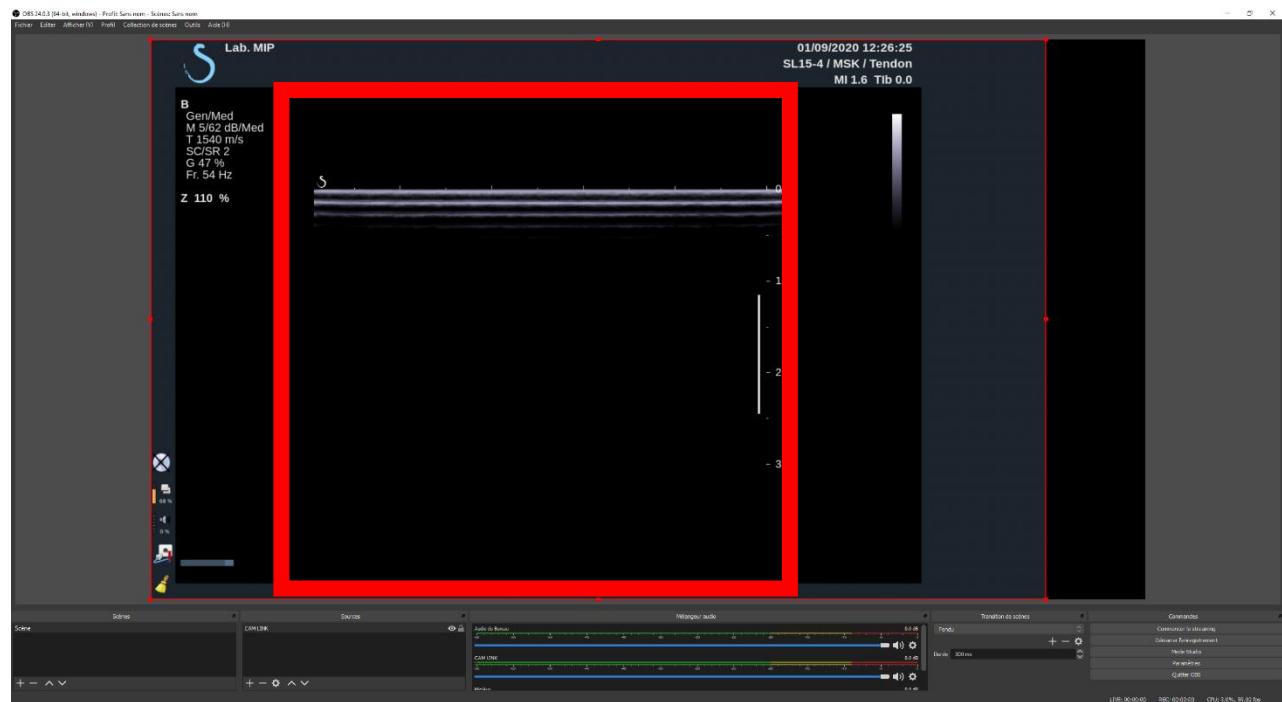
## **2. VIDEO ECHO**

# Echographe SSI

- Allumer l'écho
- Anciennes versions d'échographe SSI : Dans notre setup expérimental, nous utilisons un splitter vidéo de façon à recevoir le signal vidéo sur l'ordinateur (à travers le boitier d'acquisition vidéo HDMI → USB), et sur l'écran de l'échographe.
- Pour l'échographe SSI MACH30, il suffit de brancher leur adaptateur DisplayPort - HDMI sur la sortie vidéo secondaire à l'arrière du MACH30.

# Logiciel OBS

- Lancer OBS
- Vérifier que signal vidéo de l'écho est OK (tout est déjà paramétré normalement)
- Régler les paramètres de l'écho et de la sonde en faisant attention à ce que l'image écho soit bien incluse dans les limites suivantes (pour ne pas intégrer de texte de l'écran de l'écho).
- **QUITTER OBS**



# **3. CALIBRATION TEMPORELLE**

# A quoi sert-elle ?

- À calculer le décalage temporel entre le tracking du système de motion capture et la captation vidéo de l'échographe.

# Quand la faire ?

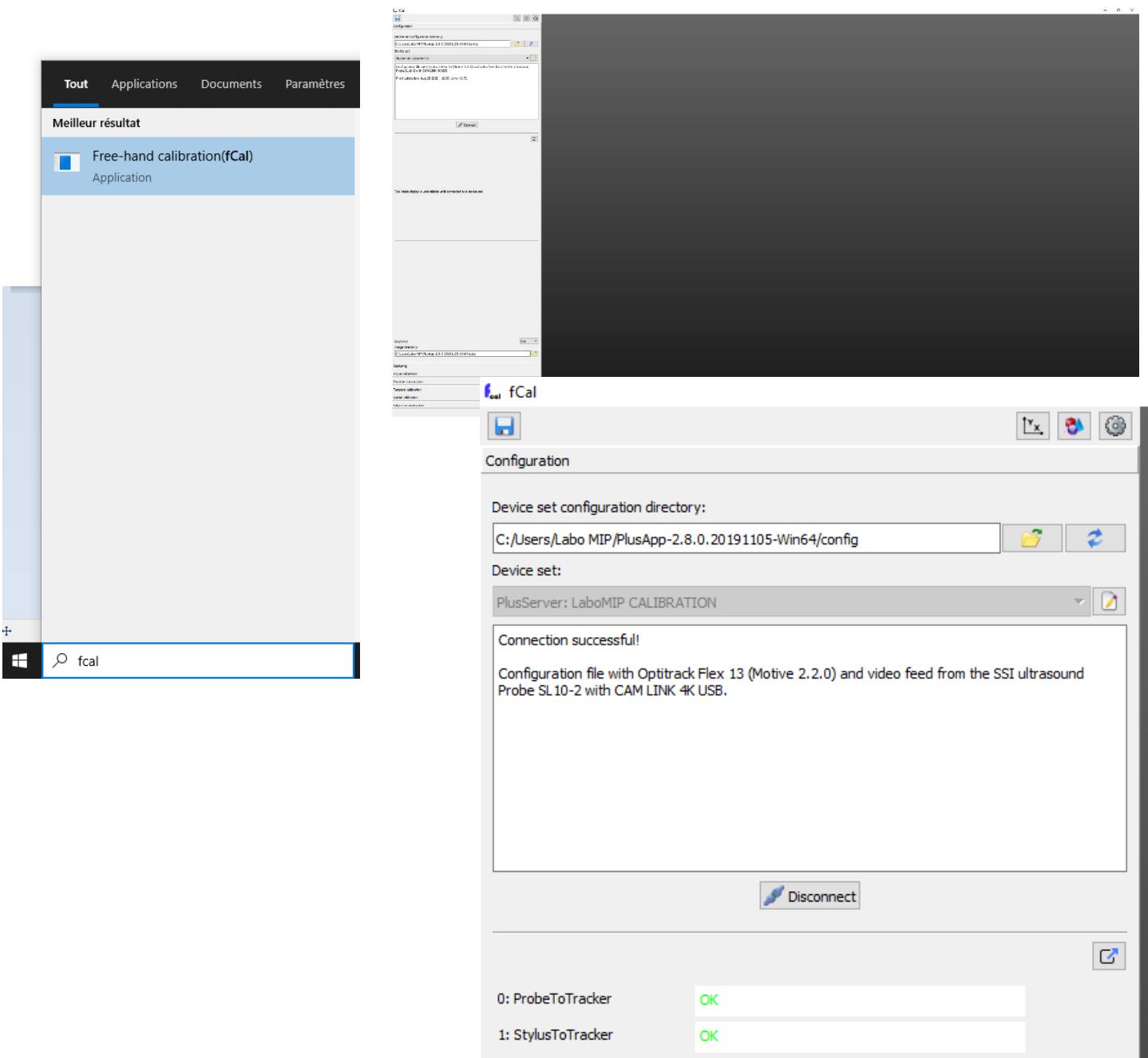
- Si système de motion capture différent
- Si système de captation vidéo différent
- Si échographe différent

# Je n'ai pas besoin de faire la calibration temporelle ?

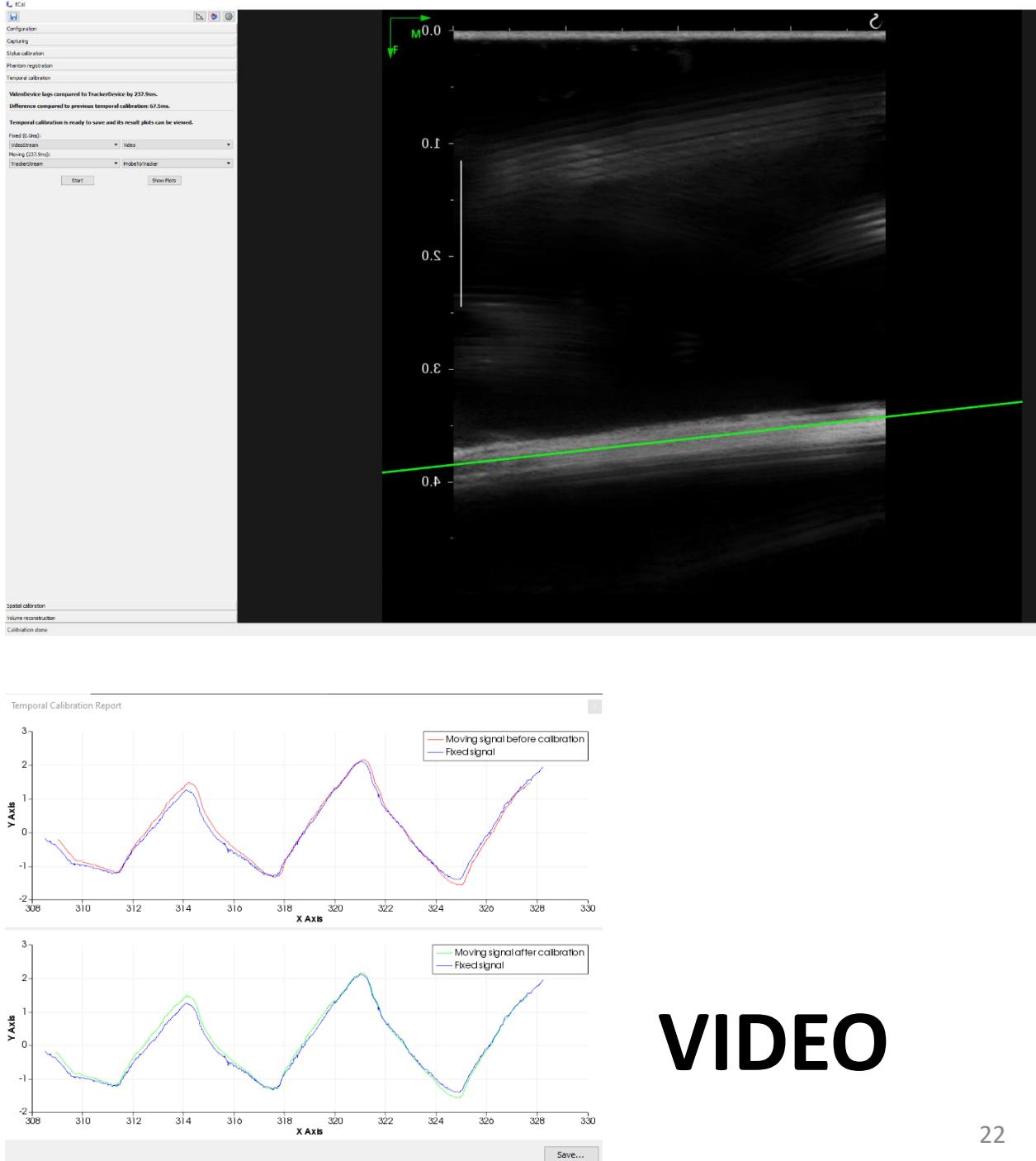
- RDV Slide 24

# Logiciel FCAL

- Lancer FCAL
- Sélectionner le fichier de configuration ‘PlusServer : LaboMIP **CALIBRATION**’.
- Cliquer sur ‘connect’
- Normalement les deux signaux sont ‘OK’ : ProbeToTracker, StylusToTracker.

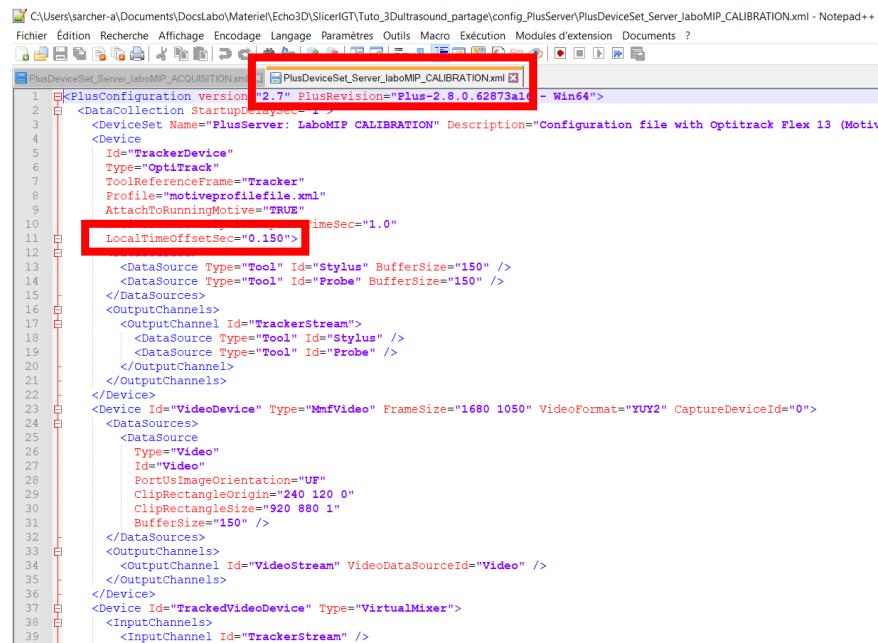


- Aller dans l'onglet ‘temporal calibration’
- Amener le bac d'eau au centre du volume de calibration. Attendre que l'eau se stabilise dans le bac.
- Cliquer sur ‘start’.
- Rapidement et avant que la calibration ne commence, effectuer un mouvement périodique de haut en bas de la sonde échographique dans l'eau. Garder la sonde bien verticale.
- Cliquer sur ‘show plots’ pour vérifier la qualité de la calibration : les signaux initialement décalés doivent être recalés.



# VIDEO

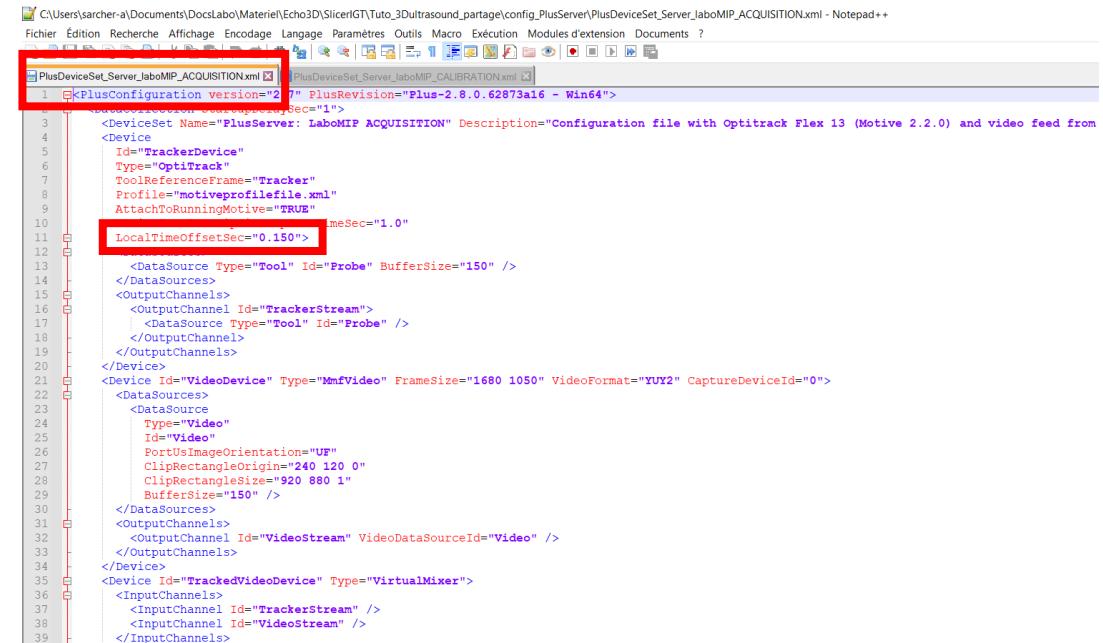
- Noter la valeur obtenue à la suite de la calibration temporelle, par exemple : ‘150ms’
- Dans l’explorateur windows, ouvrir les fichiers ‘PlusDeviceSet\_Server\_labоМIP\_ACQUISITION’ et ‘PlusDeviceSet\_Server\_labоМIP\_CALIBRATION’ avec Notepad++ .



```

C:\Users\sarcher-a\Documents\DocsLabo\Materiel\Echo3D\SlicerGT\Tuto_3Dultrasound_partage\config_PlusServer\PlusDeviceSet_Server_labоМIP_CALIBRATION.xml - Notepad++
Fichier Édition Recherche Affichage Encodage Langage Paramètres Outils Macro Exécution Modules d'extension Documents ?
Ficher Configuration Version "2.7" PlusRevision="Plus-2.8.0.62873a16 - Win64"
<DeviceSet Name="PlusServer: LabоМIP CALIBRATION" Description="Configuration file with Optitrack Flex 13 (Motive 2.0.0)">
<Device
  Id="TrackerDevice"
  Type="OptiTrack"
  ToolReferenceFrame="Tracker"
  Profile="motiveprofilefile.xml"
  AttachToRunningMotive="TRUE"
  LocalTimeOffsetSec="1.0"
</Device>
<DataSource Type="Tool" Id="Stylus" BufferSize="150" />
<DataSource Type="Tool" Id="Probe" BufferSize="150" />
</DataSources>
<OutputChannels>
  <OutputChannel Id="TrackerStream">
    <DataSource Type="Tool" Id="Stylus" />
    <DataSource Type="Tool" Id="Probe" />
  </OutputChannel>
</OutputChannels>
<Device Id="VideoDevice" Type="MmfVideo" FrameSize="1680 1050" VideoFormat="YUY2" CaptureDeviceId="0">
  <DataSources>
    <DataSource
      Type="Video"
      Id="Video"
      PortUsImageOrientation="UF"
      ClipRectangleOrigin="240 120 0"
      ClipRectangleSize="920 880 1"
      BufferSize="150" />
  </DataSources>
  <OutputChannels>
    <OutputChannel Id="VideoStream" VideoDataSourceId="Video" />
  </OutputChannels>
</Device>
<Device Id="TrackedVideoDevice" Type="VirtualMixer">
  <InputChannels>
    <InputChannel Id="TrackerStream" />
  </InputChannels>
</Device>

```



```

C:\Users\sarcher-a\Documents\DocsLabo\Materiel\Echo3D\SlicerGT\Tuto_3Dultrasound_partage\config_PlusServer\PlusDeviceSet_Server_labоМIP_ACQUISITION.xml - Notepad++
Fichier Édition Recherche Affichage Encodage Langage Paramètres Outils Macro Exécution Modules d'extension Documents ?
Ficher Configuration Version "2.7" PlusRevision="Plus-2.8.0.62873a16 - Win64"
<DeviceSet Name="PlusServer: LabоМIP ACQUISITION" Description="Configuration file with Optitrack Flex 13 (Motive 2.0.0) and video feed from camera">
<Device
  Id="TrackerDevice"
  Type="OptiTrack"
  ToolReferenceFrame="Tracker"
  Profile="motiveprofilefile.xml"
  AttachToRunningMotive="TRUE"
  LocalTimeOffsetSec="0.150"
</Device>
<DataSource Type="Tool" Id="Probe" BufferSize="150" />
</DataSources>
<OutputChannels>
  <OutputChannel Id="TrackerStream">
    <DataSource Type="Tool" Id="Probe" />
  </OutputChannel>
</OutputChannels>
<Device Id="VideoDevice" Type="MmfVideo" FrameSize="1680 1050" VideoFormat="YUY2" CaptureDeviceId="0">
  <DataSources>
    <DataSource
      Type="Video"
      Id="Video"
      PortUsImageOrientation="UF"
      ClipRectangleOrigin="240 120 0"
      ClipRectangleSize="920 880 1"
      BufferSize="150" />
  </DataSources>
  <OutputChannels>
    <OutputChannel Id="VideoStream" VideoDataSourceId="Video" />
  </OutputChannels>
</Device>
<Device Id="TrackedVideoDevice" Type="VirtualMixer">
  <InputChannels>
    <InputChannel Id="TrackerStream" />
    <InputChannel Id="VideoStream" />
  </InputChannels>
</Device>

```

- Recopier la valeur ‘0.150’ après ‘LocalTimeOffsetSec’
- Enregistrer les deux fichiers, et **QUITTER NOTEPAD**
- **QUITTER FCAL**

# **4. CALIBRATION SONDE ECHO**

# A quoi sert-elle ?

- A calculer la matrice de translation/rotation entre le référentiel de la sonde (les marqueurs) et l'image échographique.
- Cf explications →

## Quand la faire ?

- Si le référentiel de la sonde bouge
- Si les paramètres de la sonde (notamment la profondeur !!) sont changés

## Coordinate transformations

### ImageToProbe

This will be computed using the "blue route" in this diagram.

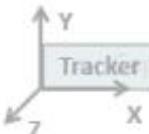
### ImageToStylusTip

Defined manually by mouse-clicking on the Image

**Key to solution:**  
Stylus tip position seen in ultrasound image, and stylus tip tracked relative to Probe.

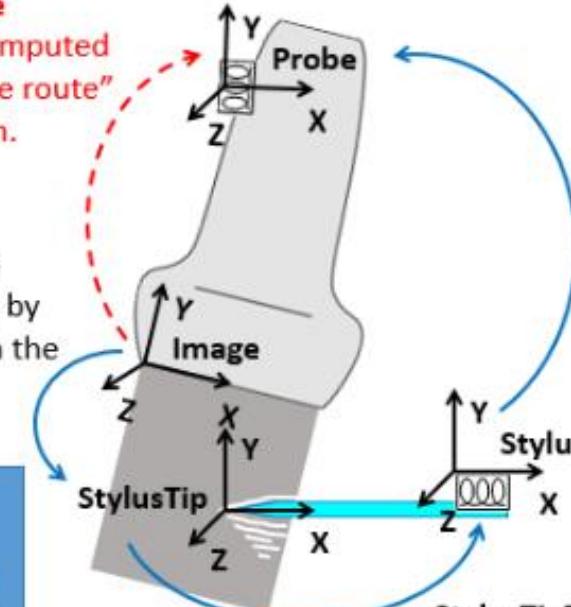


SlicerIGT Tutorial Series



PLUS internally computes StylusToProbe from StylusToTracker and ProbeToTracker

**StylusToProbe**  
Provided by PLUS using the position tracker



**StylusTipToStylus**  
Computed using pivot calibration

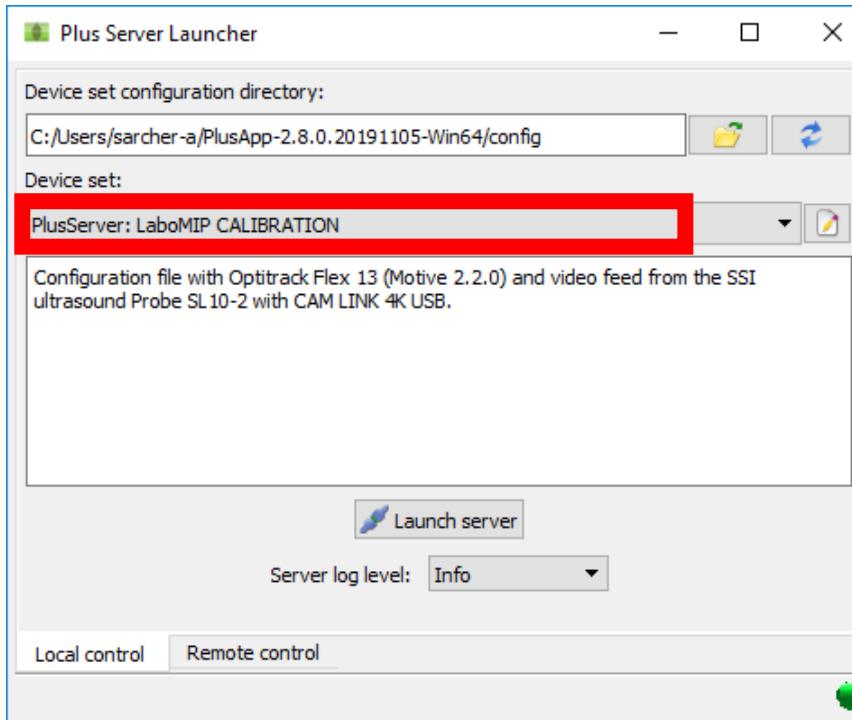
**ATTENTION DE BIEN REGLER LES  
PARAMETRES DE LA SONDE ET L'ECHO CA  
NE SERA PLUS POSSIBLE APRES !!!**

**Je n'ai pas besoin de faire de calibration de la sonde écho ?**

- RDV Slide 39

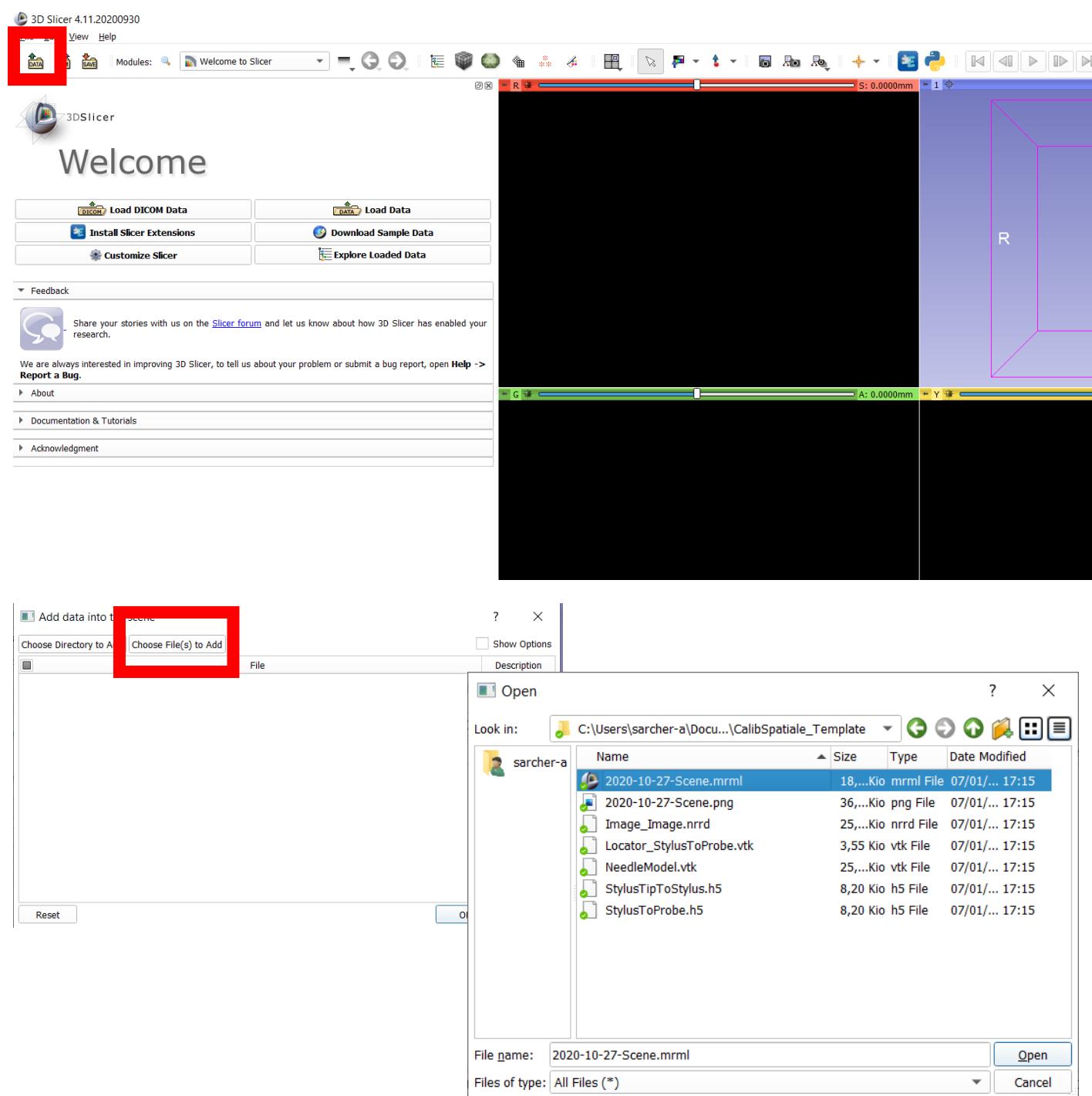
# Logiciel Plus Server Launcher

- Lancer Plus Server Launcher
- Charger le fichier **LaboMIP CALIBRATION**
- Cliquer sur ‘Launch Server’
- **NE PAS QUITTER ‘Plus server’**



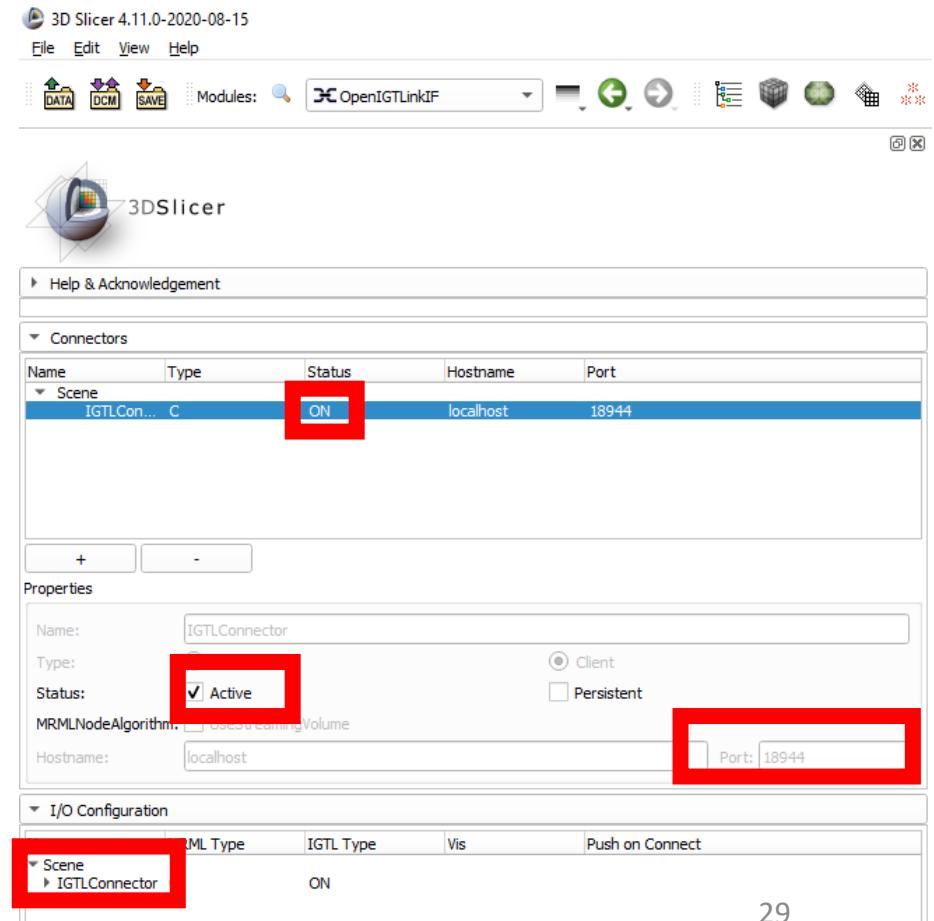
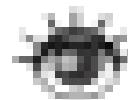
# 3D SLICER

- Lancer 3D Slicer
- Cliquer sur 
- Cliquer sur ‘Choose File(s) to Add’
- Charger la scène (fichier .mrml) dans le dossier ‘C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config’ → ‘CalibSpatiale\_Template’.
- Ce dossier a été pré-configuré avec la transformée StylusTipToStylus du Stylus utilisé au laboratoire MIP.



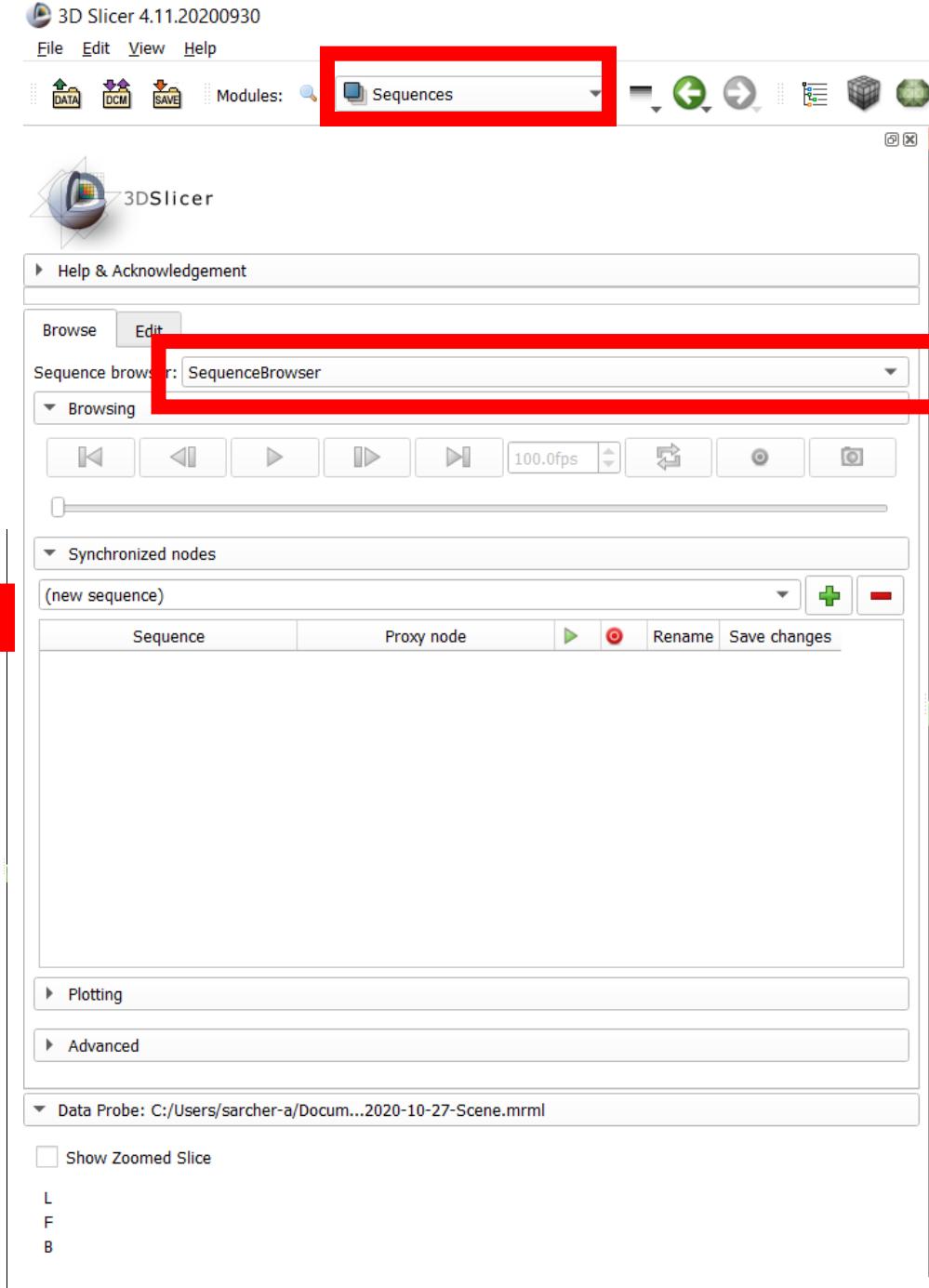
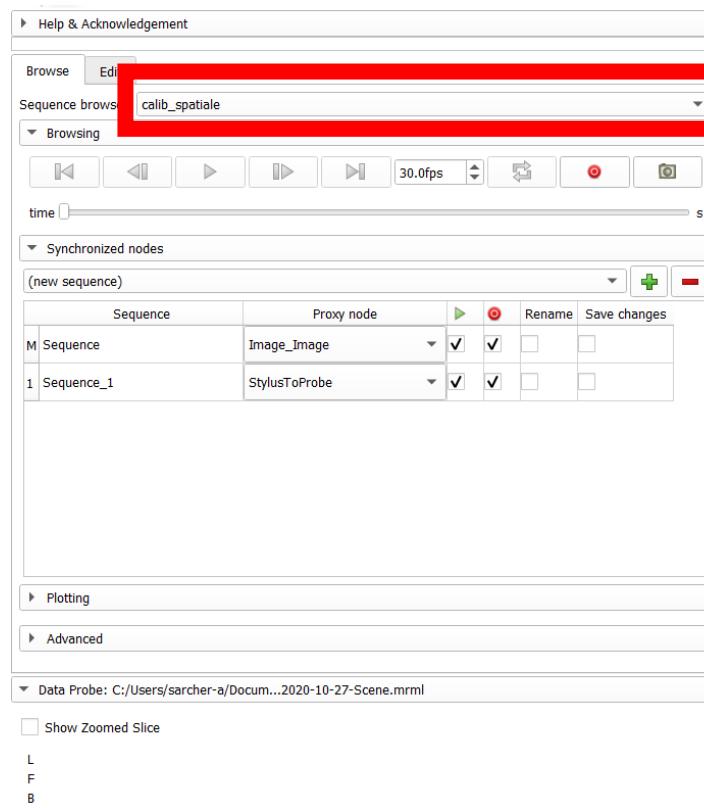
# 3D SLICER

- Choisir le module « IGT » → « OpenIGTLinkIF »
- Vérifier que « Hostname » = « localhost », port = 18944
- Sélectionner IGTLConnector et cocher « status » = « active ».
- L'indicateur de STATUS doit être sur « ON », Slicer est bien connecté à PLUS.
- Cliquer sur la flèche à gauche de IGTLConnector, puis sur la flèche à gauche de IN, pour vérifier que les deux yeux sont bien ouverts :

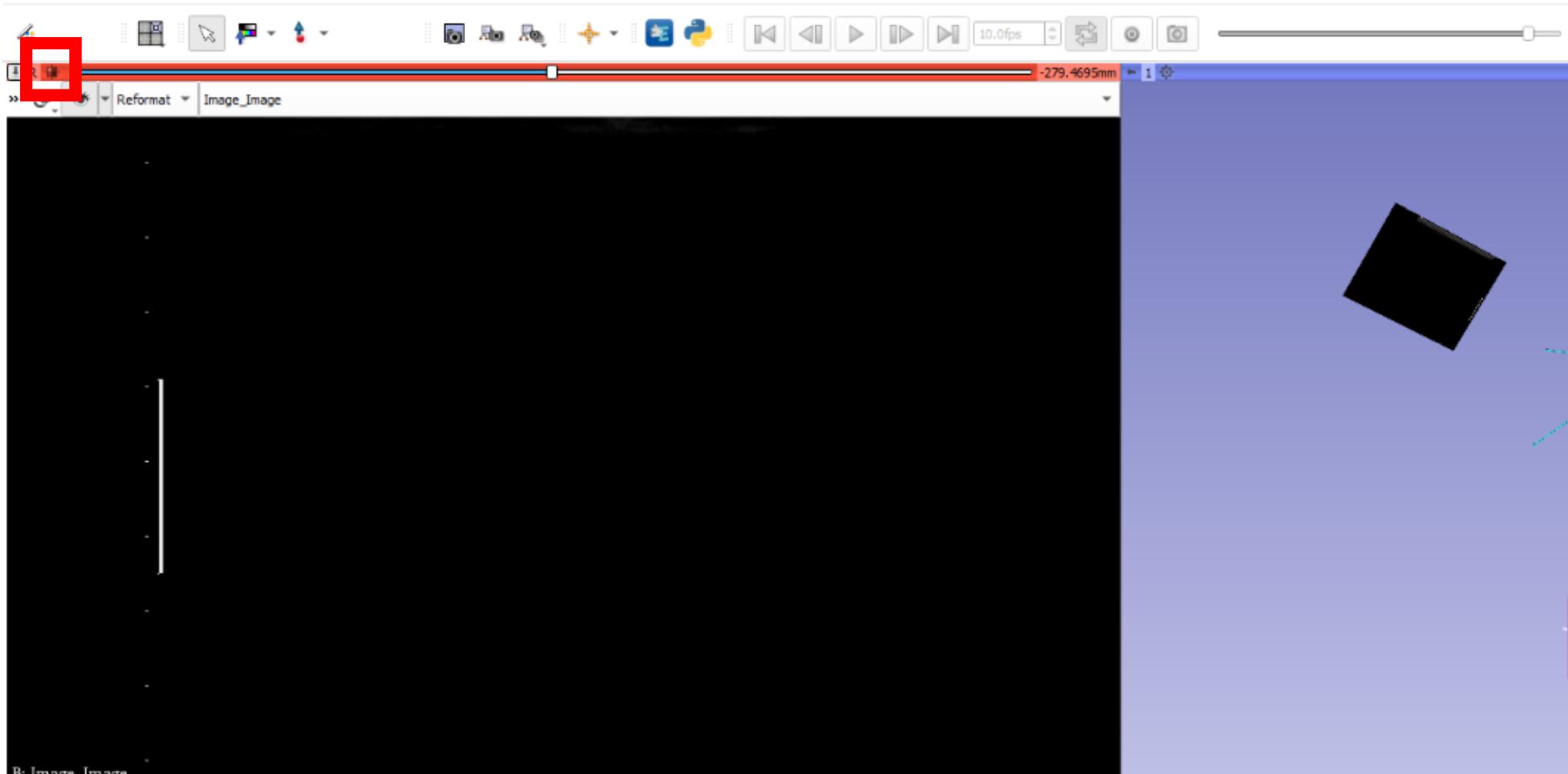


# 3D SLICER

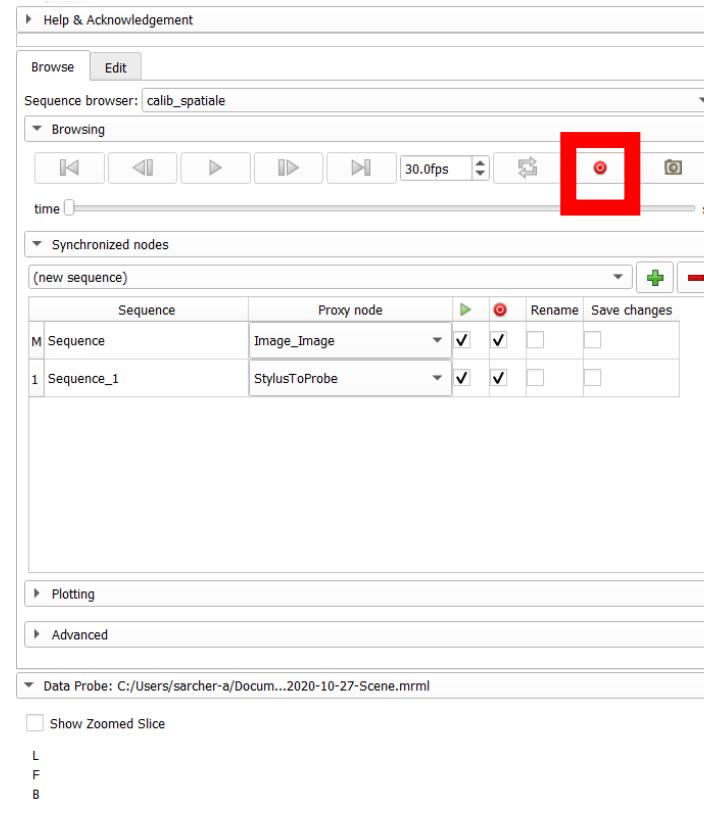
- Choisir le Module « Sequences »
- Cliquer sur le menu déroulant ‘SequenceBrowser’
- Choisir ‘calib\_spatiale’



- Redimensionner l'image 2D de l'écho en cliquant sur le carré avec les nuances de gris

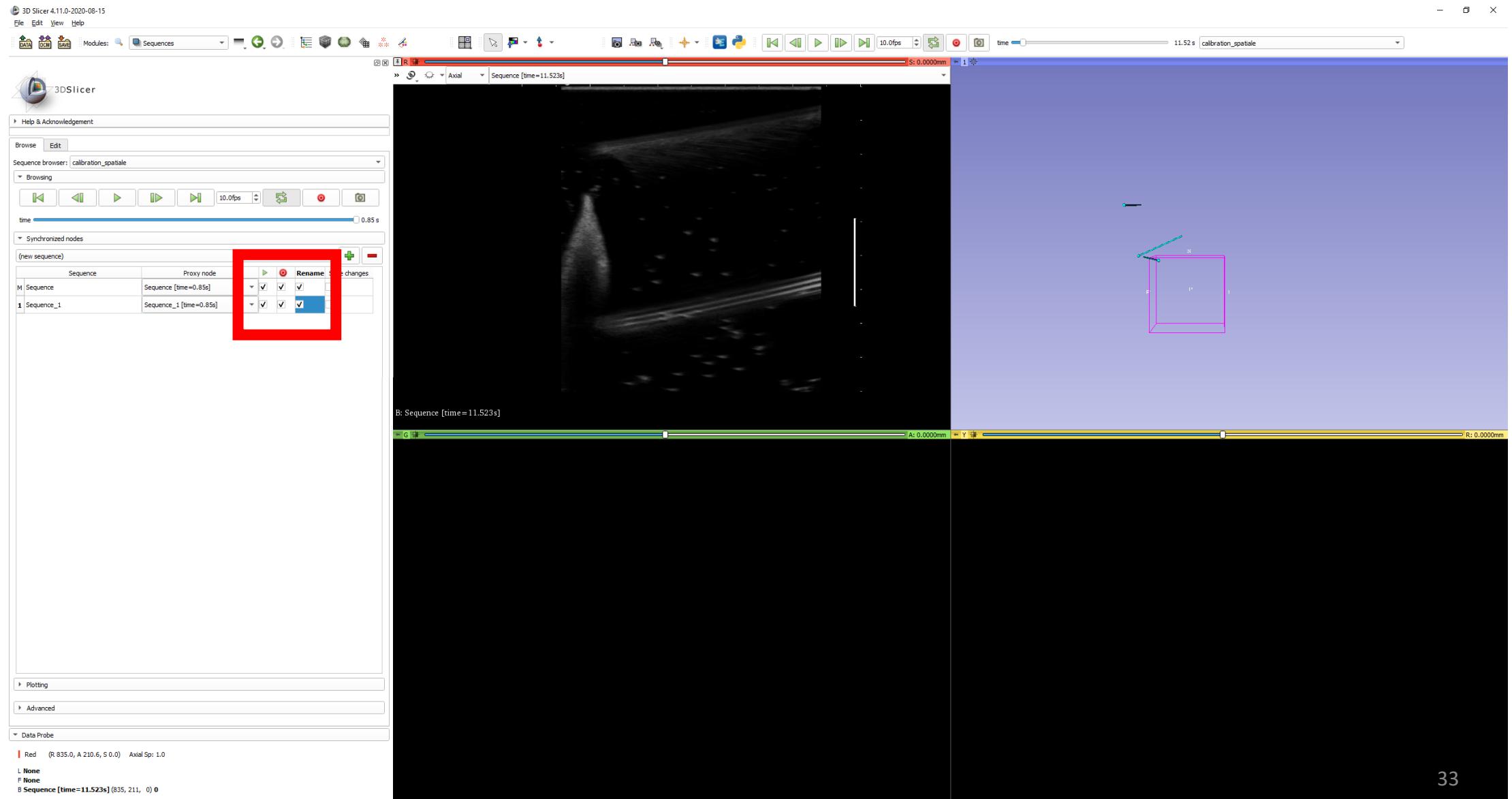


- Enregistrer la séquence de calibration spatiale en cliquant sur le rond rouge.
- La séquence de calibration consiste à faire apparaître la pointe du stylus plusieurs fois dans le plan de la sonde écho, si possible aux quatre coins de l'image.
- Il faut visualiser au moins 4 fois la pointe du stylus dans une configuration, puis tourner la sonde et le stylus à 90° et refaire la même manipulation.

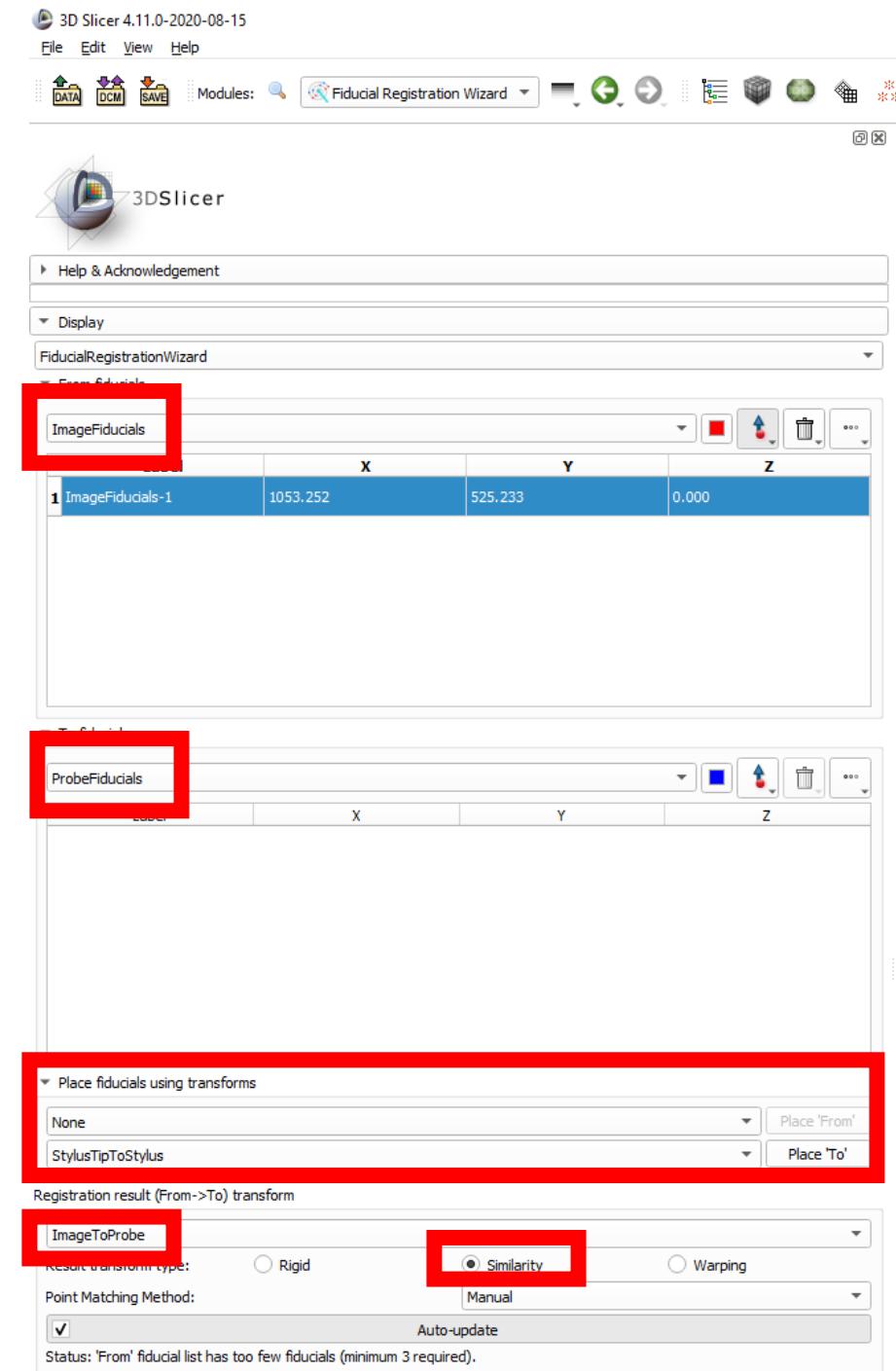


# VIDEO

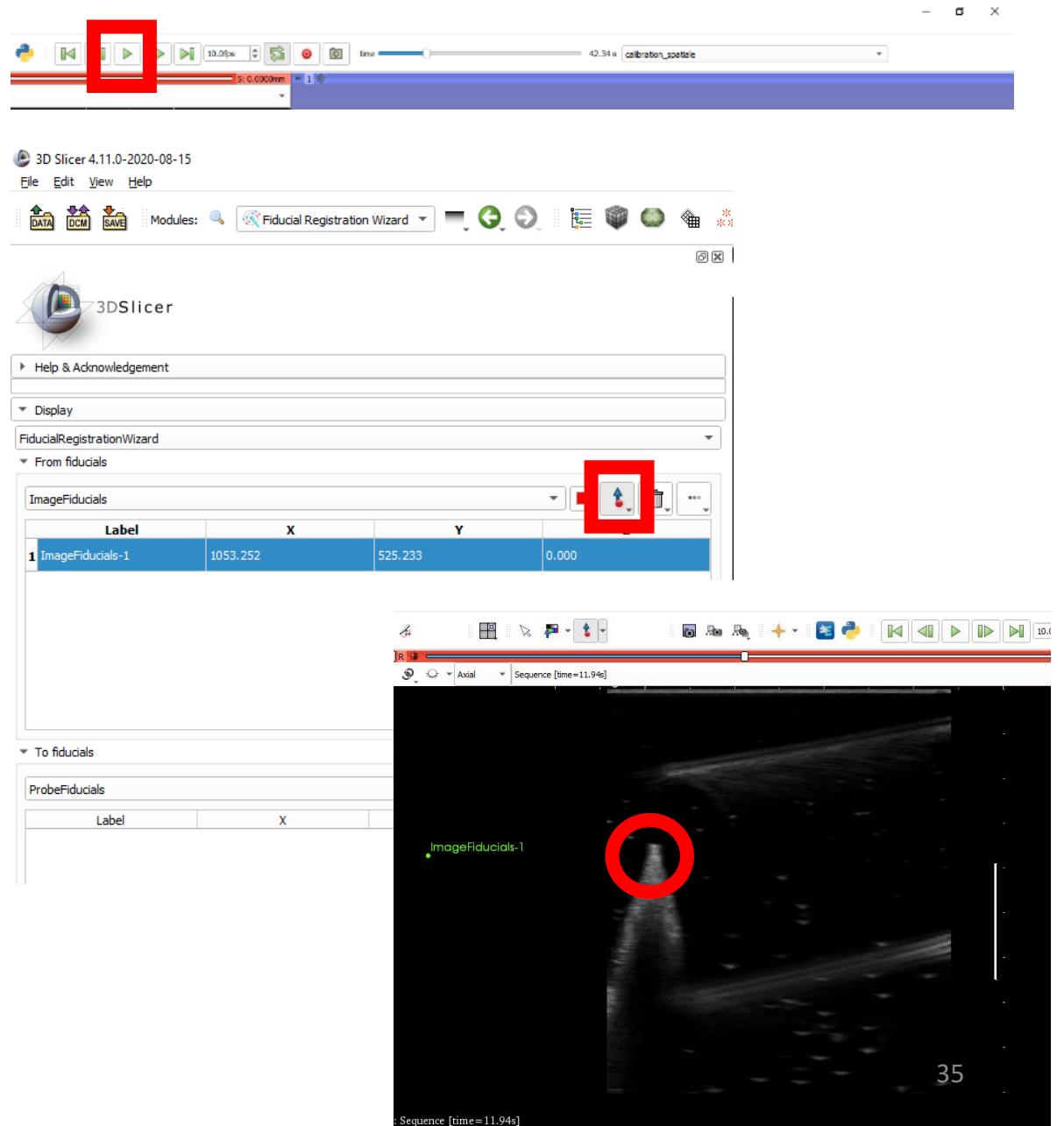
# Après l'acquisition, cocher la colonne ‘rename’ pour les 2 nodes.



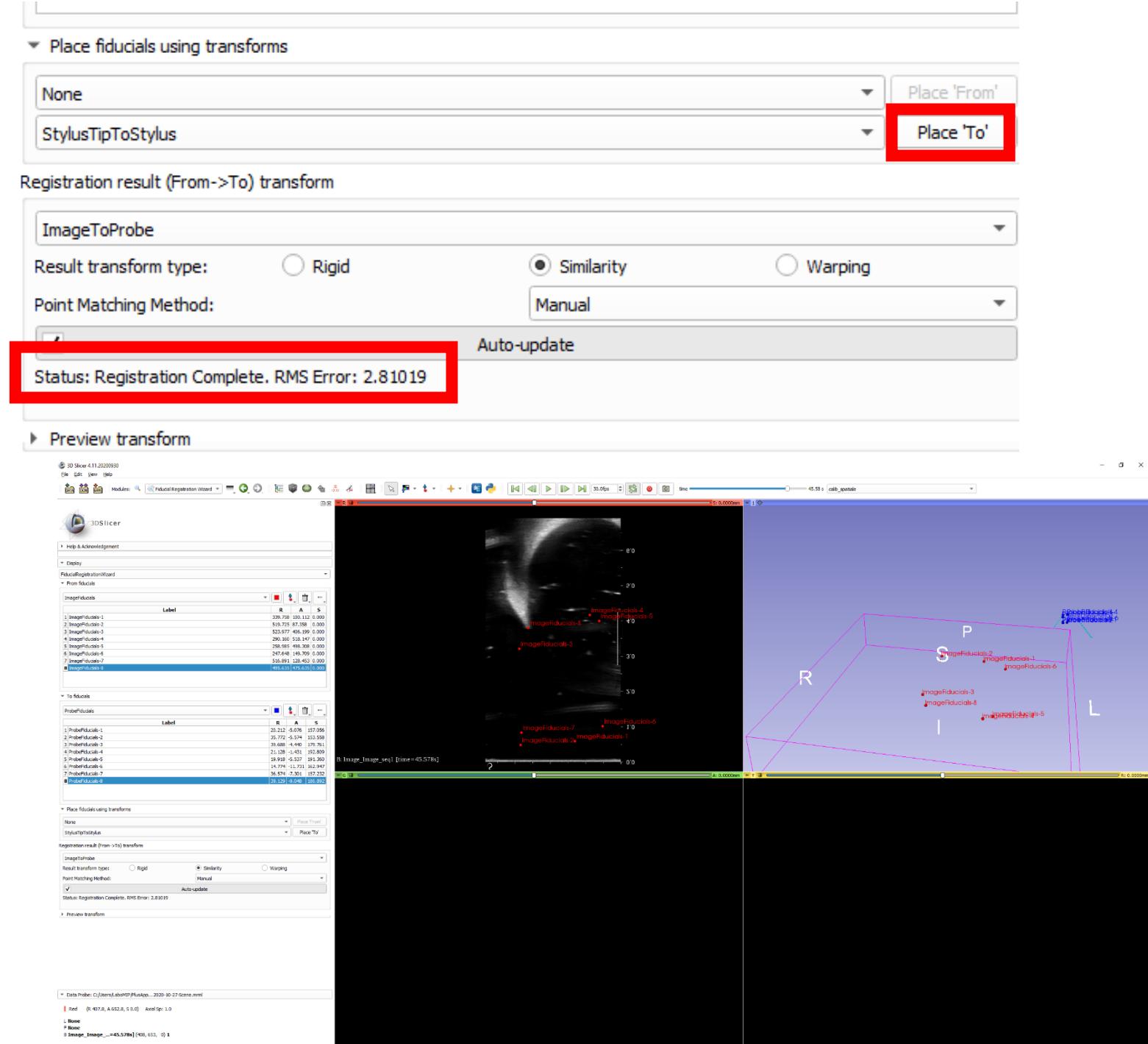
- Ouvrir le module ‘Fiducial Registration Wizard’
- ‘from fiducials’ → ‘create new markupsFiducial as...’ et renommer ‘ImageFiducials’
- ‘to fiducials’ → ‘create new markupsFiducial as...’ et renommer ‘ProbeFiducials’
- ‘place fiducials using transforms’ → premier ‘none’ deuxième ‘StylusTipToStylus’.
- ‘registration results’ → ‘create new transform as...’ et renommer ‘ImageToProbe’
- Select ‘similarity’ and ‘manual update’.



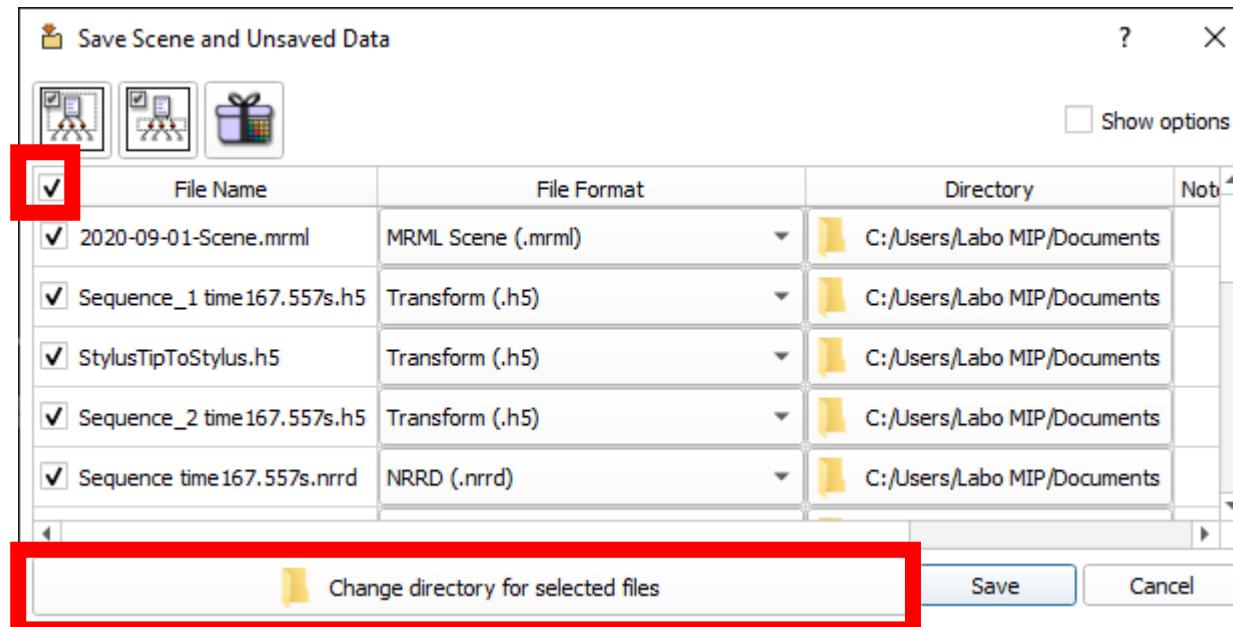
- Lire la séquence de calibration spatiale.
- Faire pause quand la pointe du stylus apparaît sur l'image écho.
- Cliquer sur l'icône ‘flèche vers le haut’ correspondant à ‘ImageFiducials’
- Cliquer sur l'image échographique sur la pointe du stylus.



- Cliquer sur ‘place to’ à chaque fois pour que le logiciel trouve l’équivalent de la position ‘image écho’ en position ‘tracker de la sonde’.
- la transformée imagetoprobe se calcule automatiquement (à partir du moment où l’erreur RMS apparaît).
- L’erreur RMS doit être comprise entre 1 et 3.



- Faire ‘File’ → ‘Save’
- Cocher tous les éléments de la scène
- **Choisir le dossier pour enregistrer les éléments ‘Change directory for selected files’, par exemple ‘calibration\_15092020’.**
- Cliquer sur ‘Save’
- Attendre, cette étape peut prendre une ou deux minutes



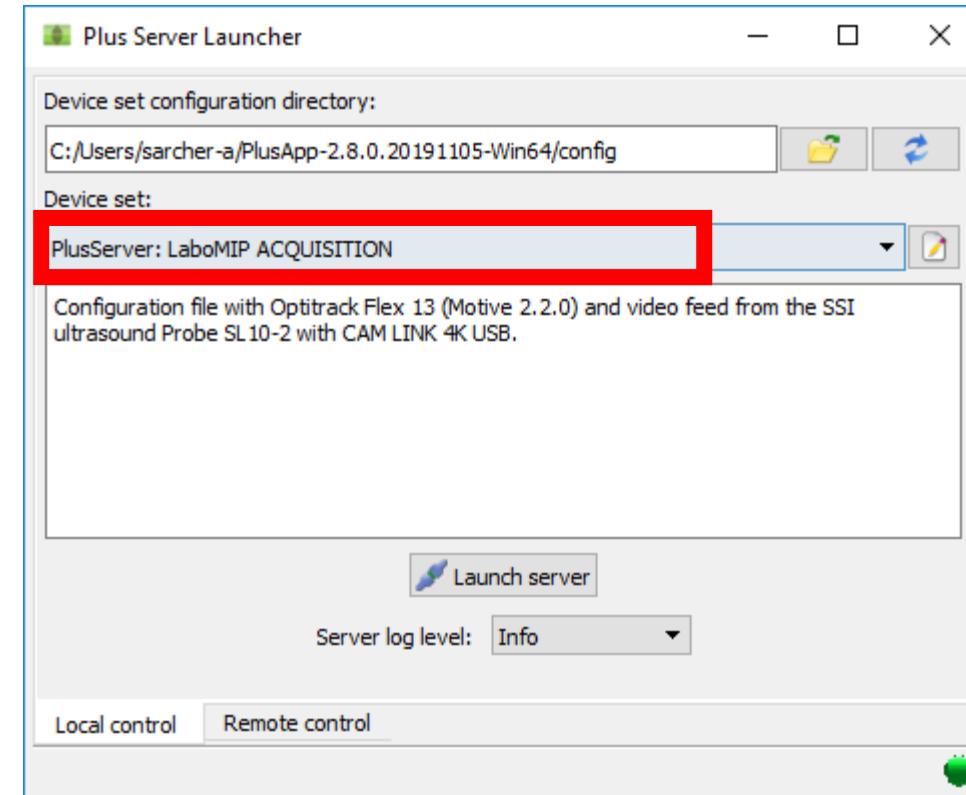
- QUITTER SLICER 3D et PLUSERVER

- Dans l'explorateur Windows, aller dans le dossier où est enregistrée la calibration spatiale réalisée précédemment, et copier le fichier 'ImageToProbe.h5'
- Coller ce fichier dans le dossier 'C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config' → 'Scene\_Template\_Probe10-2\_Prof4,5', en modifiant si besoin le nom du dossier pour coller aux caractéristiques actuelles (modèle de sonde, profondeur, etc.)

# 5. ACQUISITION

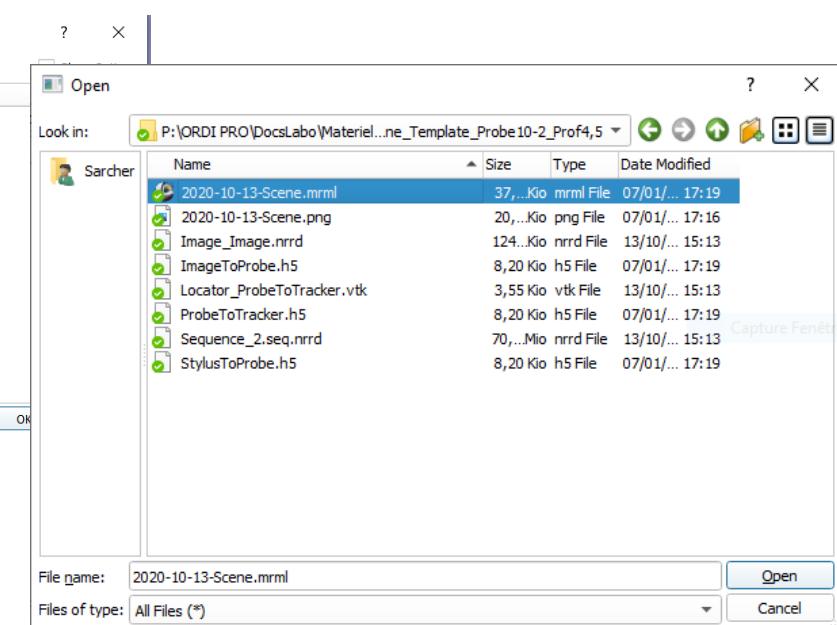
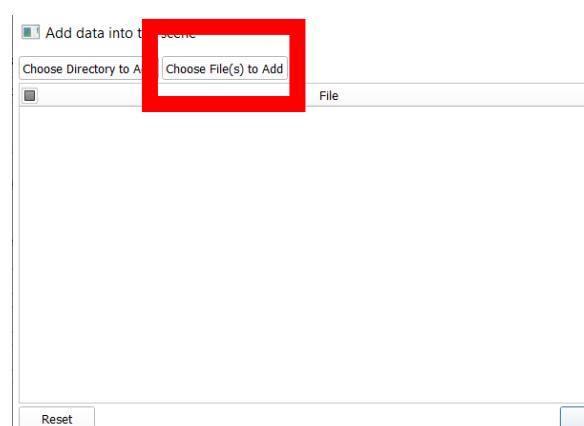
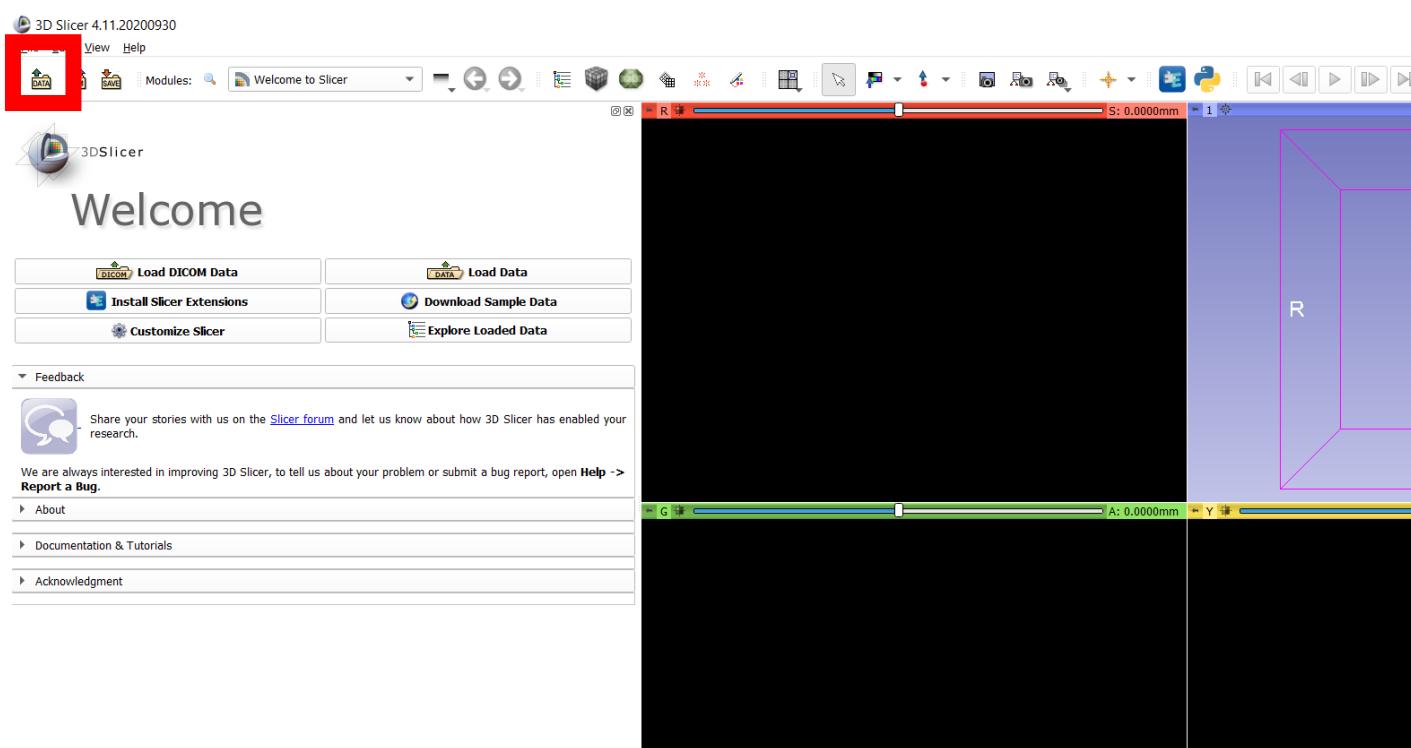
# Logiciel Plus Server Launcher

- Lancer Plus Server Launcher
- Charger le fichier **LaboMIP ACQUISITION**
- Cliquer sur ‘Launch Server’
- **NE PAS QUITTER ‘Plus server’**



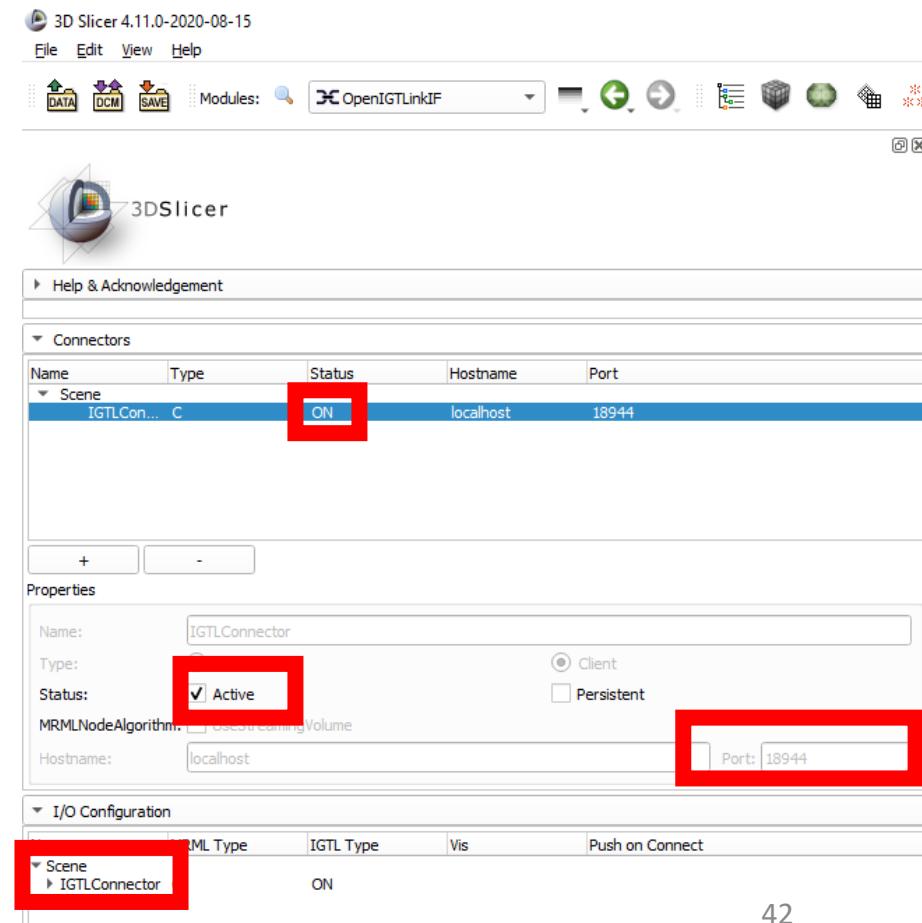
# 3D SLICER

- Lancer 3D Slicer
- Cliquer sur 
- Cliquer sur ‘Choose File(s) to Add’
- Charger la scène (fichier .mrml) dans le dossier ‘C:/Users/Labo MIP/PlusApp-2.8.0.20191105-Win64/config’ → ‘Scene\_Template\_Probe10-2\_Prof4,5’ (ou autre nom de dossier selon la configuration de la sonde et de la profondeur)



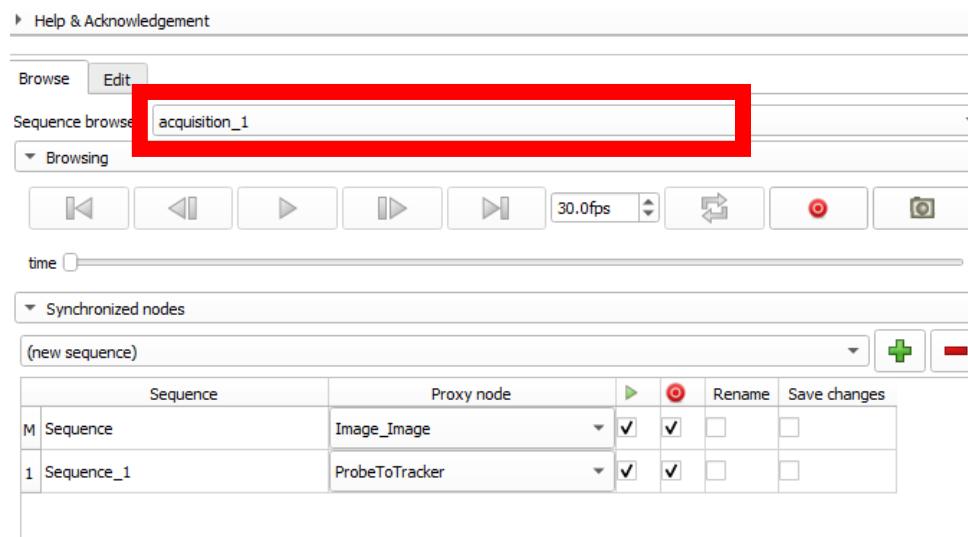
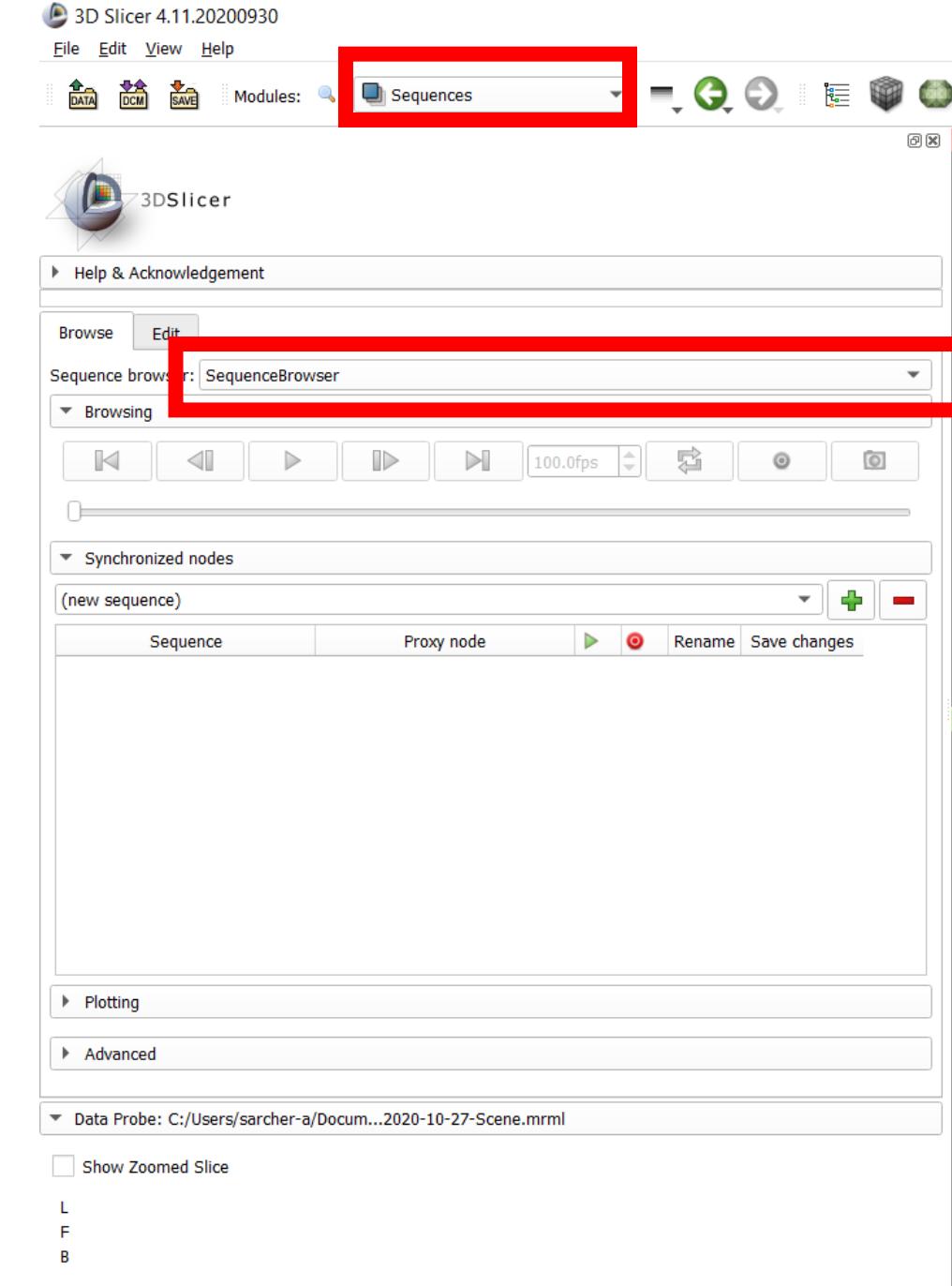
# 3D SLICER

- Choisir le module « IGT » → « OpenIGTLinkIF »
- Vérifier que « Hostname » = « localhost », port = 18944
- Sélectionner IGTLConnector et cocher « status » = « active ».
- L'indicateur de STATUS doit être sur « ON », Slicer est bien connecté à PLUS.
- Cliquer sur la flèche à gauche de IGTLConnector, puis sur la flèche à gauche de IN, pour vérifier que les deux yeux sont bien ouverts :



# 3D SLICER

- Choisir le Module « Sequences »
- Cliquer sur le menu déroulant ‘SequenceBrowser’
- Choisir ‘acquisition\_1’



- Ne pas cocher les colonnes ‘rename’ et ‘save changes’.
- Enregistrer l’acquisition en cliquant sur le rond rouge.
- Après avoir terminé l’enregistrement, cocher la colonne ‘rename’ pour les 2 nodes.

# **6. RECONSTRUCTION DE VOLUME**

# CAS 1 : Je viens de réaliser une acquisition

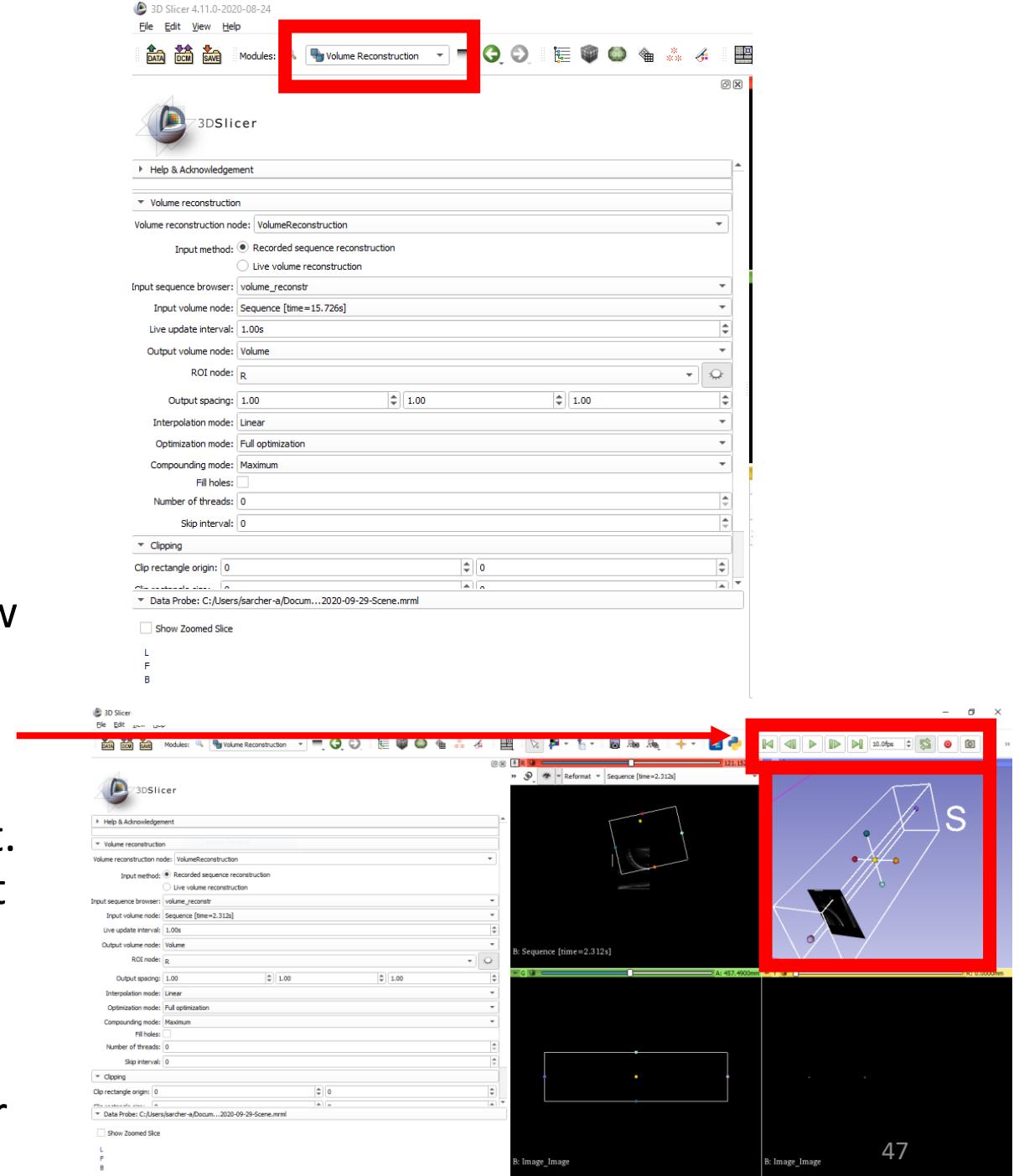
- RDV Slide suivante

# CAS 2 : Je souhaite traiter des données enregistrées

- Ouvrir Slicer 3D
- Cliquer sur ‘File’ → ‘Add data’ → ‘Choose File(s) to Add’
- Sélectionner dans le dossier désiré le fichier ‘Scene’ au format ‘.mrml’
- Le chargement peut être relativement long

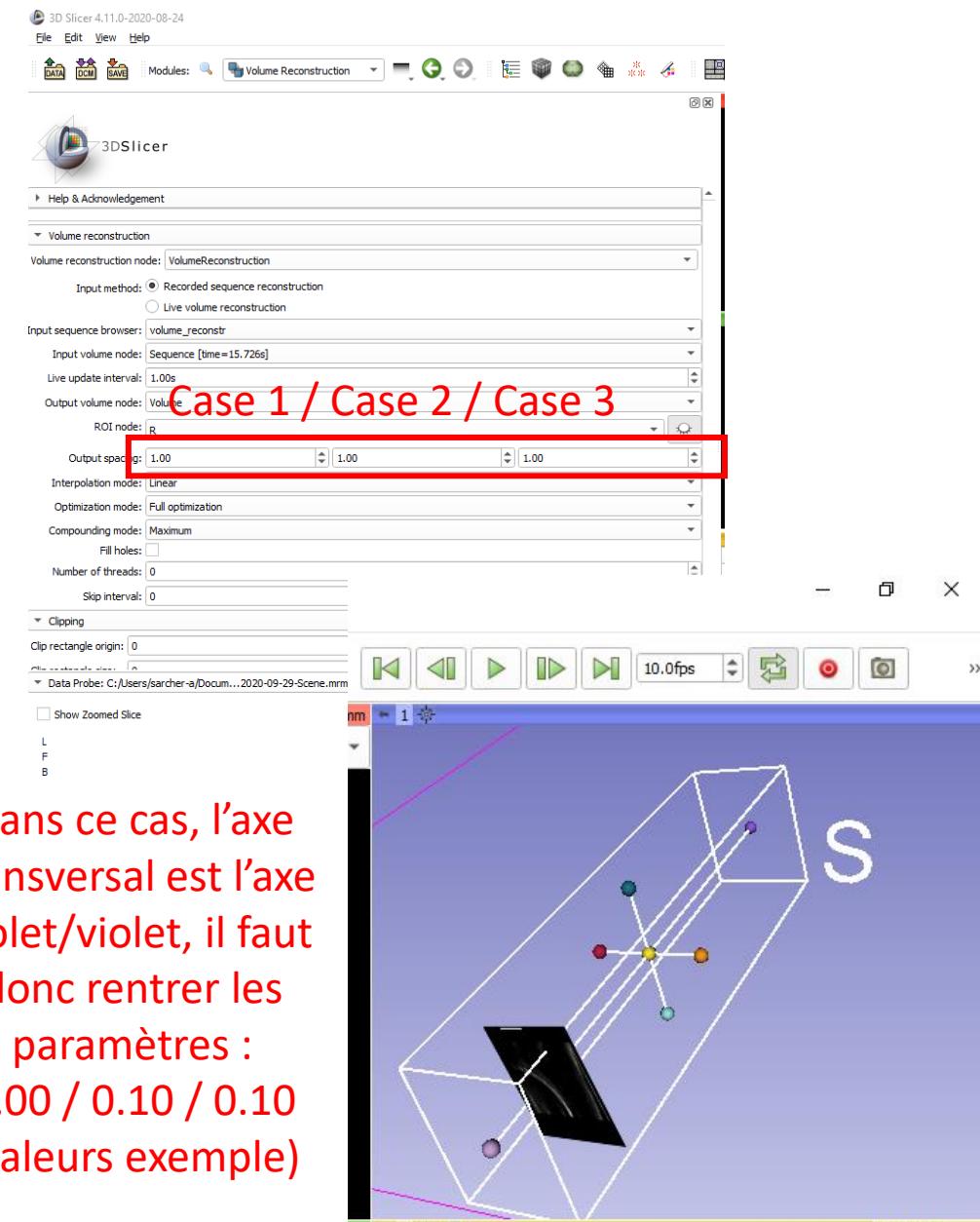
- Aller dans le module ‘volume reconstruction’,

- input method : ‘recorded sequence reconstruction’
- Input sequence browser : choisir la séquence enregistrée ;
- input volume node : ‘Sequence [XXs]’,
- output volume node : créer un nouveau volume ‘create new volume as...’.
- ROI node : créer un nouveau ROI ‘create new AnnotationROI’
- Dans la vue 3D, ajuster manuellement les dimensions du ROI pour entourer le volume qui a été parcouru pendant l’enregistrement. S’aider en l'affichant (en cliquant sur l'œil) et en rejouant la séquence enregistrée (barre verte en haut à droite).
- **Note** : plus le ROI sera grand et plus la reconstruction mettra du temps à se réaliser



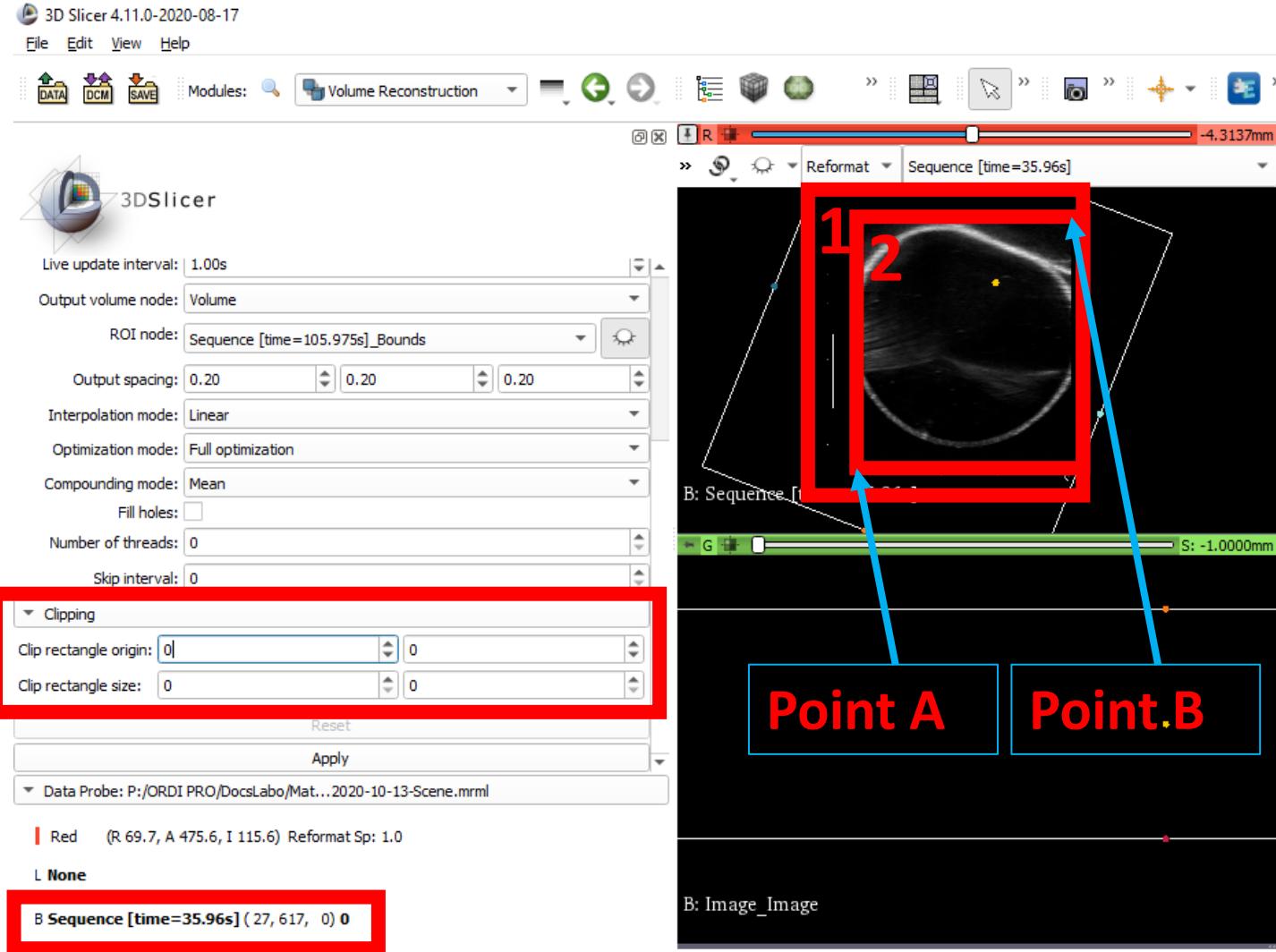
- Output spacing : il s'agit des paramètres de reconstruction du voxel, ie de l'unité du volume 3D. Ce voxel a donc 3 dimensions :

- Dans le plan de l'image échographique, il faut mesurer l'équivalent en pixels d'un 1cm (s'aider de l'échelle de profondeur de l'image écho). L'unité à indiquer est en mm/pixels. Si on mesure 100pixels pour 1cm, alors la valeur est  $10\text{mm}/100\text{pixels} = 0,1$
- Dans l'axe transversal (celui de sweeping de la sonde), il faut rentrer la distance moyenne parcourue entre deux frames, qui dépend de la vitesse de scan et de la fréquence d'acquisition. Conseil : Mettre 1 dans un premier temps et diminuer si besoin.
- Pour trouver les axes correspondants à ces différents éléments, il faut regarder dans le ROI **quel axe correspond à l'axe transversal de sweeping de la sonde**. Les deux autres cases correspondent au plan de l'image échographique.
- **Axe bleu clair/bleu foncé** → Mettre la valeur de l'axe transversal dans la 3<sup>ème</sup> case (axe Z/K)
- **Axe violet/violet** → Mettre la valeur de l'axe transversal dans la 1<sup>ère</sup> case (axe X/I)
- **Axe rouge/orange** → Mettre la valeur de l'axe transversal dans la 2<sup>ème</sup> case (axe Y/J)
- Interpolation mode : linear
- Optimization mode: full optimization
- Compounding mode : mean
- Cocher fill holes



Dans ce cas, l'axe transversal est l'axe violet/violet, il faut donc rentrer les paramètres : 1.00 / 0.10 / 0.10 (valeurs exemple)

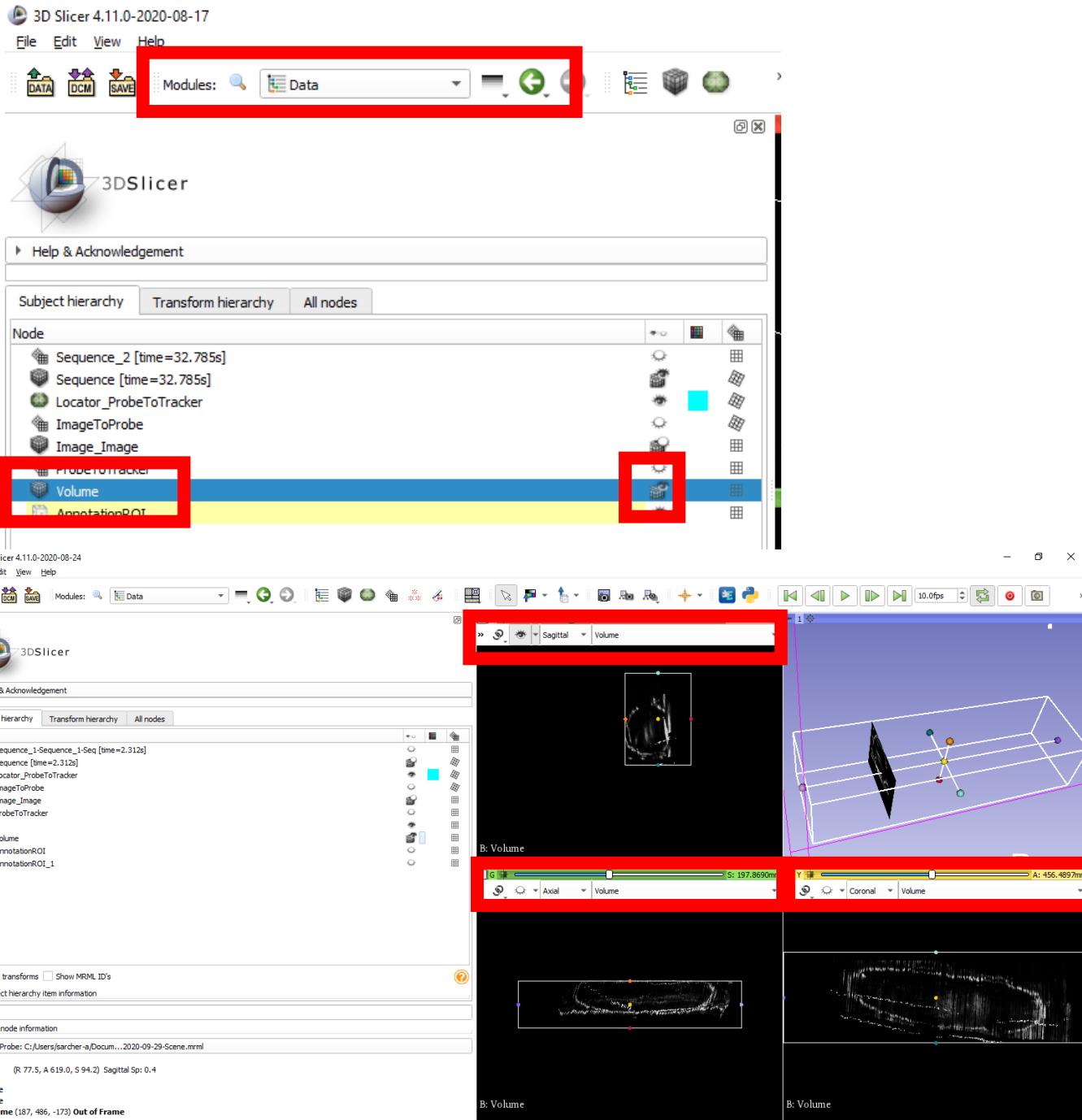
- L'image échographique que vous visualisez dans la fenêtre rouge (rectangle 1) inclut de l'écriture, des bandes noires, le logo de l'échographe. Pour la reconstruction, ces éléments ne doivent pas être inclus, sinon le volume ne sera pas reconstruit correctement. Il faut donc sélectionner la partie de cette image limitée à 100% à l'image échographique (rectangle 2).
- Il faut s'aider des coordonnées indiquées en bas à gauche quand la souris est déplacée sur l'image écho.
- Noter les coordonnées du point A délimitant le coin bas gauche du rectangle (2), et reporter les dans Clipping → Clip rectangle origin.
- Noter les coordonnées du point B délimitant le coin haut droit du rectangle (2), et reporter les valeurs [Point B – Point A] dans Clipping → Clip rectangle size.
- Cliquer sur 'apply'.
- Note : A la fin de la reconstruction, il est normal que la volume ne s'affiche pas automatiquement



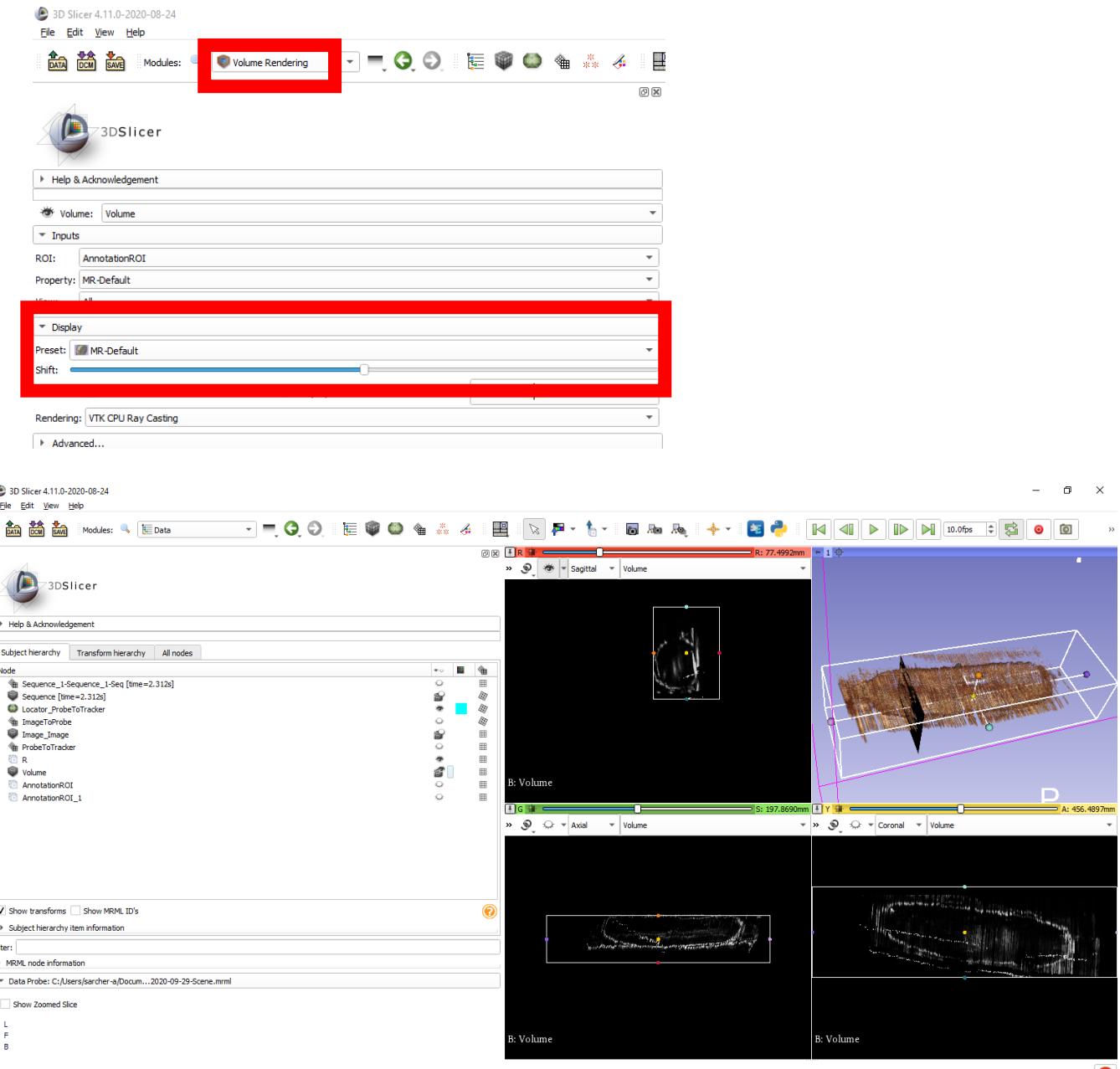
- Retourner dans le module ‘data’, et aller dans l’onglet ‘Subject hierarchy’.

- Afficher le volume :

- Clic gauche sur l’œil permet de l’afficher dans la fenêtre rouge
- Changer la vue ‘reformat’ par ‘Sagittal’ dans la fenêtre rouge
- Le volume peut aussi être visualisé selon les 2 autres coupes dans les fenêtres verte et jaune, choisir alors ‘axial’ et ‘coronal’

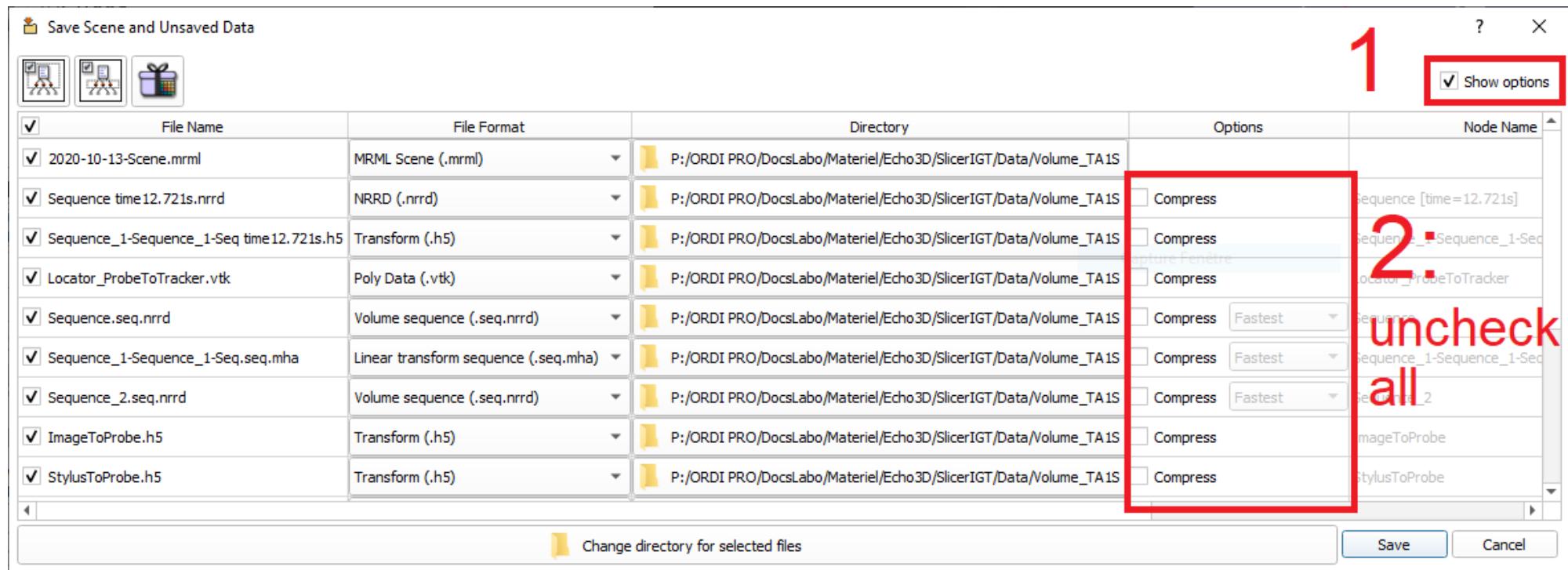


- Pour une visualisation 3D du volume, clic droit sur l'oeil et sélectionner 'show in 3D views as volume rendering'
- Si le volume apparaît noir solide dans la fenêtre 3D, clic droit sur l'œil puis 'volume rendering options' ou aller dans le module 'volume rendering' pour changer les paramètres de visualisation du volume.
- Seulement s'il y a un défaut d'affichage, sélectionner le preset 'MR-Default'
- Essayer de faire varier le shift pour améliorer le rendu.



# SAUVEGARDE DES DONNEES

- Cliquer sur « save »
- Cocher tous les éléments
- **Choisir le dossier pour enregistrer les éléments ‘Change directory for selected files’, par exemple ‘acquis\_1’.**
- Pour gagner du temps lors de la sauvegarde, il est possible de décocher l’option de compression automatique des données. Attention, les données seront de ce fait assez lourdes.
- Cliquer sur ‘Save’
- Attendre, cette étape peut prendre une ou deux minutes



# **7. SEGMENTATION**

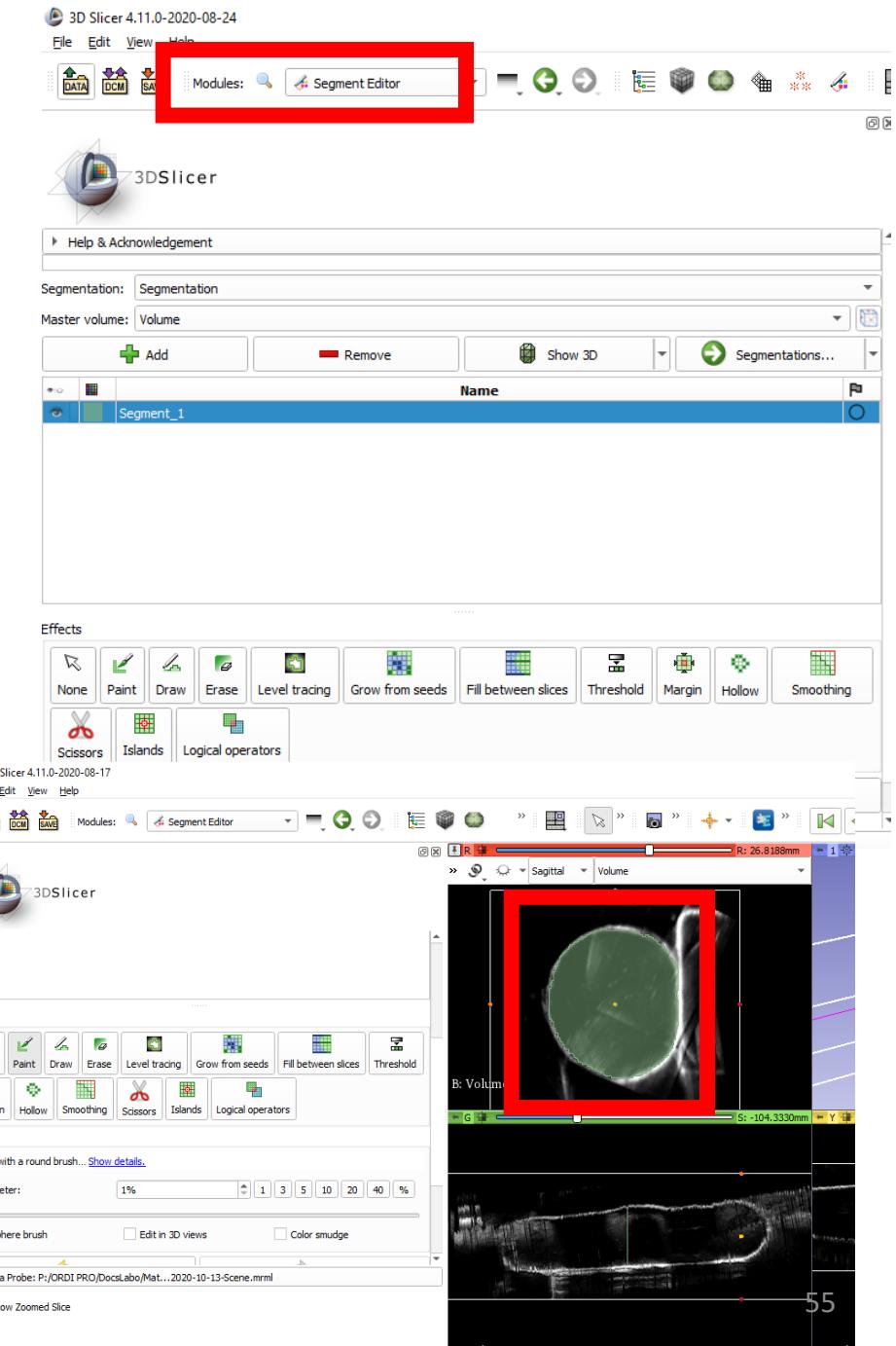
# CAS 1 : Mes données sont déjà chargées

- RDV Slide suivante

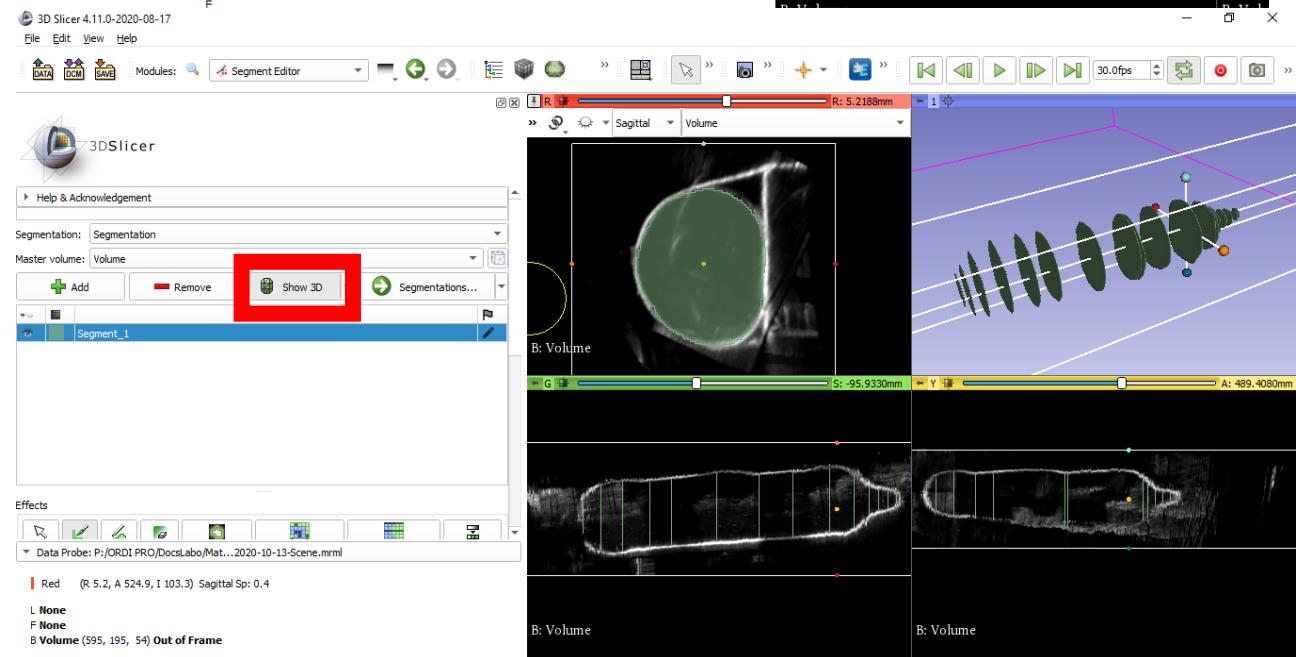
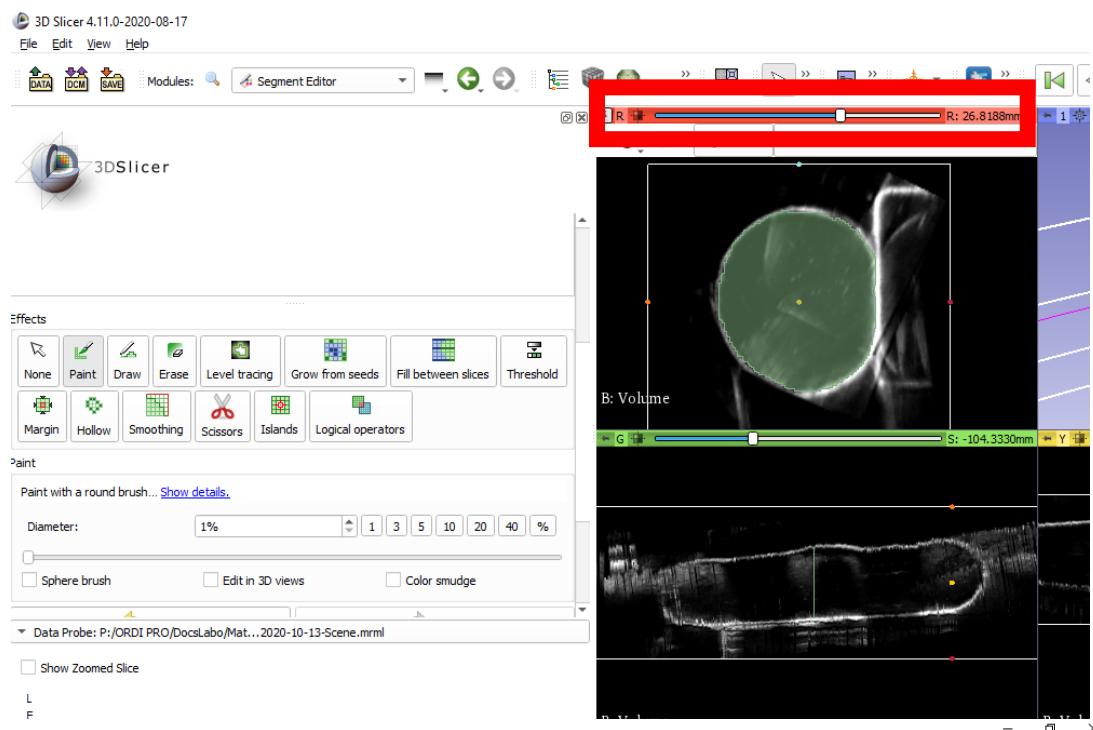
# CAS 2 : Je charge des données

- Ouvrir Slicer 3D
- Cliquer sur ‘File’ → ‘Add data’ → ‘Choose File(s) to Add’
- Sélectionner dans le dossier désiré le fichier ‘Scene’ au format ‘.mrml’
- **Recommandation :** charger une scène entière peut mettre du temps et n'est pas nécessaire pour faire de la segmentation. Il est possible de ne charger que le volume reconstruit, soit le fichier « volume.nrrd »

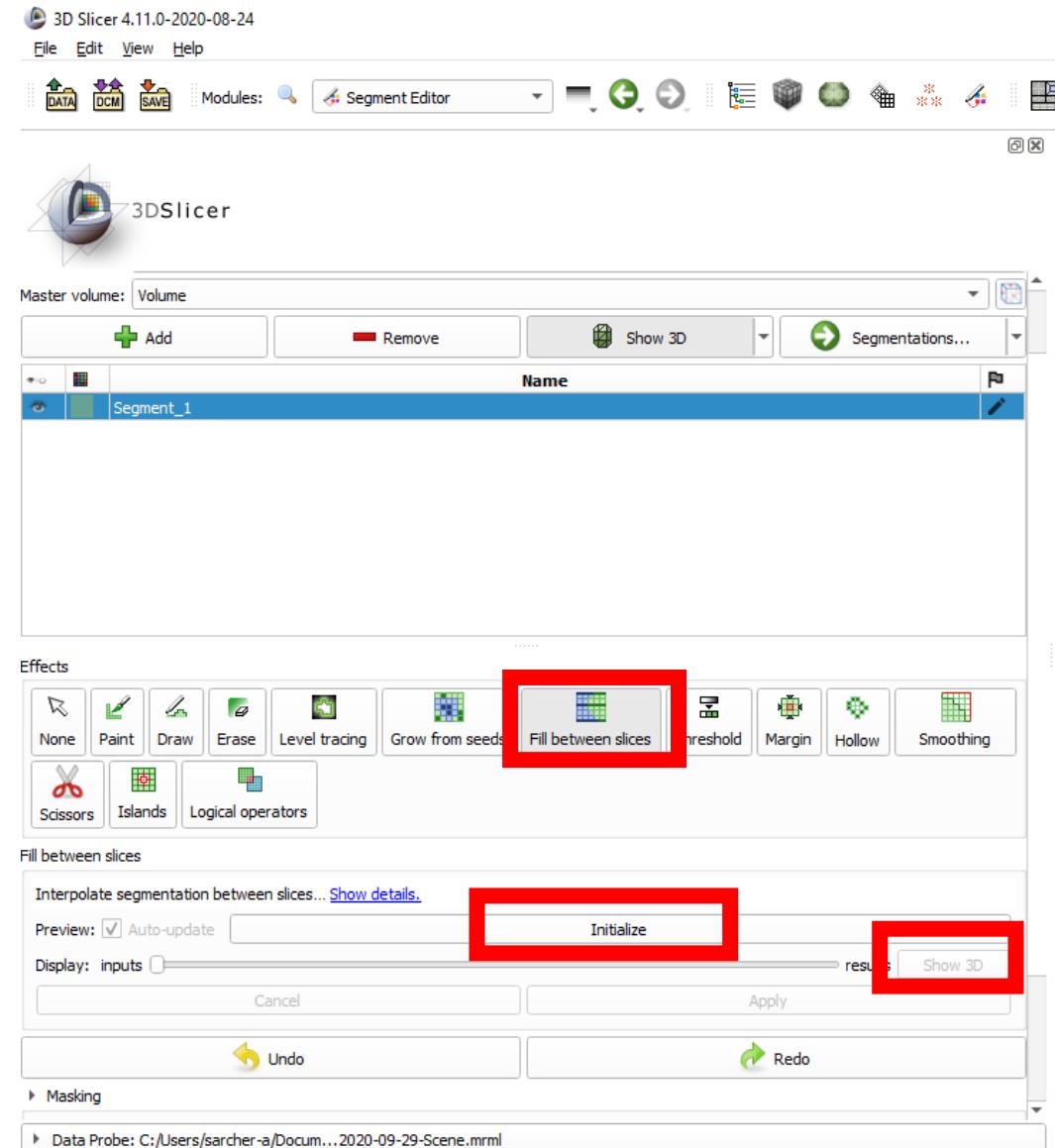
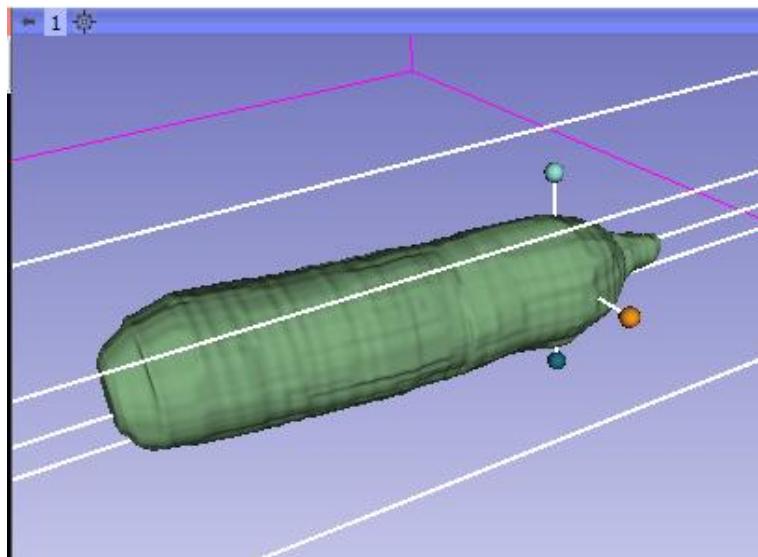
- Ouvrir le module ‘Segment Editor’
- Segmentation : créer une nouvelle segmentation
- Master volume : choisir le volume reconstruit
- Cliquer sur ‘Add’ pour ajouter une segmentation
- Choisir l’Effects ‘Paint’ pour dessiner le contour désiré. Le diamètre du pinceau peut être modifié entre 1 et 40% selon la taille du contour.
- Dessiner avec la souris (clic et rester appuyer) le contour du volume pour cette tranche.
- Attention, la segmentation doit se faire dans un des plans ‘Axial’ ‘Sagittal’ ou ‘Coronal’, mais pas dans le plan appelé ‘Reformat’



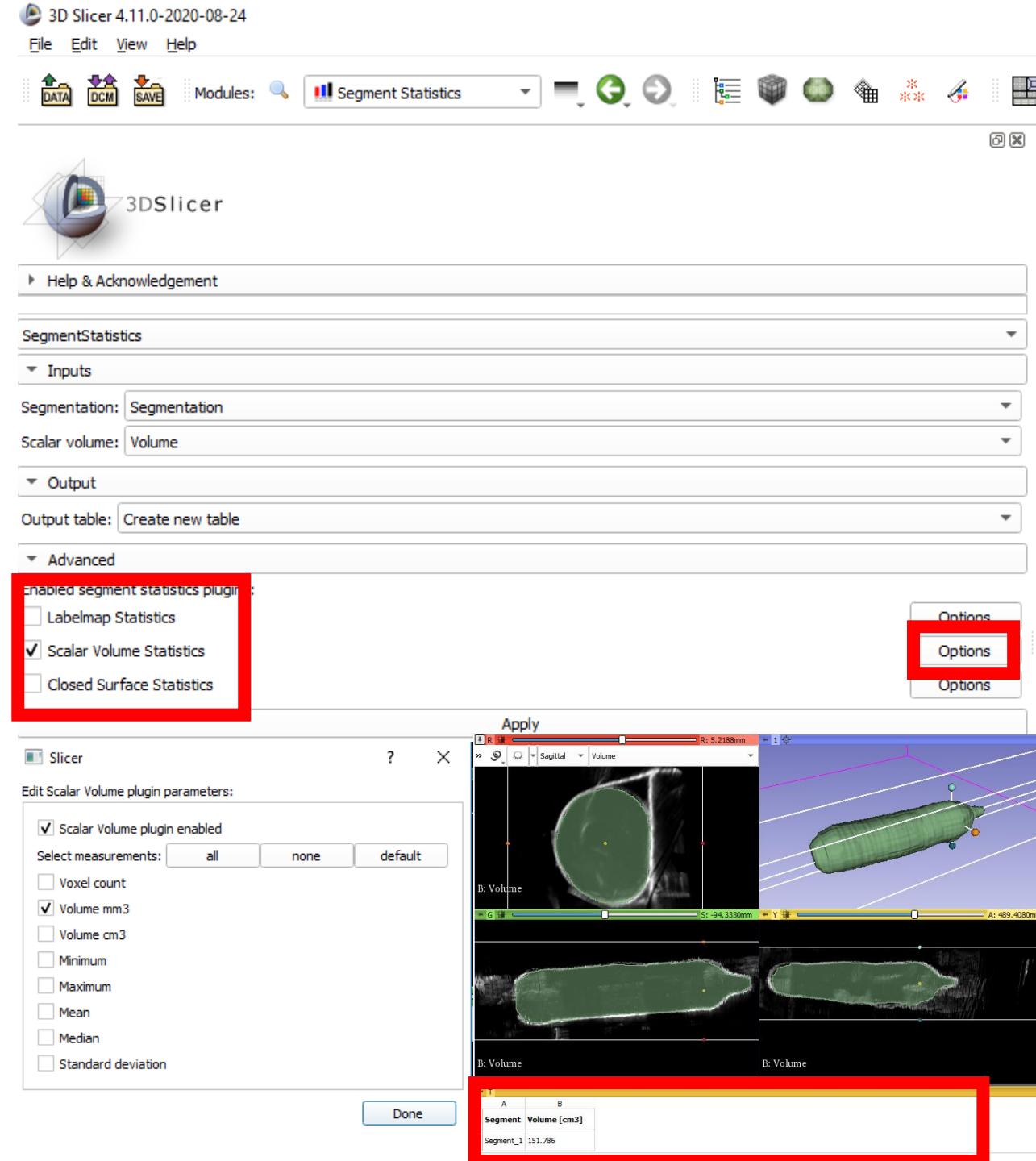
- Se déplacer dans le volume avec l'axe présent au dessus de la fenêtre rouge (déplacement dans l'espace)
- Créer tous les contours des tranches voulues.
- Pour voir la segmentation dans la vue 3D, cliquer sur ‘Show 3D’.



- Une fois tous les contours dessinés, choisir l'Effects « Fill between slices »
- Cliquer sur 'initialize'
- Cliquer sur 'show 3D' pour avoir l'aperçu dans la fenêtre 3D
- Cliquer sur 'apply'
- La segmentation est alors complétée entre les tranches :



- Pour obtenir des éléments sur la segmentation (par exemple le volume)
- Ouvrir le module ‘Segment Statistics’
- Segmentation : choisir la segmentation
- Scalar volume : choisir le volume
- Output table : Créer une nouvelle table
- Advanced :
  - Désactiver les ‘labelmap statistics’ et les ‘closed surface statistics’
  - Cliquer sur ‘options’ de ‘scalar volume statistics’ pour choisir les paramètres désirés.
  - Cliquer sur ‘apply’ pour obtenir les statistiques du volume.
  - La table s'affiche sous les 4 fenêtres de visualisation



# 8. ANNEXES

# FICHIERS DE CONFIGURATION

# Fichier de configuration ACQUISITION

```
<PlusConfiguration version="2.7" PlusRevision="Plus-2.8.0.62873a16 - Win64">
  <DataCollection StartupDelaySec="1">
    <DeviceSet Name="PlusServer: LaboMIP ACQUISITION ECHO0203" Description="Configuration file with Optitrack Flex 13 (Motive 2.2.0) and video feed from the SSI ultrasound Probe SL10-2 with CAM LINK 4K USB." />
    <Device Id="TrackerDevice"
      Type="OptiTrack"
      ToolReferenceFrame="Tracker"
      Profile="motiveprofilefile.xml"
      AttachToRunningMotive="TRUE"
      MotiveDataDescriptionsUpdateTimeSec="1.0"
      LocalTimeOffsetSec="0.148">
      <DataSources>
        <DataSource Type="Tool" Id="Probe" BufferSize="150" />
      </DataSources>
      <OutputChannels>
        <OutputChannel Id="TrackerStream">
          <DataSource Type="Tool" Id="Probe" />
        </OutputChannel>
      </OutputChannels>
    </Device>
    <Device Id="VideoDevice" Type="MmfVideo" FrameSize="1920 1080" VideoFormat="YUY2" CaptureDeviceId="0">
      <DataSources>
        <DataSource
          Type="Video"
          Id="Video"
          PortUsImageOrientation="UF"
          ClipRectangleOrigin="240 120 0"
          ClipRectangleSize="920 880 1"
          BufferSize="150" />
      </DataSources>
      <OutputChannels>
        <OutputChannel Id="VideoStream" VideoDataSourceId="Video" />
      </OutputChannels>
    </Device>
    <Device Id="TrackedVideoDevice" Type="VirtualMixer">
      <InputChannels>
        <InputChannel Id="TrackerStream" />
        <InputChannel Id="VideoStream" />
      </InputChannels>
      <OutputChannels>
        <OutputChannel Id="TrackedVideoStream" />
      </OutputChannels>
    </Device>
  </DataCollection>
```

Paragraphe qui concerne la configuration de l'Optitrack.  
Rien n'est à changer à part le temps calculé pendant la calibration temporelle : **LocalTimeOffsetSec=<>**.  
Pour l'acquisition, seulement la position du tracker de la sonde est streamé par Optitrack. *Un flux « TrackerStream » est créé.*

Paragraphe qui concerne la configuration de la vidéo de l'échographe. La première ligne est spécifique au matériel de capture vidéo utilisé. ClipRectangleOrigin et ClipRectangleSize est un premier rognage effectué de l'image échographique. *Un flux « VideoStream » est créé.*

*Un flux « TrackedVideoStream » est créé à partir des deux flux « TrackerStream » et « VideoStream » précédents.*

```
<PlusOpenIGTLinkServer MaxNumberOfIgtlMessagesToSend="1" MaxTimeSpentWithProcessingMs="50" ListeningPort="18944" SendValidTransformsOnly="TRUE" OutputChannelId="TrackedVideoStream">
  <DefaultClientInfo>
    <MessageTypes>
      <Message Type="IMAGE" />
      <Message Type="TRANSFORM" />
    </MessageTypes>
    <TransformNames>
      <Transform Name="ProbeToTracker" />
    </TransformNames>
    <ImageNames>
      <Image Name="Image" EmbeddedTransformToFrame="Image" />
    </ImageNames>
  </DefaultClientInfo>
</PlusOpenIGTLinkServer>
<fCal
  StylusModelId="StylusModel"
  ImageDisplayableObjectId="LiveImage"
  NumberOfCalibrationImagesToAcquire="200"
  NumberOfValidationImagesToAcquire="100"
  NumberOfStylusCalibrationPointsToAcquire="200"
  RecordingIntervalMs="100"
  MaxTimeSpentWithProcessingMs="70"
  ImageCoordinateFrame="Image"
  ProbeCoordinateFrame="Probe"
  ReferenceCoordinateFrame="Tracker"
  TransducerOriginCoordinateFrame="TransducerOrigin"
  TransducerOriginPixelCoordinateFrame="TransducerOriginPixel"
  TemporalCalibrationDurationSec="20"
  FixedChannelId="VideoStream"
  FixedSourceId="Video"
  MovingChannelId="TrackerStream"
  MovingSourceId="ProbeToTracker"
  DefaultSelectedChannelId="TrackedVideoStream"
  FreeHandStartupDelaySec="5" />
</PlusConfiguration>
```

Le flux « TrackedVideoStream » est envoyé à travers PlusOpenIGTLinkServer par le port 18944 modifiable par l'option « ListeningPort ». Les types d'informations envoyées sont précisées (IMAGE pour la vidéo et TRANSFORM pour la position du tracker de la sonde échographique).

Paragraphe qui concerne la configuration de fCal. Dans le cas de notre setup expérimental, seule la calibration temporelle est faite à l'aide de fCal. Le paramètre « TemporalCalibrationDurationSec » permet de modifier la durée de la calibration

# Fichier de configuration CALIBRATION

```
<PlusConfiguration version="2.7" PlusRevision="Plus-2.8.0.62873a16 - Win64">
<DataCollection StartupDelaySec="1">
<DeviceSet Name="PlusServer: LaboMIP CALIBRATION ECHO0203" Description="Configuration file with Optitrack Flex 13 (Motive 2.2.0) and video feed from the SSI ultrasound Probe SL10-2 with CAM LINK 4K USB." />
<Device
  Id="TrackerDevice"
  Type="OptiTrack"
  ToolReferenceFrame="Tracker"
  Profile="motiveprofilefile.xml"
  AttachToRunningMotive="TRUE"
  MotiveDataDescriptionsUpdateTimeSec="1.0"
  LocalTimeOffsetSec="0.092">
  <DataSources>
    <DataSource Type="Tool" Id="Stylus" BufferSize="150" />
    <DataSource Type="Tool" Id="Probe" BufferSize="150" />
  </DataSources>
  <OutputChannels>
    <OutputChannel Id="TrackerStream">
      <DataSource Type="Tool" Id="Stylus" />
      <DataSource Type="Tool" Id="Probe" />
    </OutputChannel>
  </OutputChannels>
</Device>
<Device Id="VideoDevice" Type="MmfVideo" FrameSize="1920 1080" VideoFormat="YUY2" CaptureDeviceId="0">
  <DataSources>
    <DataSource
      Type="Video"
      Id="Video"
      PortUsImageOrientation="UP"
      ClipRectangleOrigin="240 120 0"
      ClipRectangleSize="920 880 1"
      BufferSize="150" />
  </DataSources>
  <OutputChannels>
    <OutputChannel Id="VideoStream" VideoDataSourceId="Video" />
  </OutputChannels>
</Device>
<Device Id="TrackedVideoDevice" Type="VirtualMixer">
  <InputChannels>
    <InputChannel Id="TrackerStream" />
    <InputChannel Id="VideoStream" />
  </InputChannels>
  <OutputChannels>
    <OutputChannel Id="TrackedVideoStream" />
  </OutputChannels>
</Device>
</DataCollection>
```

Paragraphe qui concerne la configuration de l'Optitrack.  
Rien n'est à changer à part le temps calculé pendant la calibration temporelle : **LocalTimeOffsetSec=« »**.  
Pour la calibration, la position du tracker de la sonde est streamé par Optitrack « Probe », ainsi que la position du stylus « Stylus ». *Un flux « TrackerStream » est créé avec ces deux infos.*

Paragraphe qui concerne la configuration de la vidéo de l'échographe. La première ligne est spécifique au matériel de capture vidéo utilisé. ClipRectangleOrigin et ClipRectangleSize est un premier rognage effectué de l'image échographique. *Un flux « VideoStream » est créé.*

*Un flux « TrackedVideoStream » est créé à partir des deux flux « TrackerStream » et « VideoStream » précédents.*

```
<PlusOpenIGTLinkServer MaxNumberOfIgtlMessagesToSend="1" MaxTimeSpentWithProcessingMs="50" ListeningPort="18944" SendValidTransformsOnly="TRUE" OutputChannelId="TrackedVideoStream">
<DefaultClientInfo>
<MessageTypes>
<Message Type="IMAGE" />
<Message Type="TRANSFORM" />
</MessageTypes>
<TransformNames>
<Transform Name="StylusToProbe" />
</TransformNames>
<ImageNames>
<Image Name="Image" EmbeddedTransformToFrame="Image" />
</ImageNames>
</DefaultClientInfo>
</PlusOpenIGTLinkServer>
<fCal
  StylusModelId="StylusModel"
  ImageDisplayableObject="LiveImage"
  NumberOfCalibrationImagesToAcquire="200"
  NumberOfValidationImagesToAcquire="100"
  NumberOfStylusCalibrationPointsToAcquire="200"
  RecordingIntervalMs="100"
  MaxTimeSpentWithProcessingMs="70"
  ImageCoordinateFrame="Image"
  ProbeCoordinateFrame="Probe"
  ReferenceCoordinateFrame="Tracker"
  TransducerOriginCoordinateFrame="TransducerOrigin"
  TransducerOriginPixelCoordinateFrame="TransducerOriginPixel"
  TemporalCalibrationDurationSec="20"
  FixedChannelId="VideoStream"
  FixedSourceId="Video"
  MovingChannelId="TrackerStream"
  MovingSourceId="ProbeToTracker"
  DefaultSelectedChannelId="TrackedVideoStream"
  FreeHandStartupDelaySec="5" />
</PlusConfiguration>
```

The flux « TrackedVideoStream » est envoyé à travers PlusOpenIGTLinkServer par le port 18944 modifiable par l'option « ListeningPort ». Les types d'informations envoyées sont précisées :

- IMAGE pour la vidéo
- TRANSFORM pour la **position du tracker de la sonde par rapport à celui du stylus.**

Paragraphe qui concerne la configuration de fCal. Dans le cas de notre setup expérimental, seule la calibration temporelle est faite à l'aide de fCal. Le paramètre « TemporalCalibrationDurationSec » permet de modifier la durée de la calibration

# HIERARCHIE DES DONNEES DANS 3D SLICER

# Données Slicer 3D



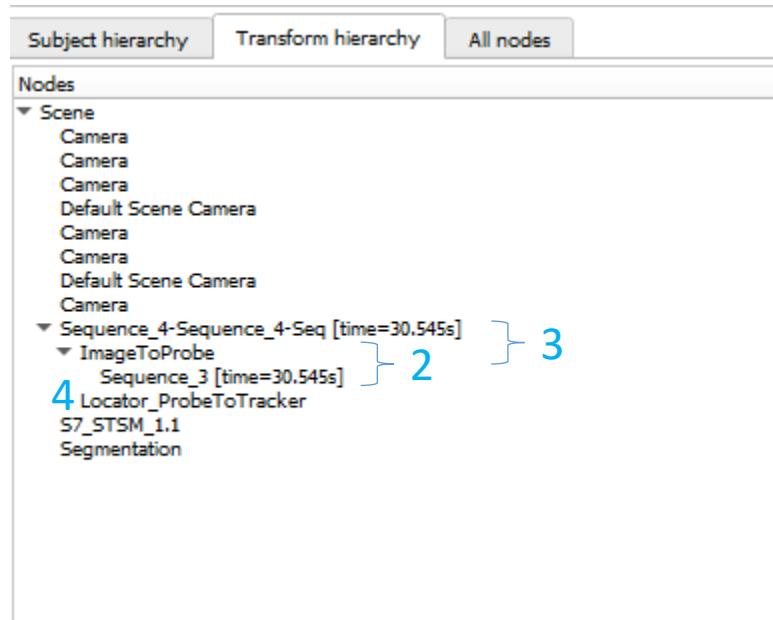
Nom	Modifié le	Type	Taille
2020-10-13-Scene.mrml	05/07/2022 11:46	Slicer supported file	801 Ko
2020-10-13-Scene.png	05/07/2022 11:46	Fichier PNG	136 Ko
ImageToProbe.h5	05/07/2022 11:45	Fichier H5	9 Ko
Locator_ProbeToTracker.vtk	05/07/2022 11:45	Fichier VTK	5 Ko
S7_STSM_1.1.nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	191 911 Ko
Segmentation.seg.nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	191 915 Ko
Sequence_3.seq.nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	8 244 716 Ko
Sequence_4-Sequence_4-Seq.seq.mha	05/07/2022 11:46	Fichier MHA	2 369 Ko
Table_1.schema.tsv	05/07/2022 11:46	Fichier TSV	4 Ko
Table_1.tsv	05/07/2022 11:46	Fichier TSV	1 Ko

# Données Slicer 3D

Nom	Modifié le	Type	Taille
2020-10-13-Scene.mrml	05/07/2022 11:46	Slicer supported file	801 Ko
2020-10-13-Scene.png	05/07/2022 11:46	Fichier PNG	136 Ko
ImageToProbe.h5	05/07/2022 11:45	Fichier H5	9 Ko
Locator_ProbeToTracker.vtk	05/07/2022 11:45	Fichier VTK	5 Ko
S7_STSM_1.1.nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	191 911 Ko
Segmentation(seg).nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	191 915 Ko
Sequence_3.seq.nrrd	05/07/2022 11:46	Fichier NRRD	8 244 716 Ko
Sequence_4-Sequence_4-Seq.seq.mha	05/07/2022 11:46	Fichier MHA	2 369 Ko
Table_1.schema.tsv	05/07/2022 11:46	Fichier TSV	4 Ko
Table_1.tsv	05/07/2022 11:46	Fichier TSV	1 Ko

- **2020-10-13-Scene.mrml** : fichier général de la « scène », qui liste tous les éléments que doit charger Slicer 3D pour avoir le workspace complet (donc les fichiers h5, vtk, nrrd, mha, etc.)
- **ImageToProbe.h5** : transformée fixe (n'évolue pas dans le temps) entre le tracker de la sonde et le référentiel de l'image échographique. Ce fichier est créé pendant la calibration de la sonde et peut être modifié à posteriori, pour refaire une reconstruction de volume 3D.
- **Locator\_ProbeToTracker.vtk** : modèle 3D d'aiguille (qui, dans ce cas, représente la position du tracker de la sonde.)
- **S7\_STSM\_1.1.nrrd** : volume 3D reconstruit à partir des sweeps multiples d'échographie 2D (créé par le module « Volume reconstruction » de Slicer 3D).
- **Segmentation(seg).nrrd** : Segmentation qui inclut les deux segments ST et SM, effectuée sur le volume S7\_STSM\_1.1.nrrd
- **Sequence\_3.seq.nrrd** : Ensemble des images échographiques 2D obtenues au cours de l'acquisition (image + timestamps).
- **Sequence\_4-Sequence\_4-Seq.seq.mha** : Ensemble des positions 3D du tracker de la sonde au cours de l'acquisition (transformée par rapport au référentiel du labo + timestamps).
- **Table\_1.schema.tsv / Table\_1.tsv** : tableau de résultats (dans ce cas, de volume des segmentations).

# Hiérarchie données



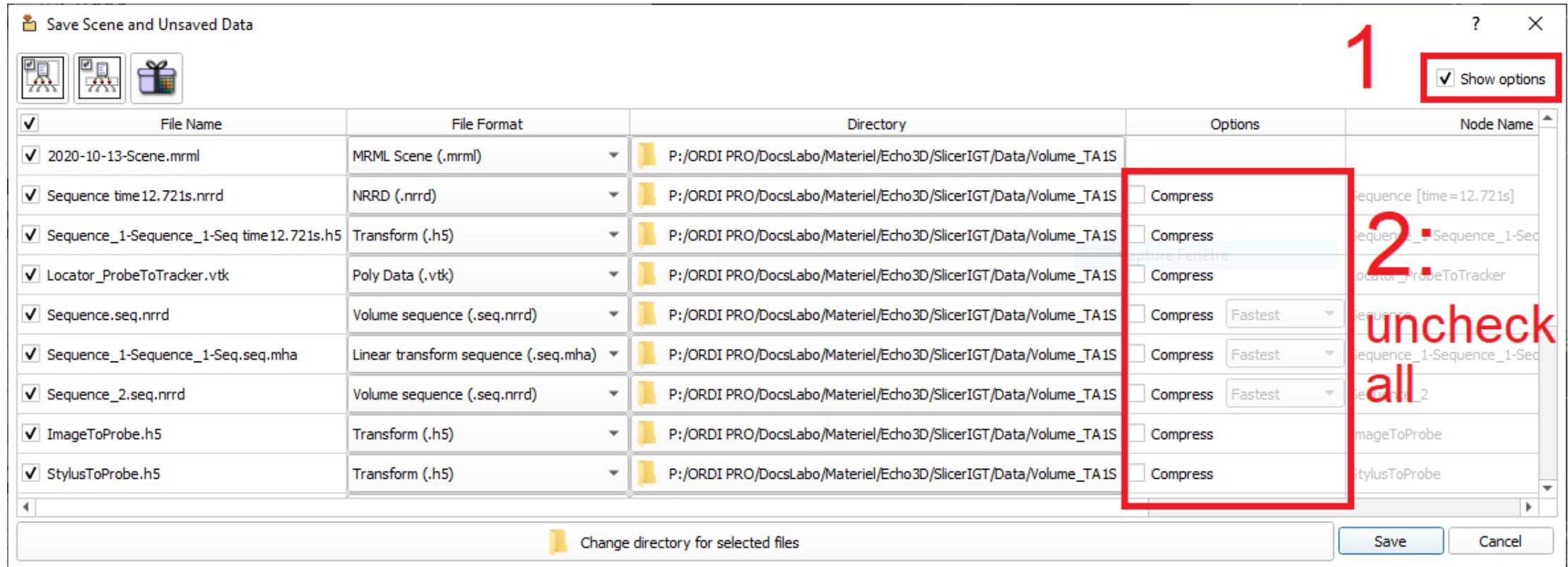
Cette hiérarchie est définie dans nos templates d'échographie 3D, au moment de création de la scène.

C'est grâce à cette hiérarchie que l'on peut observer les données correctement et que l'on peut reconstruire le volume 3D à partir des images échographiques **positionnées dans le référentiel labo**.

1. Les images échographiques 2D **Sequence\_3** sont brutes, non positionnées dans l'espace (donc dans le référentiel « image écho »).
2. On place ces images écho 2D dans le référentiel « tracker sonde » grâce à la transformée **ImageToProbe** qui a été créée lors de la calibration de la sonde
3. On place ces images écho 2D (situées dans le référentiel tracker sonde) dans le référentiel labo (qui évolue donc au cours de l'acquisition), grâce aux transformées **Sequence\_4-Sequence\_4-Seq**.
4. Pour visualiser le tracker de la sonde dans l'espace, on place le modèle 3D **Locator\_ProbeToTracker** (initialement neutre, dans aucun repère), comme dépendant des positions 3D du tracker, donc au même niveau que **ImageToProbe**.
5. Les autres éléments n'ont pas de hiérarchie particulière.

# **OPTION DE SAUVEGARDE**

# Sauvegarde de données



Pour gagner du temps au moment de sauvegarder les données (cela peut être long), il est possible de décocher l'option « Compress ». La sauvegarde en sera beaucoup plus rapide mais les données seront plus lourdes.

# CALIBRATION PIVOT

# CALIBRATION PIVOT

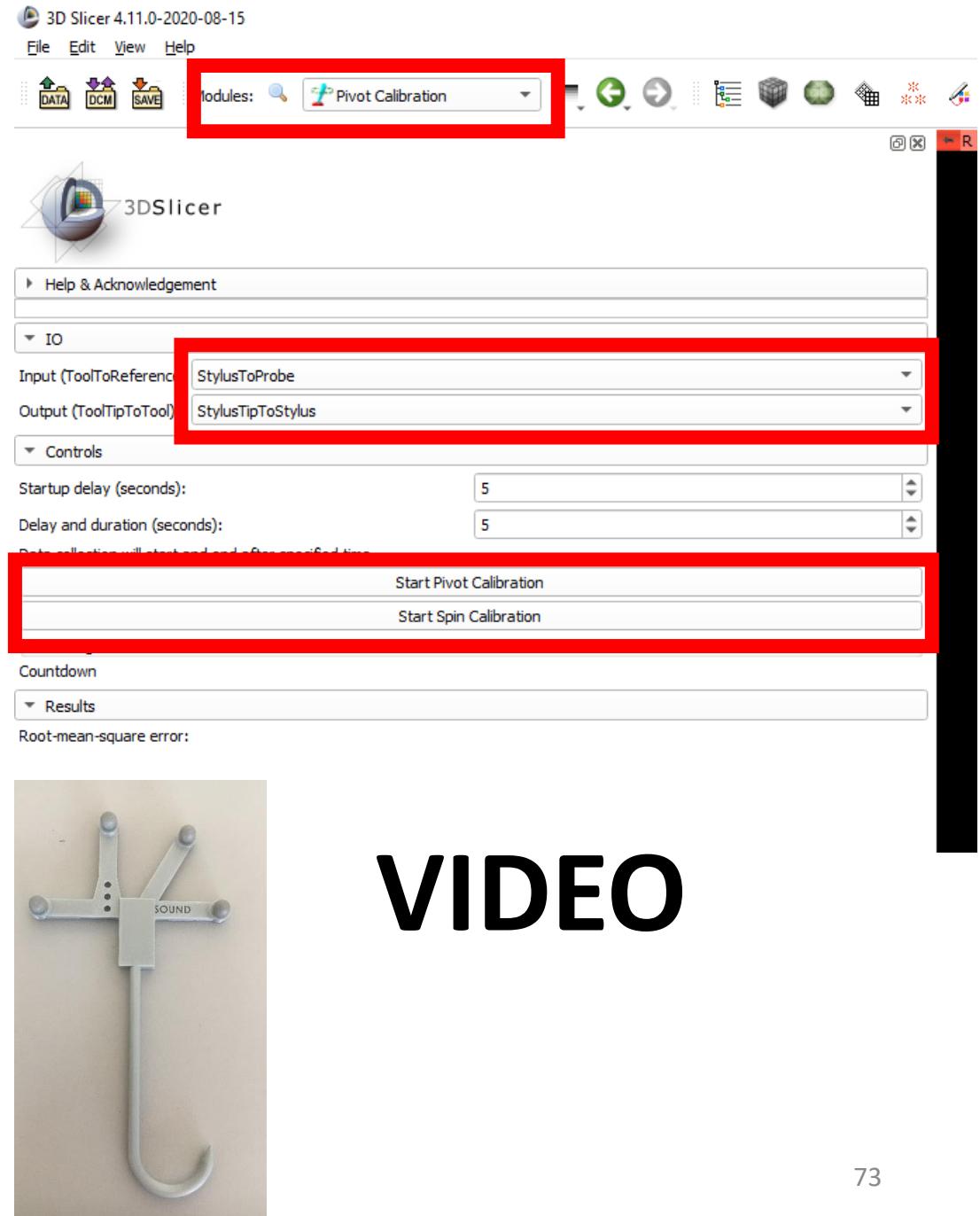
## A quoi sert-elle ?

- A calculer la matrice de translation/rotation entre le référentiel du stylus (les marqueurs sur le stylus) et la pointe du stylus.

## Quand la faire ?

- Si le stylus utilisé est différent de celui du labo (donc quasiment jamais)
- Note : attention, le tutoriel suivant n'est pas complet, il résume cependant les principales étapes de cette procédure

- Choisir le module ‘pivot calibration’
- Choisir input = StylusToProbe
- Choisir output =  
‘createnewlineartransform as...’ et la nommer ‘StylusTipToStylus’
- Cliquer sur ‘start pivot calibration’
- Maintenir la pointe du stylus dans une position **immobile** et tourner le stylus autour de sa pointe.
- Cliquer sur ‘start spin calibration’ et recommencer le même mouvement.  
L’intérêt de ‘spin calibration’ est quand le stylus n’est pas vertical mais avec un bout arrondi comme celui utilisé pour l’instant au labo.



# SPECIFIQUE AUX SSI

- Notes techniques résolution écho SSI :

- Résolution écho\_01 SuperShearingImaging 1680x1050
- Equivalent 42x26cm
- Zone d'intérêt à l'origine **6x3cm**
- Longueur rectangle **23x22cm**
- 42cm → 1680p
- Rapport 40
- Xcm → Xp