

Manuel d'utilisation du logiciel iQMetrix-CT

Table des matières

I.	Création d'un fantôme.....	2
II.	Création des fichiers .json pour le calcul du NPS et de la TTF.....	5
1.	Création du fichier .json pour le calcul du NPS (onglet par défaut)	7
2.	Création du fichier .json pour le calcul du TTF (onglet TTF).....	11
III.	Calcul du NPS	13
1.	Batch Mode Off.....	14
2.	Batch Mode On	17
IV.	Calcul de la TTF.....	19
1.	Batch Mode Off.....	20
2.	Batch Mode On	28
V.	Calcul de l'index de détectabilité	30
1.	Batch Mode Off.....	31
2.	Batch Mode On	36

Recommandations pour une bonne utilisation du logiciel

- Il est conseillé, d'avoir au préalable positionner les images reconstruites à analyser dans plusieurs dossiers avec des noms explicites et les placer dans un répertoire donné.

- Dans ce répertoire, il est conseillé de n'avoir que des images reconstruites avec les mêmes positions en z afin de pouvoir faire une analyse de celles-ci en mode batch.

- Il est également conseillé de rajouter systématiquement une acquisition avec un niveau de dose élevée ($CTDI_{vol} > 20$ mGy pour un fantôme standard) pour faciliter la détection des inserts pour le calcul de la TTF.

Auteurs : J. Greffier & Y. Barbotteau

Relecteurs : D. Dabli & D. Defez

Version 1.0 – avril 2022

I. Création d'un fantôme

Le logiciel IQMetrix-CT propose par défaut deux fantômes de qualité image parmi les plus utilisés en routine, le fantôme ACR CT 464 et le fantôme Catphan 600.

Cependant, n'importe quel fantôme peut être créé dans le logiciel s'il possède une section homogène pour le calcul du Noise Power Spectrum (NPS) et/ou une section avec des inserts cylindriques pour le calcul de la Task-based Transfer Function (TTF).

Pour créer un fantôme, il faut cliquer sur le bouton ci-dessous :

Manage Config File and Phantom

Ensuite, il faut cliquer sur le bouton ci-dessous :

Add a New Phantom

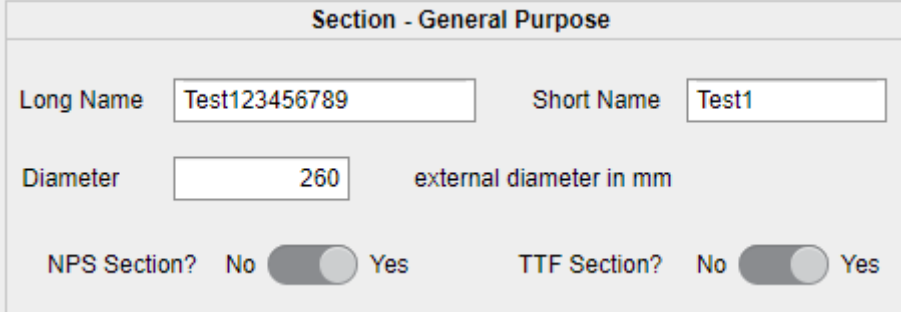
Une nouvelle fenêtre « *Phantom Manager* » s'ouvre alors :

Add New Phantom Template

Pour créer un nouveau fantôme, il faut cliquer sur le bouton

Vous devez ensuite :

- saisir les noms, long et court, de votre fantôme dans les cases « **Long name** » et « **Short name** ». Le même nom peut être utilisé pour les deux cases. Le nom saisi dans « **Short name** » remontera par la suite dans la colonne « **List of Phantomss** »
- saisir le diamètre externe (en mm) de votre fantôme dans la case « **Diameter** ».
- définir si votre fantôme comporte des sections pour le calcul du NPS et/ou de la TTF



The form is titled "Section - General Purpose". It contains the following fields and controls:

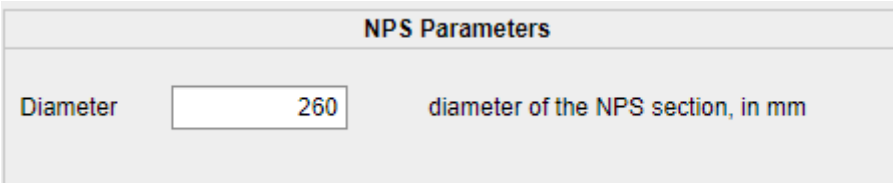
- Long Name**: Text input field with the value "Test123456789".
- Short Name**: Text input field with the value "Test1".
- Diameter**: Text input field with the value "260". To its right is the label "external diameter in mm".
- NPS Section?**: A toggle switch currently set to "No".
- TTF Section?**: A toggle switch currently set to "No".

- saisir le nom du fantôme que vous souhaitez voir apparaître dans votre fichier .json de configuration du fantôme dans « **Filename** ».



The form is titled "Filename". It contains a text input field with the value "Test1" followed by ".json".

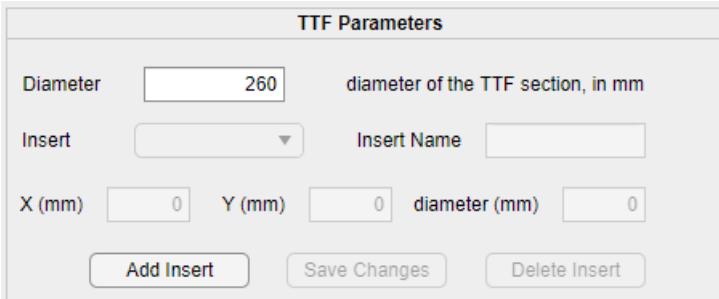
- Si votre fantôme comporte une section pour le calcul du NPS, vous devez saisir le diamètre (en mm) de la section où le NPS sera calculé (la section homogène sans les bords).



The form is titled "NPS Parameters". It contains the following fields and controls:

- Diameter**: Text input field with the value "260". To its right is the label "diameter of the NPS section, in mm".

- Si votre fantôme comporte une section pour le calcul de la TTF, vous devez saisir le diamètre (en mm) de la section où le TTF sera calculée.



The form is titled "TTF Parameters". It contains the following fields and controls:

- Diameter**: Text input field with the value "260". To its right is the label "diameter of the TTF section, in mm".
- Insert**: A dropdown menu.
- Insert Name**: Text input field.
- X (mm)**: Text input field with the value "0".
- Y (mm)**: Text input field with the value "0".
- diameter (mm)**: Text input field with the value "0".
- Buttons**: "Add Insert", "Save Changes", and "Delete Insert".

Ensuite, cliquer sur « **Add Insert** » et saisir les informations ci-dessous de l'insert :

- le nom de l'insert dans « **Insert Name** »
- la position en X et Y (en mm) du centre de l'insert.,
- le diamètre (en mm) de l'insert,

- une fois toutes les informations saisies, vous devez cliquer sur « **Save changes** » pour enregistrer votre insert



Pour trouver les positions en X ou Y de vos inserts, vous pouvez utiliser le manuel d'utilisateur du fantôme, certains précisent les positions, ou les trouver directement sur les images du fantôme avec un logiciel de traitement d'image. Le diamètre des inserts est normalement disponible dans le manuel d'utilisateur du fantôme. Vous pouvez le mesurer directement sur les images du fantôme avec un logiciel de traitement d'image.

Vous devez ensuite renouveler ces 5 étapes pour tous les inserts que vous souhaitez rajouter.

Si vous souhaitez supprimer un insert, vous pouvez également cliquer sur « **Delete Insert** ».

Une fois toutes ces étapes réalisées, vous devez enregistrer votre fantôme en cliquant sur

Save Modifications

Le nom saisi dans « **Short name** » apparaît alors dans la colonne « **List of Phantoms** ».

Si vous souhaitez apporter des modifications à votre template de fantôme, vous pouvez le faire en le sélectionnant dans la colonne « **List of Phantoms** ».

Si vous souhaitez le supprimer, sélectionnez le template du fantôme à supprimer dans la colonne « **List of Phantoms** ». Puis, cliquer sur « delete Phantom Template »

Delete Phantom Template

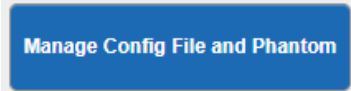
Une fois vos différentes actions terminées, vous pouvez fermer la fenêtre « **Phantom Manager** ».

II. Création des fichiers .json pour le calcul du NPS et de la TTF



Pour faciliter la détection du fantôme, le positionnement des ROIs pour le NPS et la recherche des inserts pour la TTF, il est primordial d'utiliser une série d'images de haute qualité (haut niveau de dose et kernel mou). En particulier pour les inserts permettant le calcul de la TTF, ceux-ci doivent être parfaitement visibles.

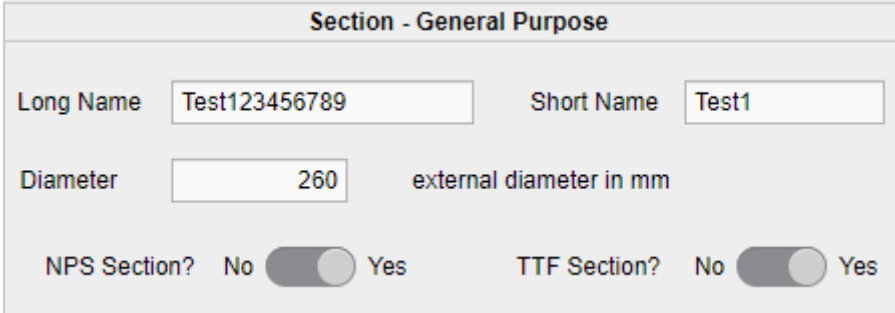
Pour créer le fichier .json pour le calcul du NPS et/ou pour le calcul de la TTF, vous devez cliquer sur



Manage Config File and Phantom

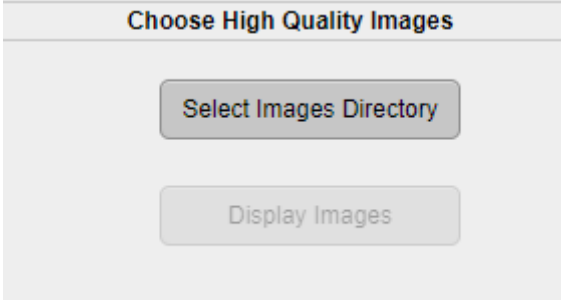
Ensuite, vous devez sélectionner dans la colonne « **List of Phantoms** », le template du fantôme qui sera utilisé.

Dans la section « **General Purpose** » ci-dessous, les principaux éléments de configuration du fantôme sélectionné sont rappelés



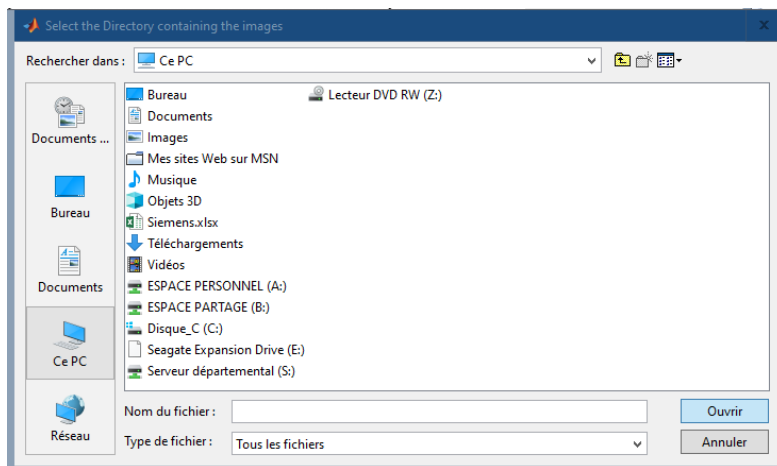
The screenshot shows a configuration window titled "Section - General Purpose". It contains several input fields and toggle switches. The "Long Name" field is filled with "Test123456789" and the "Short Name" field is filled with "Test1". The "Diameter" field is filled with "260" and is followed by the text "external diameter in mm". At the bottom, there are two toggle switches: "NPS Section?" which is currently set to "No", and "TTF Section?" which is also currently set to "No".

Enfin, pour pouvoir choisir les coupes à sélectionner et positionner les ROIs utiles pour calculer le NPS et/ou la TTF, vous devez sélectionner une série d'images du fantôme en cliquant sur « **Select Images Directory** ».

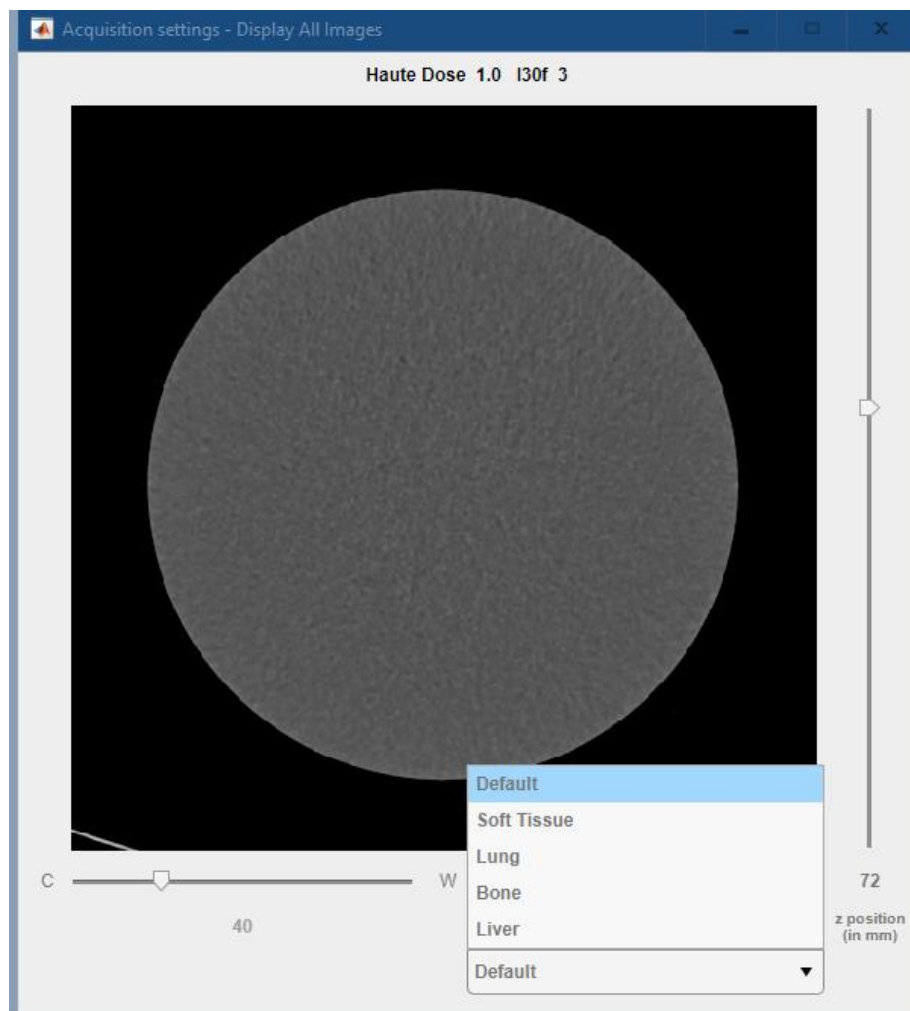


The screenshot shows a window titled "Choose High Quality Images". It contains two buttons: "Select Images Directory" and "Display Images".

Une fenêtre s'ouvre ensuite, vous devez aller sélectionner le **DOSSIER** contenant les images que vous souhaitez utiliser **et non les images présentes dans le DOSSIER**.



En cliquant, ensuite sur « **Display Images** », une nouvelle fenêtre s'ouvre, présentant l'ensemble des images présentes dans le dossier sélectionné.



Dans cette fenêtre, vous pouvez faire défiler les images avec la barre latérale et modifier le fenêtrage des images soit de manière manuelle, soit en utilisant les 5 fenêtrages prédéfinis.



Lorsqu'une fenêtre de visualisation des images est active, les flèches haut/bas permettent de faire défiler les images ; la touche q permet de fermer la fenêtre.

1. Création du fichier .json pour le calcul du NPS (onglet par défaut)

- **Sélection des coupes**

Dans la fenêtre « **Display images** » repérez visuellement la position z de la première et la dernière coupe couvrant la zone où le NPS sera calculé.

Si les coupes que vous avez sélectionnées sont consécutives, rentrez la position de début dans « **Start** » et de fin dans « **Stop** ».

Si les coupes ne sont pas consécutives et que vous souhaitez exclure certaines coupes dans votre ensemble de coupes, vous devez cliquer sur « **Split** » « **On** »

The image shows two versions of the '1) Select Slices' dialog box. The left version has 'Start' at -24, 'Stop' at 137, 'Start 2' at -24, 'Stop 2' at 137, and the 'Split' toggle is 'Off'. The right version has 'Start 1' at -24, 'Stop 1' at 50, 'Start 2' at 60, 'Stop 2' at 137, and the 'Split' toggle is 'On'. Both versions have 'Validate' and 'Reset' buttons at the bottom.



Dans tous les cas, la valeur numérique de la position de début doit être inférieure à la valeur numérique de la position de fin. Les valeurs saisies doivent correspondre exactement à celles disponibles dans les informations DICOM.

Une fois que vous avez saisi les positions de début et fin, vous pouvez cliquer sur « **Validate** ».

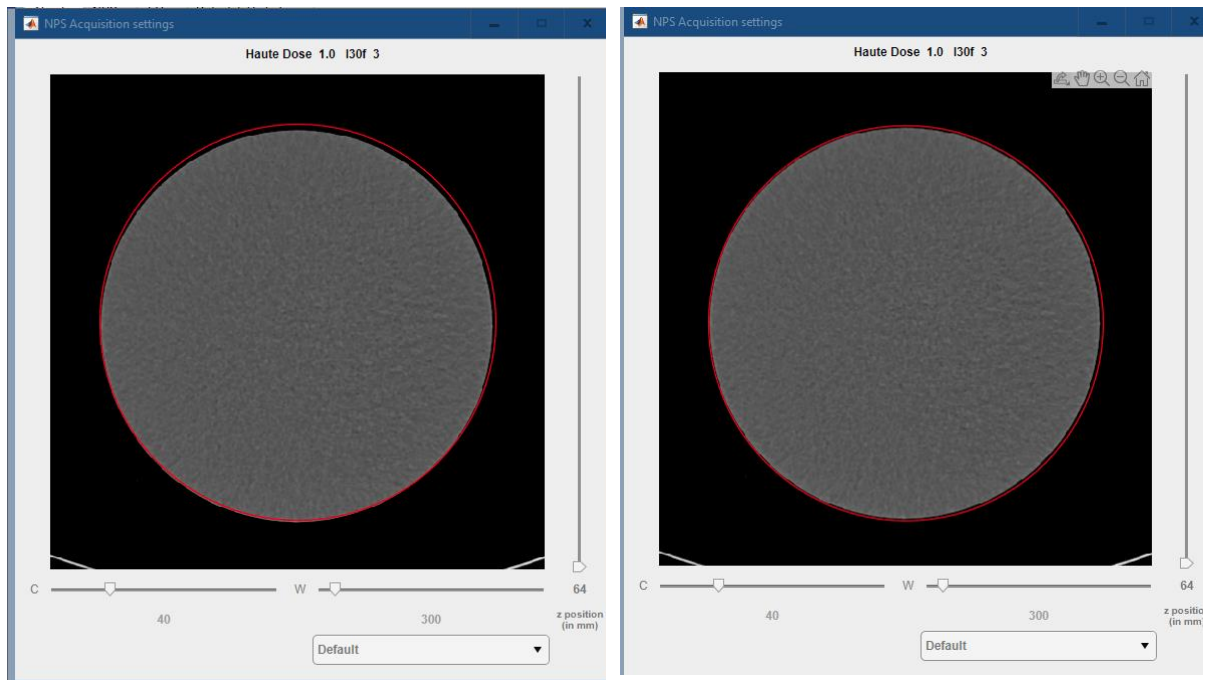
- **Méthodes de centrage**

Une nouvelle fenêtre s'ouvre pour le centrage du fantôme avec le nombre d'images sélectionnées à l'étape précédente.

The image shows the '2) Centering Method' dialog box. It has three buttons: 'Automatic', 'Move to Center' (which is highlighted), and 'Move Manually'. Below these are sliders for X and Y. At the bottom, it says 'Center Coordinates (pixel) : X 256 Y 256' and has 'Validate' and 'Reset' buttons.

Un cercle rouge, correspondant à la valeur du diamètre externe défini lors de la configuration du fantôme pour la section NPS, positionné au centre de l'image, apparaît.

Si le fantôme est décentré, le décalage apparaît alors sur l'image.



Vous pouvez toujours faire défiler les images avec la barre latérale et modifier le fenêtrage des images soit de manière manuelle, soit en utilisant les 5 fenêtrages prédéfinis.

Vous avez la possibilité :

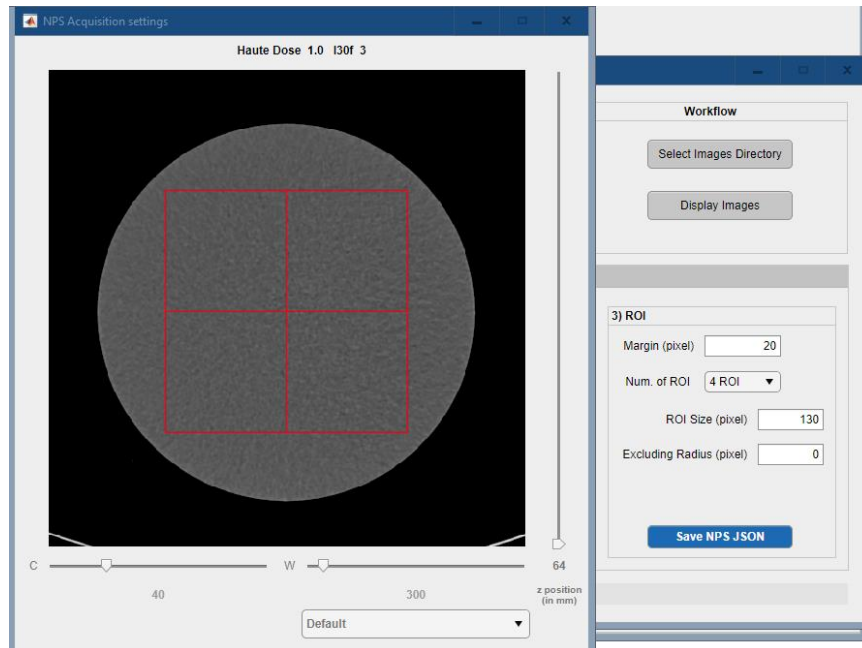
- soit de laisser le logiciel centrer de manière automatique le cercle rouge sur le fantôme en cliquant sur « **Automatic** »
- soit de déplacer manuellement en X et/ou en Y le cercle rouge en cliquant sur « **Move Manually** »

Dans tous les cas vous pouvez revenir la position initiale en cliquant sur « **Move to Center** »

Une fois que le centrage du cercle rouge sur le fantôme vous semble correct, vous pouvez cliquer sur « **Validate** ».

- **Choix du nombre de ROIs et positionnement des ROIs**

Une nouvelle fenêtre s'ouvre pour positionner le ou les ROIs pour le calcul du NPS.



Comme précisé dans le rapport du GT SFPM, l'utilisateur peut choisir de sélectionner une ROI ou 4 ROIs.

Dans tous les cas, vous devez renseigner une marge entre le bord du fantôme et la ou les ROIs en rentrant une valeur en pixel dans « **Margin (pixel)** ». Une marge minimale en nombre de pixels correspondant à une marge de 10 mm est imposée par le logiciel. Le but de cette marge est de s'affranchir des modifications de la texture du bruit que l'on pourrait rencontrer à l'interface air / fantôme.

Ensuite, vous devez sélectionner le nombre de ROI(s)

- Si vous avez sélectionné « 4 ROIs », vous devez également saisir en pixel la marge entre le centre du fantôme et vos ROIs dans « **Excluding Radius (pixel)** ».



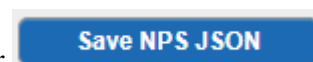
La valeur saisie peut être égale à 0 si vous souhaitez avoir des ROIs jointives.

La taille des ROIs se calcule automatiquement en fonction des deux valeurs de marges saisies. Cependant, si vous le souhaitez, vous avez la possibilité de saisir une taille de ROI plus petite dans la case « **ROI Size (pixel)** »

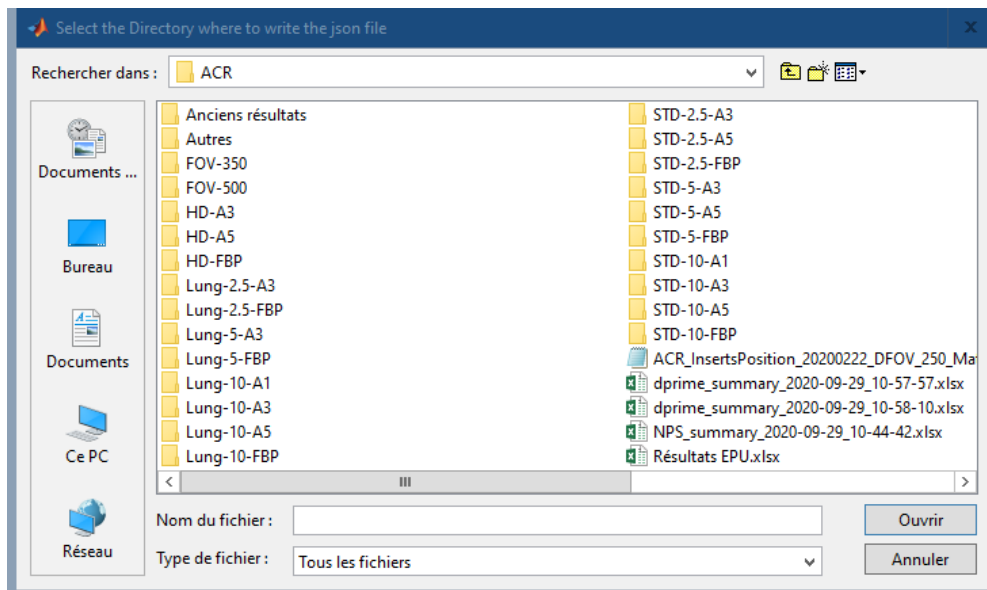
- Si vous avez sélectionné « 1ROI », la taille de la ROI se calcule automatiquement en fonction de la valeur de la marge avec le bord externe saisie. Cependant, si vous le souhaitez, vous avez la possibilité de saisir une taille de ROI plus petites dans la case « **ROI Size (pixel)** »

- **Sauvegarde du fichier .json**

Une fois toutes ces étapes réalisées, vous pouvez cliquer sur

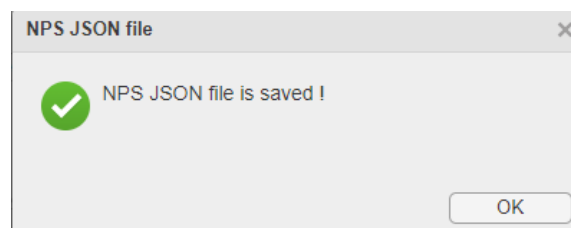


Une nouvelle fenêtre s'ouvre.



Pour enregistrer le fichier .json du NPS, vous devez sélectionner le **DOSSIER** dans lequel vous souhaitez que ce fichier soit enregistré puis cliquer sur « **Ouvrir** ».

Le message suivant apparaît alors



Un fichier .json est alors enregistré dans le dossier sélectionné, avec le nom suivant :

« *Nom du fantôme_NPS_ROIs_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice* »

2. Création du fichier .json pour le calcul du TTF (onglet TTF)

Les étapes de « **Sélection de coupes** » et « **Méthodes de centrage** » sont similaires à celles décrites pour la création du fichier .json pour le calcul du NPS.

- Recherche des inserts

Une fois les coupes sélectionnées et le cercle rouge centré sur le fantôme, le logiciel va chercher automatiquement les inserts saisis dans la configuration du template du fantôme sélectionné.

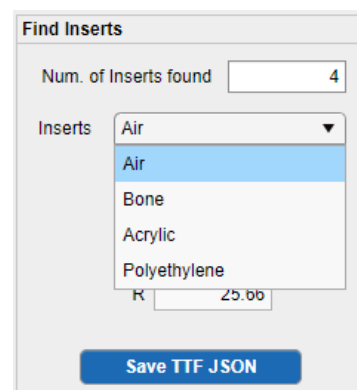
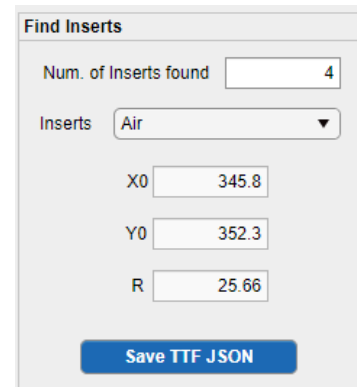
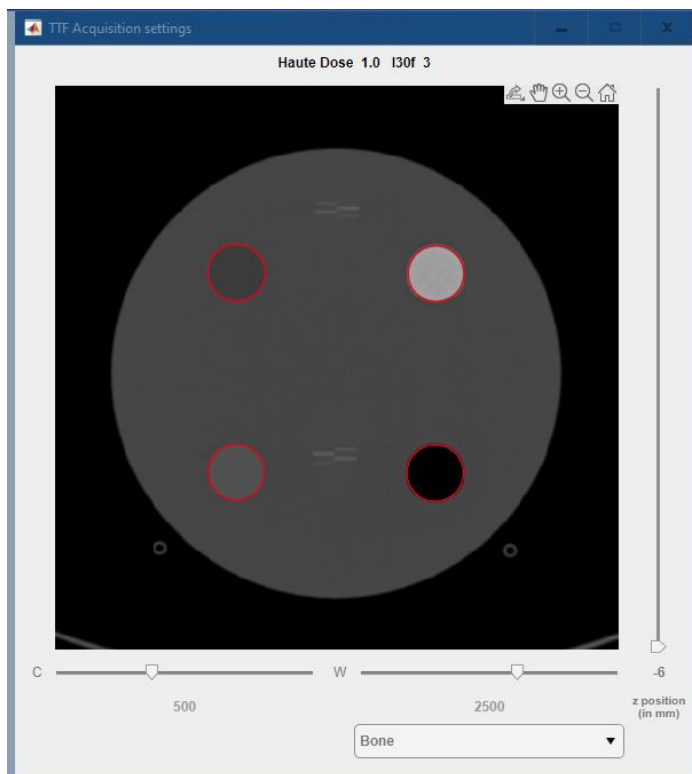
Si les images utilisées sont de qualité suffisante et les positions des inserts correctement saisies, le logiciel est en mesure de détecter l'ensemble des inserts saisis dans le template du fantôme.

A la fin de sa recherche automatique, le logiciel précise le nombre d'inserts détectés dans « *Num of inserts found* ».

Les différents inserts sont alors repérés dans la fenêtre « *TTF Acquisition settings* ». Les différents cercles rouges positionnés sur les inserts permettent de s'assurer de la bonne détection des inserts du fantôme.

Dans la rubrique « *Inserts* » sont listés les noms des différents inserts détectés, correspondant aux noms saisis dans le template du fantôme.

Pour chaque insert, les positions du centre de l'insert « *X0* » et « *Y0* » ainsi que le rayon « *R* » du cercle rouge sont précisés.

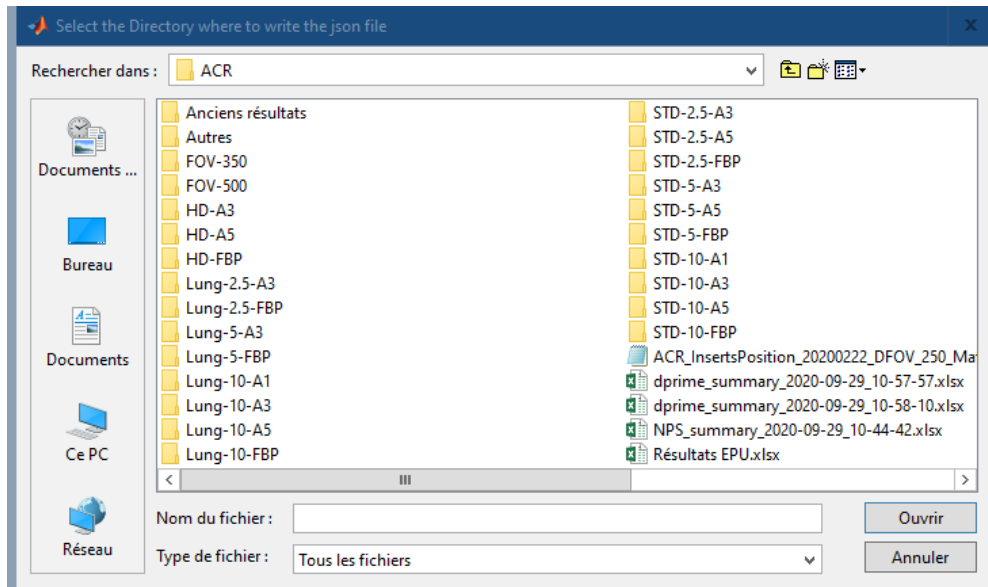


- **Sauvegarde du fichier .json**

Une fois toutes ces étapes réalisées, vous pouvez cliquer sur

Save TTF JSON

Une nouvelle fenêtre s'ouvre.



Pour enregistrer le fichier .json de la TTF, vous devez sélectionner le **DOSSIER** dans lequel vous souhaitez que ce fichier soit enregistré puis cliquer sur « **Ouvrir** ».

Le message suivant apparaît alors

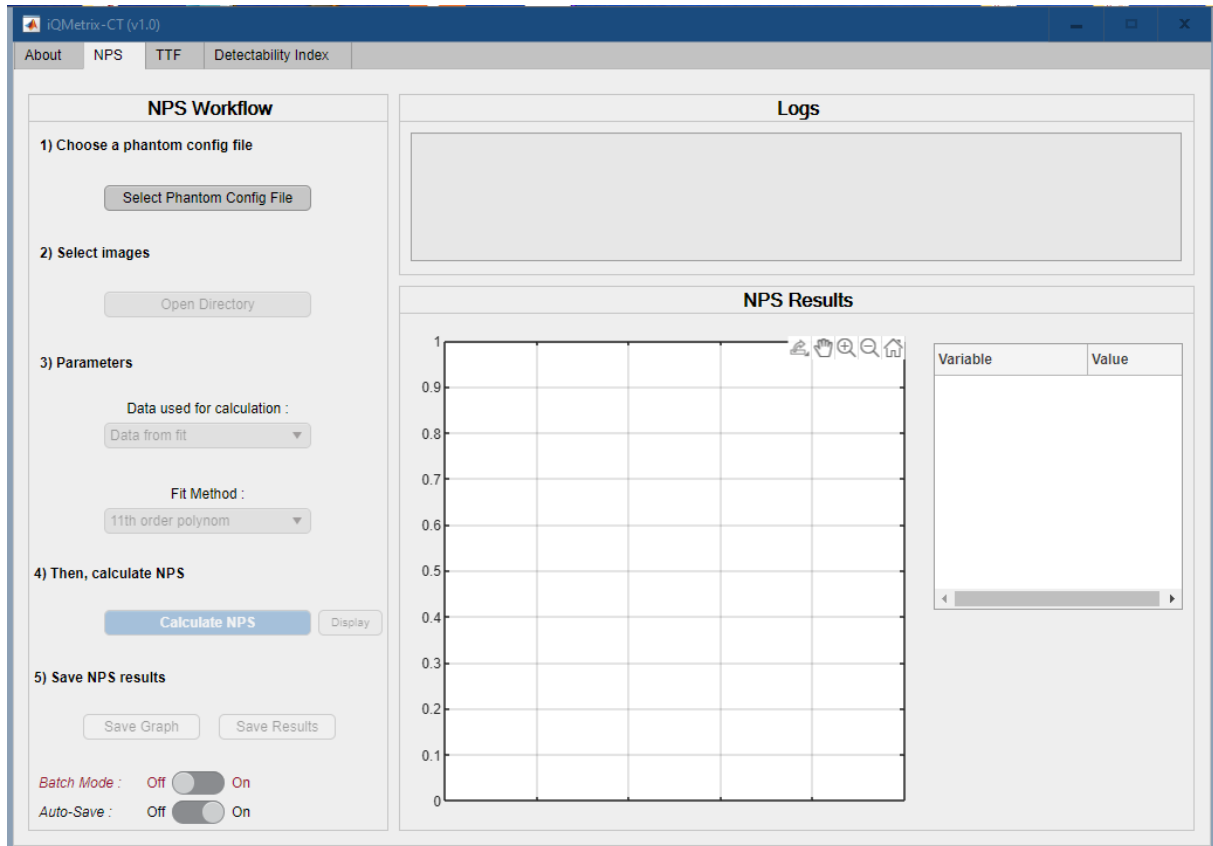


Un fichier .json est alors enregistré dans le dossier sélectionné, avec le nom suivant :

« *Nom du fantôme_TTF_Inserts_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice* »

III. Calcul du NPS

Pour calculer le NPS, vous devez cliquer sur l'onglet « **NPS** » situé en haut à gauche de l'interface graphique du logiciel.



Le logiciel laisse la possibilité à l'utilisateur de choisir d'analyser les images dans un seul dossier « **Batch Mode Off** » ou d'analyser automatiquement les images de l'ensemble des dossiers sélectionnés par l'utilisateur « **Batch Mode On** ».

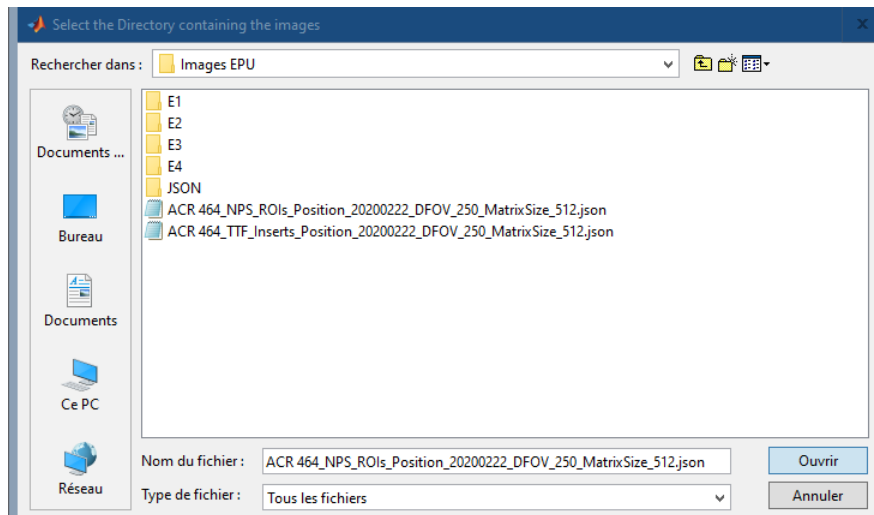


*Nous vous conseillons, de sélectionner dans un premier temps le mode « **Batch Mode Off** » pour vérifier la bonne sélection des coupes, le bon positionnement des ROIs et vérifier la pertinence de la courbe de NPS obtenue. En cas de problème, il faudrait donc recréer le fichier .json pour le calcul du NPS.*

1. Batch Mode Off

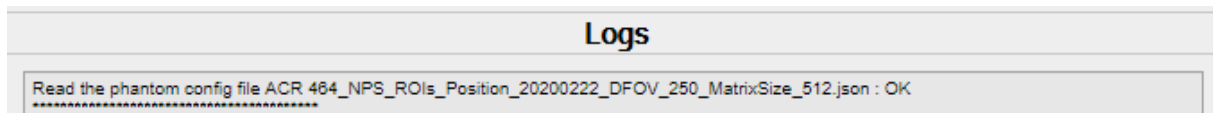
- *Sélection du fichier de configuration*

Vous devez cliquer sur « **Select Phantom Config File** » et sélectionner le fichier .json enregistré pour le calcul du NPS



« *Nom du fantôme_NPS_ROIs_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice* »

Une fois le bon fichier sélectionné, le message suivant apparaîtra dans la fenêtre « **Logs** » :



- *Sélection des images sur lesquelles le calcul sera effectué*

Vous devez sélectionner le **DOSSIER** contenant les images à analyser en cliquant sur « **Open Directory** ».



Les positions en z des coupes sur les images à analyser doivent être identiques à celles des images utilisée pour créer le fichier .json.

Une fois les images sélectionnées, 3 nouvelles lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** »



Dans la 1^{ère} étape, le logiciel lit l'ensemble des images DICOM présentes dans le répertoire sélectionné.

Dans la 2^{ème} étape, le logiciel trie les images utiles grâce au fichier .json et les convertit en matrice pour le calcul.

Dans la 3^{ème} étape, le logiciel stocke les paramètres présents dans les en-tête DICOM pertinents pour le calcul.

Si chacune de ces 3 étapes se passe correctement, « **OK** » est alors écrit sinon « **ERROR** » apparaît.

En cas d'erreur, vous devez vérifier les images du dossier que vous avez sélectionné.

- **Sélection des paramètres d'ajustement de la courbe de NPS**

L'utilisateur peut choisir soit d'avoir une courbe de NPS basée sur les données brutes, c'est-à-dire non ajustée (fitée) « **Data used for calculation : Raw Data** », soit d'avoir une courbe de NPS ajustée « **Data used for calculation : Data from fit** ».

Si l'utilisateur, choisi « **Data used for calculation : Data from fit** », deux types de fit sont alors proposés : soit un fit polynomial d'ordre 11 « **11th order polynom** », soit un filtre de lissage de type « **smoothing splines** ».



Lorsque l'utilisateur sélectionne « **Data used for calculation : Data from fit** », deux courbes de NPS sont proposées, la courbe brute et la courbe ajustée.

Par défaut, le logiciel propose « **Data used for calculation : Data from fit** » et le fit « **11th order polynom** ». Par ailleurs, l'utilisateur doit s'assurer que les courbes de NPS obtenus présentent des résultats qui ne sont pas aberrants. Par exemple la présence d'artéfacts peut fausser le calcul.

- **Vérification du positionnement des ROIs et des coupes sélectionnées (facultatif)**

Vous pouvez cliquer sur « **Display** » pour visualiser le positionnement des ROIs et la/les coupes sélectionnées pour le calcul du NPS.

Comme précisé précédemment, dans cette fenêtre, vous pouvez faire défiler les images avec la barre latérale et modifier le fenêtrage des images soit de manière manuelle, soit en utilisant les 5 fenêtrages prédéfinis.

- **Calcul du NPS**

Pour calculer le NPS, vous devez ensuite cliquer sur

Calculate NPS

Deux nouvelles lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** » correspondantes au calcul du NPS et à la sauvegarde des résultats du NPS.



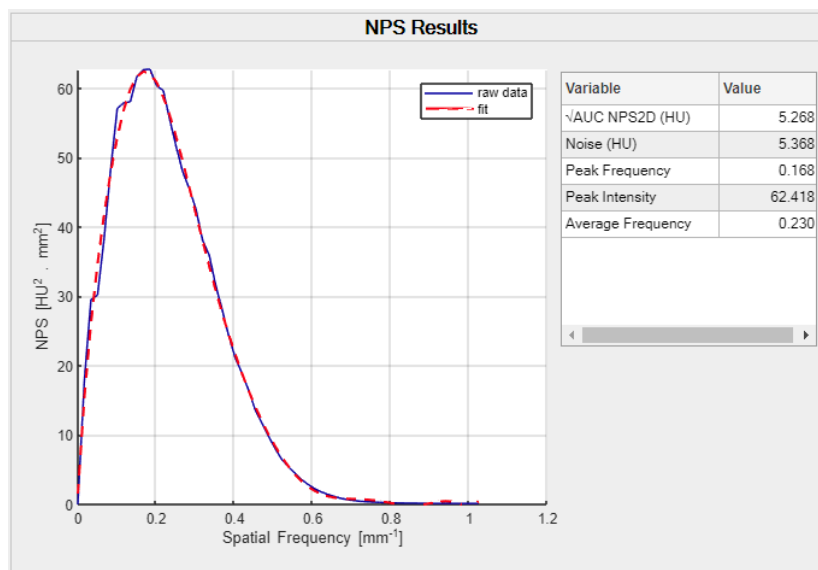
Si chacune de ces 2 étapes se passe correctement, « **OK** » est alors écrit sinon « **ERROR** » apparaît.

En cas d'erreur, vous devez vérifier les images du dossier que vous avez sélectionné.

Une fois le NPS calculé, le logiciel affiche la courbe du NPS 1D (avec la courbe de fit le cas échéant) et les données principales de caractérisation de la courbe de NPS :

- la racine carrée de l'aire sous la courbe du NPS 2D ($\sqrt{AUC \text{ NPS2D}} (HU)$) ;
- du bruit moyen dans l'ensemble des ROIs (*Noise (HU)*) ;
- l'amplitude du pic du NPS (*Peak intensity*) ;
- la fréquence spatiale du pic du NPS peak (*Peak intensity en mm⁻¹*) ;
- la fréquence spatiale moyenne de la courbe du NPS (*Average frequency, en mm⁻¹*).

Vérifier que $\sqrt{AUC \text{ NPS2D}} (HU) \approx \text{Noise}(HU)$ permet de valider la mesure de la courbe NPS.

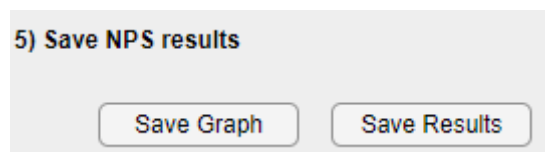


○ Sauvegarde des résultats

Par défaut, le mode « **Auto-Save** » est activé. Ce mode permet de sauvegarder 4 fichiers dans le dossier contenant les images analysées :

- *NPS_parameters.txt* => fichier texte contenant les paramètres de calcul
- *NPS_results.txt* => fichier texte contenant les valeurs des 5 résultats
- *NPS1D.csv* => courbe 1D sauvegardée sous forme de tableur
- *NPS2D.mat* => fichier Matlab utilisé pour le calcul de l'index de détectabilité

Si le mode « **Auto-Save** » n'est pas activé, vous pouvez sauvegarder ces 5 fichiers en cliquant sur « **Save Results** »



Vous pouvez également sauvegarder en png ou en pdf, la figure du NPS affichée dans « **NPS Results** », en cliquant sur « **Save Graph** ». Une nouvelle fenêtre s'ouvre alors pour sélectionner l'emplacement souhaité pour enregistrer cette figure.



Vous avez également la possibilité de sauvegarder, ou zoomer/dézoomer ou déplacer cette figure en utilisant les boutons présents en haut à droite de la figure



2. Batch Mode On

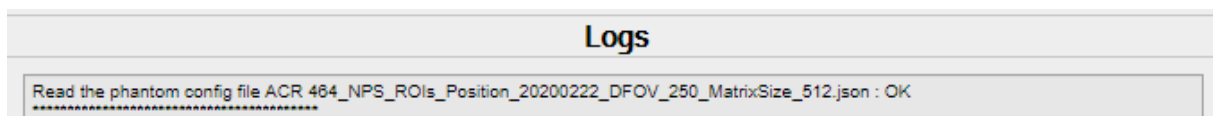
/ ! Pré-requis indispensable : Les images contenues dans l'ensemble des dossiers à analyser doivent avoir exactement les mêmes positions en z et la même taille de matrice.

- **Sélection du fichier de configuration**

Vous devez cliquer sur « **Select Phantom Config File** » et sélectionner le fichier .json enregistré pour le calcul du NPS

« **Nom du fantôme_NPS_ROIs_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice** »

Une fois le bon fichier sélectionné le message suivant apparaîtra dans la fenêtre « **Logs** » :



Les positions en z des coupes sur les images des dossiers à analyser doivent être identiques à celles des images utilisées pour créer le fichier .json.

- **Sélection des images sur lesquelles le calcul sera effectué**

Vous devez sélectionner tous les **DOSSIERS** que vous souhaitez analyser en cliquant sur « **Open Directories** ».

- **Sélection des paramètres d'ajustement de la courbe de NPS**

L'utilisateur doit choisir soit « **Data used for calculation : Raw Data** », soit « **Data used for calculation : Data from fit** » avec un des deux fits.

- **Calcul du NPS**

Pour calculer le NPS, vous devez ensuite cliquer sur

Calculate NPS

Les 5 étapes définies précédemment apparaissent alors en paquet dans la fenêtre « **Logs** » pour chaque dossier analysé.

```

Read the phantom config file ACR_464_NPS_ROIs_Position_20200222_DFOV_250_MatrixSize_512.json : OK
*****
Step 1/5 - Read DICOM Images from E:\GT\Test_IQMetrix\EPU\ACR\STD-10-A1
Step 2/5 - Sort and Convert Images : OK
Step 3/5 - Store Relevant Parameters : OK
Step 4/5 - Calculated NPS : OK
Step 5/5 - NPS Results are saved : OK
*****

```

Si chacune de ces 5 étapes se passent correctement, « **OK** » est alors écrit pour chaque ligne sinon « **ERROR** » apparaît.

A la fin des calculs, une nouvelle ligne apparaît dans la fenêtre « **Logs** »

```

*****
** Batch Mode: Calculs are Finished **
*****

```



En mode Batch, aucune figure ni résultats n'apparaissent sur le logiciel.

- **Sauvegarde des résultats**

En mode Batch, le mode « **Auto-Save** » est activé et ne peut pas être désactivé.

Dans chaque dossier analysé, les 4 fichiers définis précédemment sont enregistrés.

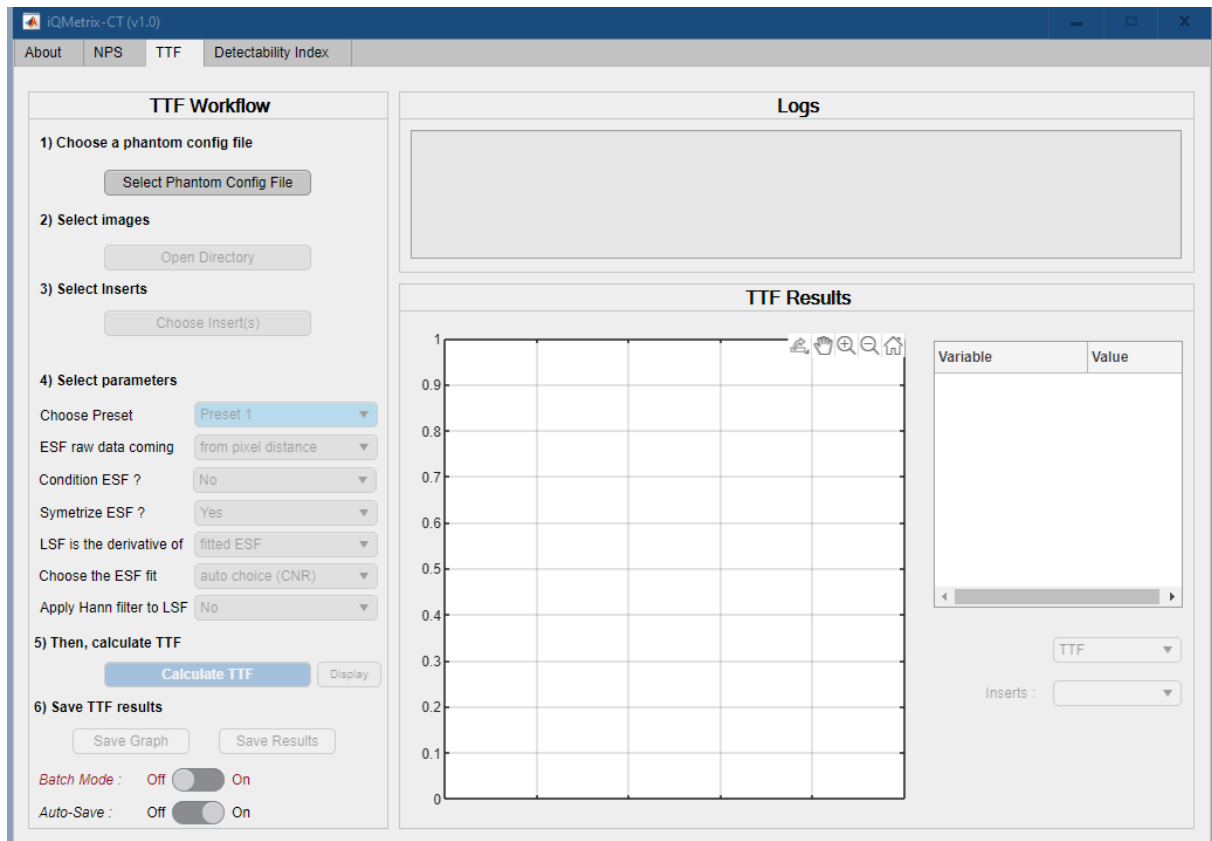
En complément un fichier Excel supplémentaire est enregistré à la racine des dossiers analysés. Ce fichier se nomme « **NPS_summary_Date de l'analyse_Heure de l'analyse.xlsx** ».

Ce fichier comporte trois onglets :

- 1^{er} onglet comportant les valeurs des 5 paramètres calculés par dossier analysé
- 2^{ème} onglet les courbes de NPS 1D non ajustées (**NPS Raw Data**) calculées par dossier analysé
- 3^{ème} onglet les courbes de NPS 1D ajustées (**NPS Fit Data**) calculées par dossier analysé

IV. Calcul de la TTF

Pour calculer la TTF, vous devez cliquer sur l'onglet « **TTF** » situé en haut à gauche de l'interface graphique du logiciel.



Le logiciel laisse la possibilité à l'utilisateur le choix d'analyser les images d'un seul dossier « **Batch Mode Off** » ou d'analyser les images de l'ensemble des dossiers sélectionnés par l'utilisateur « **Batch Mode On** ».

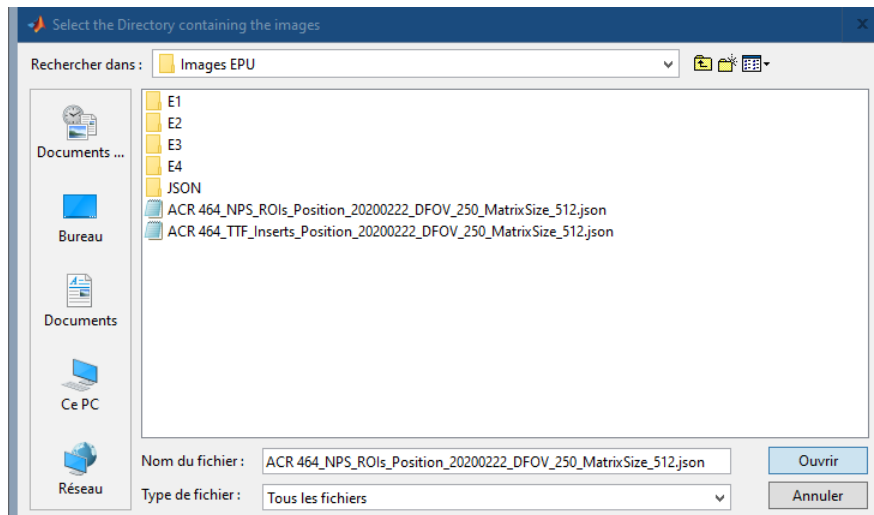


*Nous vous conseillons, de sélectionner dans un premier temps le mode « **Batch Mode Off** » pour vérifier la bonne sélection des coupes, le bon positionnement des ROIs sur les inserts et vérifier la pertinence des courbes de TTF obtenues pour chaque insert. En cas de problème, il faudrait donc recréer le fichier .json pour le calcul de la TTF.*

1. Batch Mode Off

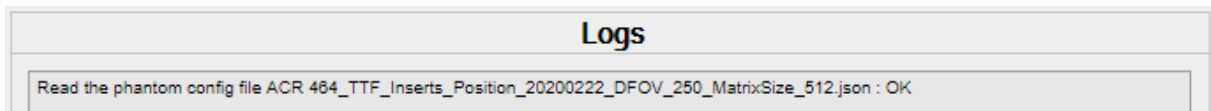
○ Sélection du fichier de configuration

Vous devez cliquer sur « **Select Phantom Config File** » et sélectionner le fichier .json enregistré pour le calcul du TTF



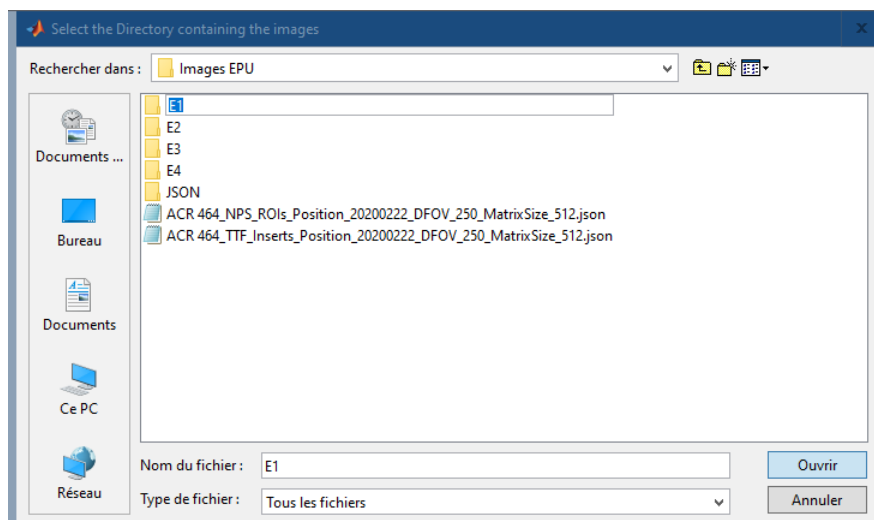
« **Nom du fantôme_TTF_Inserts_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice** »

Une fois le bon fichier sélectionné le message suivant apparaîtra dans la fenêtre « **Logs** » :



○ Sélection des images sur lesquelles le calcul sera effectué

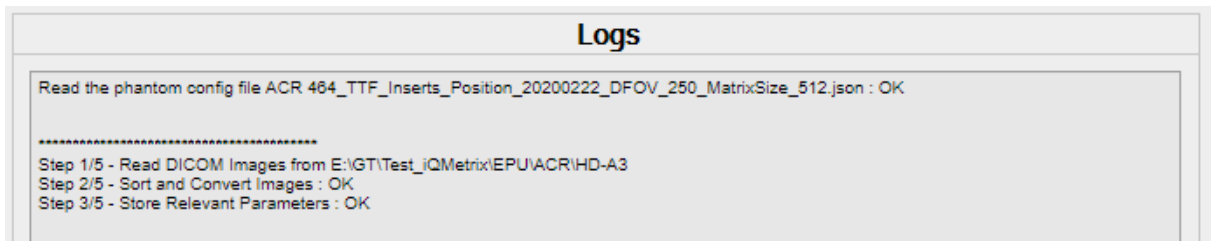
Vous devez sélectionner le **DOSSIER** contenant les images à analyser en cliquant sur « **Open Directory** ».





Les positions en z des coupes et la taille de matrice sur les images à analyser doivent être identiques à celles des images utilisées pour créer le fichier .json.

Une fois les images sélectionnées, 3 nouvelles lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** »



Dans la 1^{ère} étape, le logiciel lit les images DICOM sélectionnées.

Dans la 2^{ème} étape, le logiciel trie et convertit les images.

Dans la 3^{ème} étape, le logiciel stocke les paramètres pertinents.

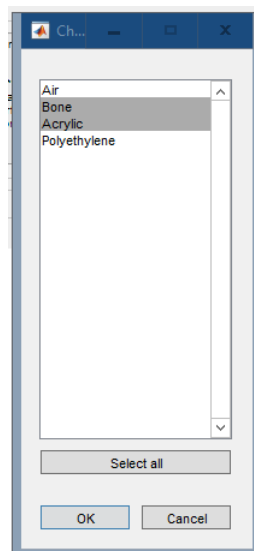
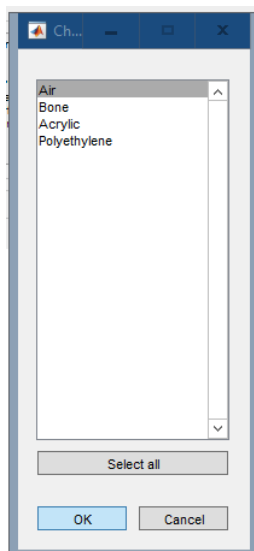
Si chacune de ces 3 étapes se passe correctement, « **OK** » est alors écrit sinon « **ERROR** » apparaît.

En cas d'erreur, vous devez vérifier les images du dossier que vous avez sélectionné.

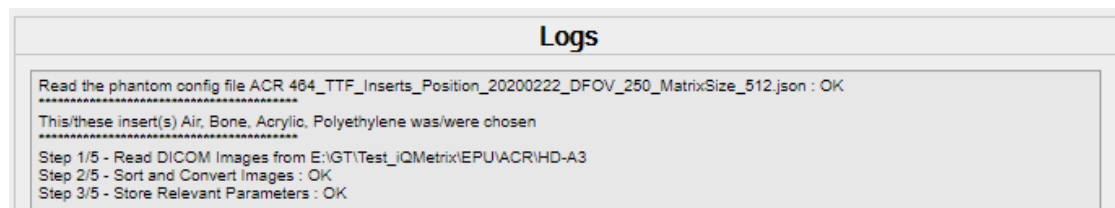
○ *Sélection des inserts*

En cliquant sur « **Select Inserts** », vous pouvez choisir de calculer la TTF :

- pour un insert => en cliquant sur un insert,
- pour plusieurs inserts => en cliquant sur un insert puis en cliquant sur un autre en **appuyant sur la touche Ctrl**
- pour tous les inserts détectés => en cliquant sur « **Select all** »



Les inserts sélectionnés apparaissent ensuite dans les « **Logs** ».



- **Sélection des paramètres pour le calcul de la TTF**
 - **Choix du preset**

Deux presets regroupant des paramètres cohérents entre eux ont été définis pour se rapprocher des paramètres utilisés dans la littérature pour calculer la TTF. L'utilisateur peut donc sélectionner un de ces deux presets ou choisir les différents paramètres présentés par la suite.

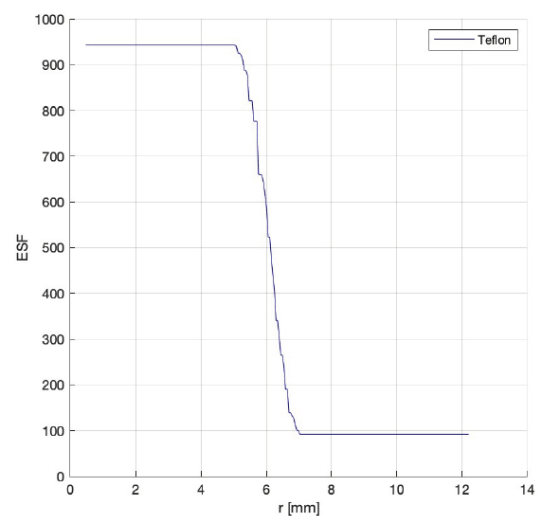
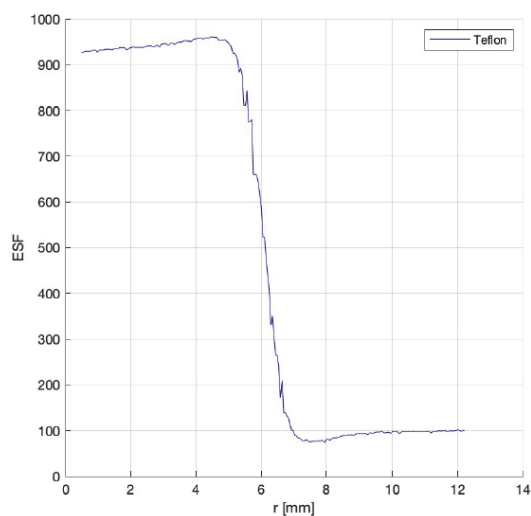


En fonction de la qualité des images analysées (bruitée, avec un kernel dur...), les courbes d'ESF, LSF et TTF peuvent être différentes. Nous vous conseillons donc de choisir le preset ou d'adapter les paramètres en fonction de ces différentes courbes.

- **Conditionnement de l'ESF**

Une courbe d'ESF trop bruitée peut conduire à une courbe de TTF erronée. On retrouve dans la littérature un critère sur le CNR qui permet d'affirmer que la courbe d'ESF est trop bruitée ($CNR < 15$). Ce critère sur le CNR permet de tenir compte de l'influence du bruit sur un insert de contraste donnée.

Afin de limiter l'impact du bruit, une solution consiste à l'éliminer par un conditionnement de l'ESF. Ce conditionnement de la courbe consiste à rendre la courbe de l'ESF strictement monotone.



Dans le logiciel, le conditionnement de la TTF peut être soit désactivé « **No** », soit activé « **Yes** » soit activé automatiquement lorsque le $CNR_{Total} < 15$ « **Auto (CNR < 15)** ».

4) Select parameters

Choose Preset: No Preset

ESF raw data coming: from pixel distance

Condition ESF?: Auto (CNR < 15)

Symetrize ESF?: No

LSF is the derivative of: Yes

Choose the ESF fit: Auto (CNR < 15)

Apply Hann filter to LSF: Yes



Le conditionnement est à manipuler avec précaution car il modifie l'ESF et donc la TTF résultante. En cas de $CNR_{Total} < 15$, il est conseillé d'augmenter le nombre d'images à analyser soit à partir des images déjà disponibles soit en répétant le nombre d'acquisitions.

▪ **Symétrisation de la courbe ESF**

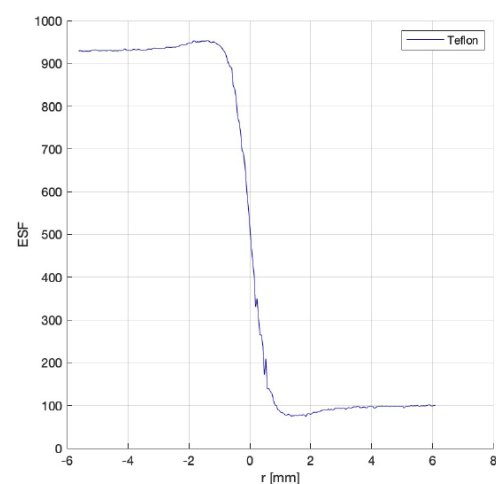
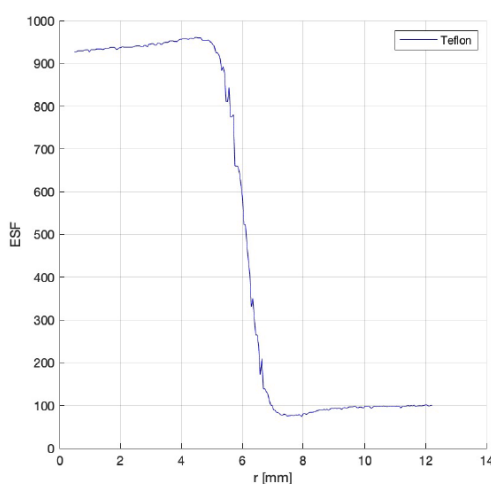
L'insert et le fond du fantôme ayant des densités différentes, la contribution du rayonnement diffusé dans ces deux éléments sera différente. Cette différence de contribution rend l'ESF asymétrique.

Plusieurs études montrent que pour les algorithmes de type FBP, il est judicieux de symétriser la courbe de l'ESF pour obtenir une courbe de FTM identique à celle obtenue à partir d'une bille de haute densité. La partie utile de la courbe de l'ESF pour le calcul de la TTF est la partie allant du fond à l'insert. Dans la littérature certains auteurs préconisent de continuer à symétriser la courbe de l'ESF pour le calcul de la TTF à l'instar de ce qui est fait pour la FTM.

Symetrize ESF?: No

LSF is the derivative of: Yes

Choose the ESF fit: No



- *Choix des données de l'ESF à dériver pour obtenir la LSF*

La LSF est obtenue en dérivant les données de l'ESF.

LSF is the derivative of

ESF data

Choose the ESF fit

fitted ESF

Apply Hann filter to LSF

ESF data

LSF is the derivative of

fitted ESF

Choose the ESF fit

Sigmoid + Gaussians

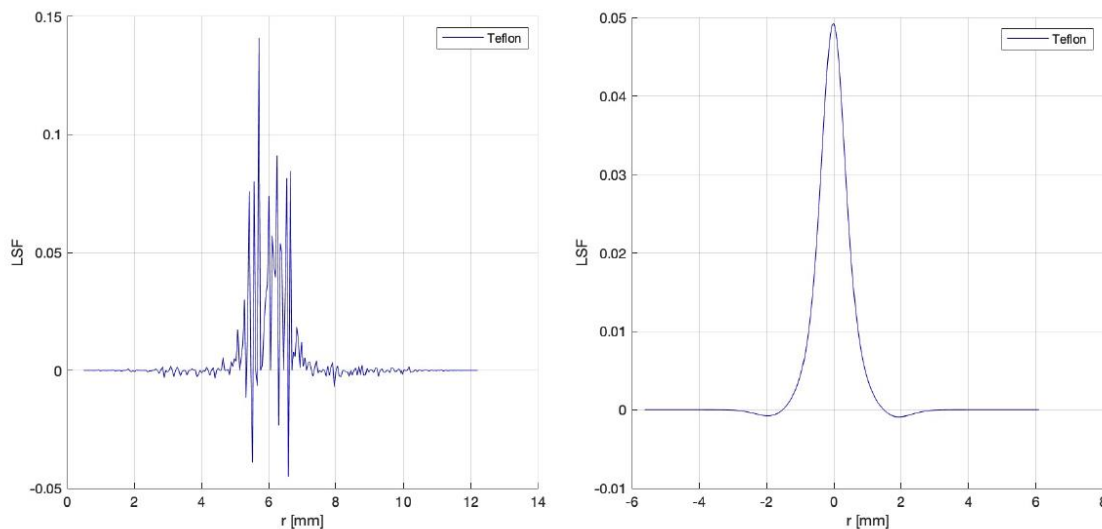
Apply Hann filter to LSF

Sigmoid

5) Then, calculate TTF

Sigmoid + Gaussians

La LSF peut être obtenue en dérivant les données brutes de l'ESF « *ESF data* » ou les données ajustées (fittées) de l'ESF « *fitted ESF* ».



Dans le deuxième cas, l'ESF peut être ajustée, au choix soit par une fonction sigmoïde « *Sigmoid* » ou soit une fonction sigmoïde + gaussienne(s) « *Sigmoid + Gaussians* ».

La première fonction correspond à une fonction sigmoïde et la seconde correspond à une fonction sigmoïde à laquelle ont été ajoutées deux fonctions gaussiennes modélisant les reliefs ou "overshoot" afin de prendre en compte les filtres de renforcement des contours.

Ces deux fonctions peuvent être utilisées dans le logiciel en fonction de la valeur du CNR_{Total} ($CNR_{Total} < 15$) et/ou du noyau de reconstruction.



Si l'ESF est symétrisée, une seule gaussienne est appliquée dans le fit de l'ESF, par contre si l'ESF n'est pas symétrisée, deux gaussiennes indépendantes sont appliquées

- *Application d'un filtre de Hann sur la LSF*

Un filtre de Hann est un filtre de fenêtrage qui limite un signal sur une fenêtre d'observation.

Dans certains cas, un filtre de Hann peut être utilisé pour supprimer le bruit dans les queues de la LSF.

Apply Hann filter to LSF

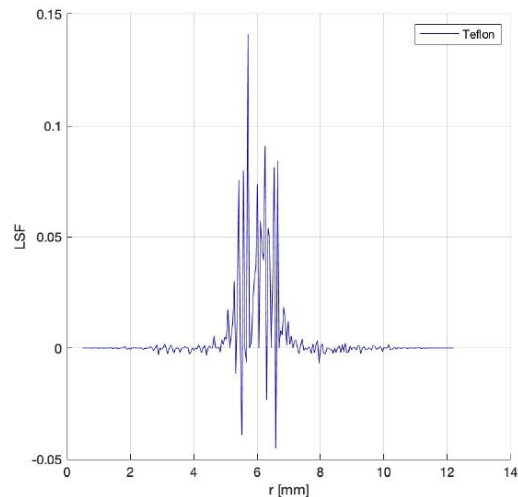
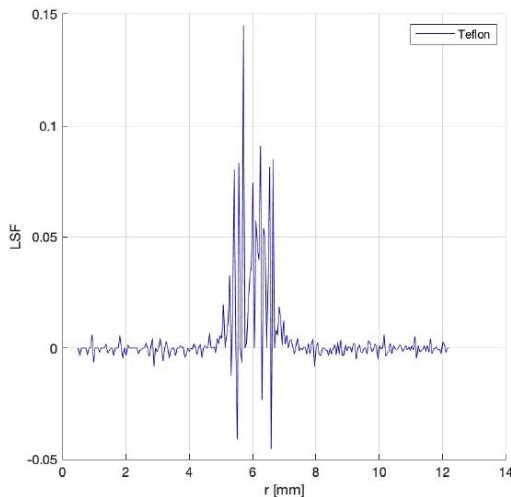
Yes

5) Then, calculate TTF

Yes

Calculate

No



■ Compléments

Plus de détails sur l'impact de ces différents paramètres sur les courbes ESF, LSF et TTF sont disponibles dans le rapport du GT SFPM.

○ *Vérification du positionnement des ROIs et des coupes sélectionnées (facultatif)*

Vous pouvez cliquer sur « **Display** » pour visualiser le positionnement des ROIs sur les inserts sélectionnés et la coupes sélectionnées pour le calcul du TTF.

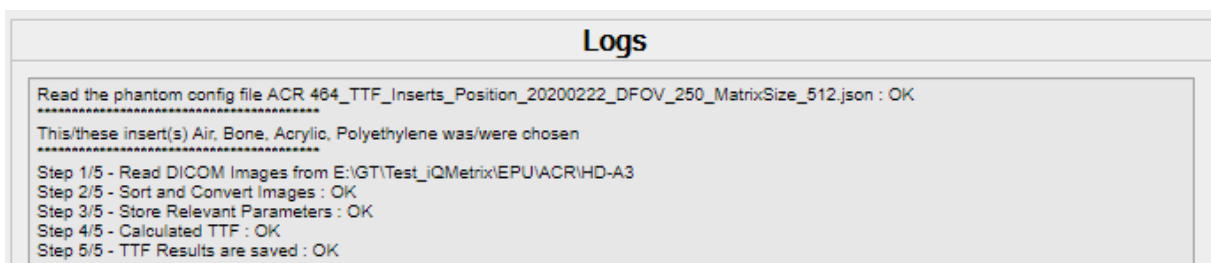
Comme précisé précédemment ; dans cette fenêtre, vous pouvez faire défiler les images avec la barre latérale et modifier le fenêtrage des images soit de manière manuelle, soit en utilisant les 5 fenêtrages prédéfinis.

○ *Calcul de la TTF*

Pour calculer le TTF, vous devez ensuite cliquer sur

Calculate TTF

Deux nouvelles lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** » correspondantes au calcul du TTF et à la sauvegarde des résultats du TTF.

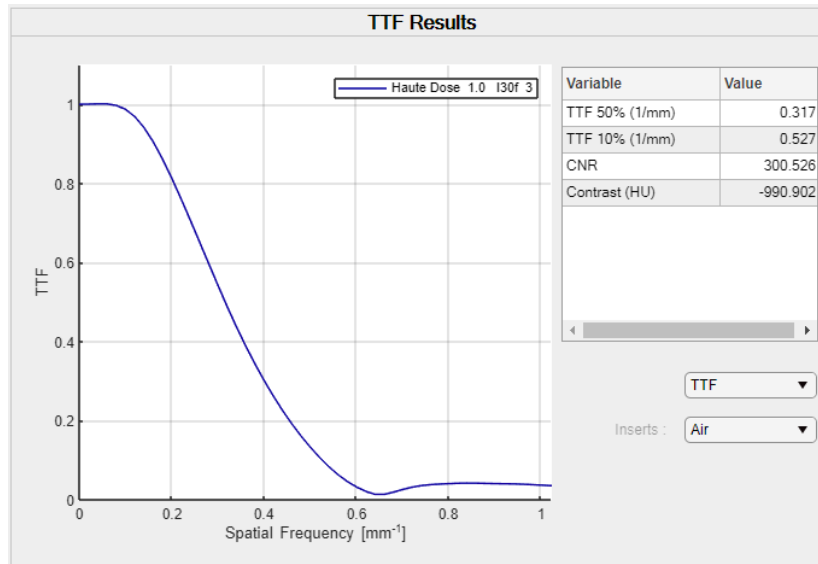


Si chacune de ces 2 étapes se passent correctement, « **OK** » est alors écrit sinon « **ERROR** » apparaît.

En cas d'erreur, vous devez vérifier les images du dossier que vous avez sélectionné.

Une fois le calcul de la TTF terminé, le logiciel affiche dans « **TTF Results** » la courbe de la TTF du premier insert de la liste et les données principales de caractérisation de la courbe de TTF :

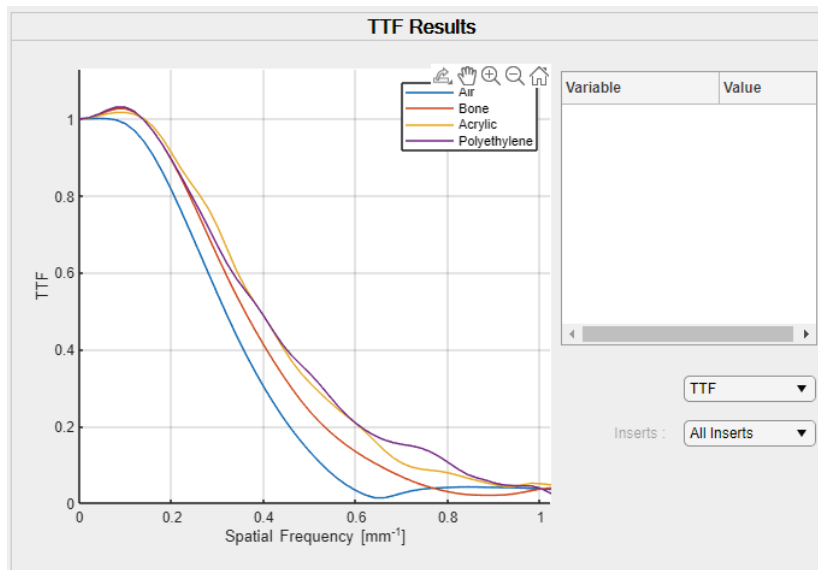
- la valeur de la TTF à 50% (**TTF 50% (1/mm)**),
- la valeur de la TTF à 10% (**TTF 10% (1/mm)**),
- la valeur du CNR total calculé sur l'ensemble des coupes analysées (**CNR**),
- la valeur du contraste moyen entre l'insert et le fond du fantôme calculé sur l'ensemble des coupes analysées (**Contrast (HU)**)



Pour chaque insert, il est également possible d'afficher les courbes des ESF et LSF utilisées pour calculer la TTF.



Il est également possible d'afficher les courbes de TTF, ESF et LSF de chaque insert disponible et les courbes de TTF de tous les inserts.



Si tous les inserts sont sélectionnés, les courbes des ESF et LSF ne sont pas accessibles et aucun résultat et aucune donnée principale de caractérisation des courbes de TTF n'apparaît

○ Sauvegarde des résultats

Par défaut, le mode « **Auto-Save** » est activé. Ce mode permet de sauvegarder 4 fichiers dans le dossier contenant les images analysées :

- **TTF_parameters.txt** => fichier texte contenant les paramètres de calcul
- **TTF_results.txt** => fichier texte contenant les valeurs de 4 résultats
- **TTF1D.csv** => courbe 1D sauvegardée sous forme de tableur
- **TTF2D.mat** => fichier Matlab utilisé pour le calcul de l'index de détectabilité

Si le mode « **Auto-Save** » n'est pas activé, vous pouvez sauvegarder ces 4 fichiers en cliquant sur « **Save Results** »

5) Save NPS results

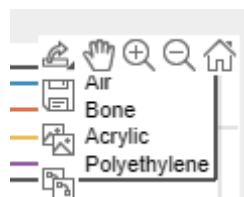
Save Graph

Save Results

Vous pouvez également sauvegarder en png ou en pdf, la figure de la TTF (ou des TTFs) ou ESF ou LSF affichée dans « **TTF Results** », en cliquant sur « **Save Graph** ». Une nouvelle fenêtre s'ouvre alors pour sélectionner l'emplacement souhaité pour enregistrer cette figure.



Vous avez également la possibilité de sauvegarder, ou zoomer/dézoomer ou déplacer cette figure en utilisant les boutons présents en haut à droite de la figure



2. Batch Mode On

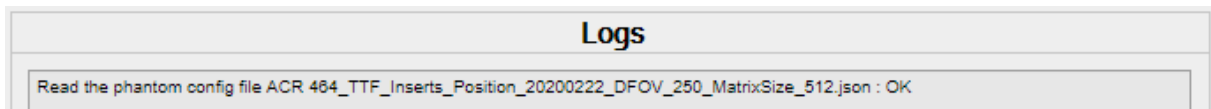
!/ Pré-requis indispensable : Les images contenues dans l'ensemble des dossiers à analyser doivent avoir exactement les mêmes positions en z et la même taille de matrice.

- **Sélection du fichier de configuration**

Vous devez cliquer sur « **Select Phantom Config File** » et sélectionner le fichier .json enregistré pour le calcul de la TTF.

« **Nom du fantôme_TTF_Inserts_Position_Date de création du fantôme_DFOV_taille du DFOV_MatrixSize_Taille de la matrice** »

Une fois le bon fichier sélectionné le message suivant apparaîtra dans la fenêtre « **Logs** » :



Les positions en z des coupes sur les images des dossiers à analyser doivent être identiques à celles des images utilisées pour créer le fichier .json.

- **Sélection des images sur lesquelles le calcul sera effectué**

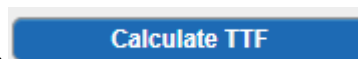
Vous devez sélectionner tous les **DOSSIERS** que vous souhaitez analyser en cliquant sur « **Open Directories** ».

- **Sélection des paramètres d'ajustement de la courbe de TTF**

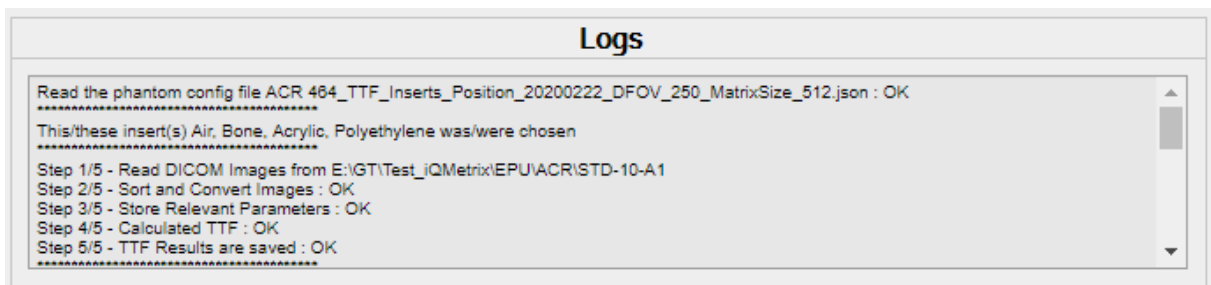
L'utilisateur doit choisir soit d'utiliser un preset déjà défini soit les différents paramètres d'ajustement.

- **Calcul de la TTF**

Pour calculer la TTF, vous devez ensuite cliquer sur



Les 5 étapes définies précédemment apparaissent alors en paquet dans la fenêtre « **Logs** » pour chaque dossier analysé.



Si chacune de ces 5 étapes se passent correctement, « **OK** » est alors écrit pour chaque ligne sinon « **ERROR** » apparaît.

A la fin des calculs, une nouvelle ligne apparaît dans la fenêtre « **Logs** »



Batch, aucune figure et résultats n'apparaissent sur le logiciel.

- ***Sauvegarde des résultats***

En mode Batch, le mode « ***Auto-Save*** » est activé et ne peut pas être désactivé.

Dans chaque dossier analysé, les 4 fichiers définis précédemment sont enregistrés.

En complément un fichier Excel supplémentaire est enregistré à la racine des dossiers analysés. Ce fichier se nomme « ***TTF_summary_Date de l'analyse_Heure de l'analyse.xlsx*** ».

Ce fichier comporte un 1^{er} onglet comportant les valeurs des 4 paramètres calculés par dossier analysé mais également le CNR moyen par coupe et l'application ou non d'un conditionnement sur l'ESF ($CNR_{Total} < 15$).

Ce fichier comporte ensuite un onglet supplémentaire par insert contenant les courbes de TTF calculées.

V. Calcul de l'index de détectabilité

Pour calculer l'index de détectabilité, vous devez cliquer sur l'onglet « **Detectability Index** » situé en haut à gauche de l'interface graphique du logiciel.

The screenshot shows the 'Detectability Index Workflow' window of the iQMetrix-CT (v1.0) GT ANSM software. The window has a menu bar with 'About', 'NPS', 'TTF', and 'Detectability Index'. The main area is divided into two panels: 'Detectability Index Workflow' on the left and 'Logs' on the right. The workflow panel contains five steps: 1) Select NPS and TTF Files (with an 'Open NPS/TTF Directory' button), 2) Select Insert (TTF) (with a dropdown menu), 3) Select Task Function (with 'Reset', 'Designer Nodule' dropdown, and 'Display' buttons), 4) Select Visualisation Function (with 'Reset', 'Eckstein function' dropdown, and 'Display' buttons), and 5) Add Internal Noise (with 'add internal noise?' dropdown set to 'No' and 'alpha' set to 5). The right panel has a 'Logs' section and a 'Detectability Index Workflow (continued)' section. The 'continued' section includes step 6) 'Then, calculate d'' (with 'Calculate d'' and 'Display' buttons) and step 7) 'Save d' results' (with a 'Save Results' button). Below these steps are two toggle switches: 'Batch Mode : Off' (set to 'Off') and 'Auto-Save : Off' (set to 'Off'). At the bottom of the right panel is a 'Detectability Index Result' section with a table with two columns: 'Variable' and 'Value'.

Variable	Value
----------	-------

Le logiciel laisse la possibilité à l'utilisateur de choisir d'analyser les images dans un seul dossier « **Batch Mode Off** » ou d'analyser les images de l'ensemble des dossiers sélectionnés par l'utilisateur « **Batch Mode On** ».

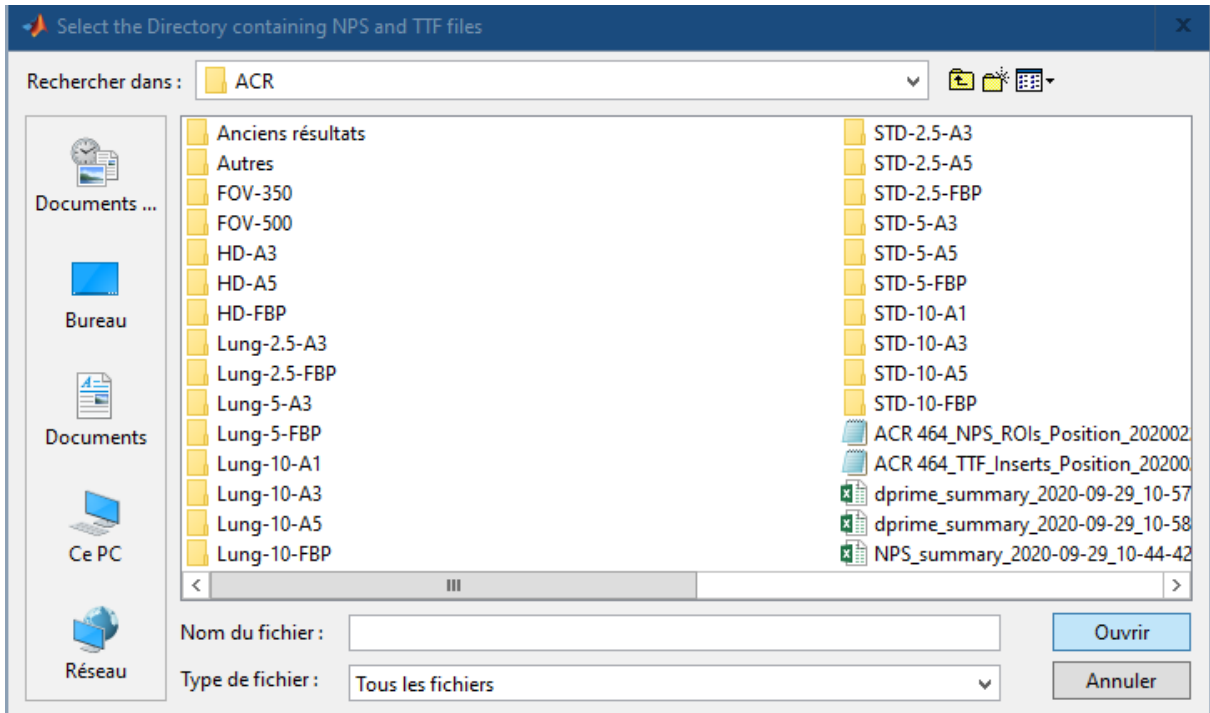


*Nous vous conseillons, de sélectionner dans un premier temps le mode « **Batch Mode Off** » pour définir les différents paramètres impactant l'index de détectabilité.*

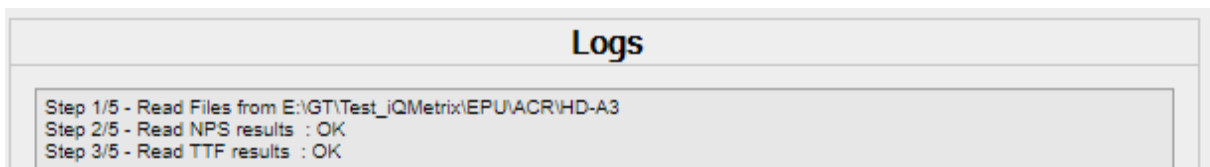
1. Batch Mode Off

○ Sélection des fichiers NPS et TTF

Vous devez sélectionner le **DOSSIER** contenant les fichiers *NPS2D.mat* et *TTF2D.mat* en cliquant sur « *Open NPS/TTF Directory* ».



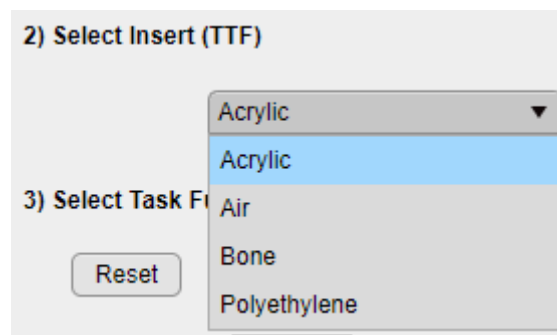
Une fois les images sélectionnées, 3 lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** » pour préciser le dossier sélectionné et confirmer la présence et la conformité des fichiers NPS et TTF.



○ Sélection de l'insert

L'utilisateur doit choisir un insert parmi la liste des inserts où les TTFs ont été calculées.

À partir du choix fait par l'utilisateur, les résultats de TTF obtenus pour cet insert seront utilisés pour le calcul du d'.



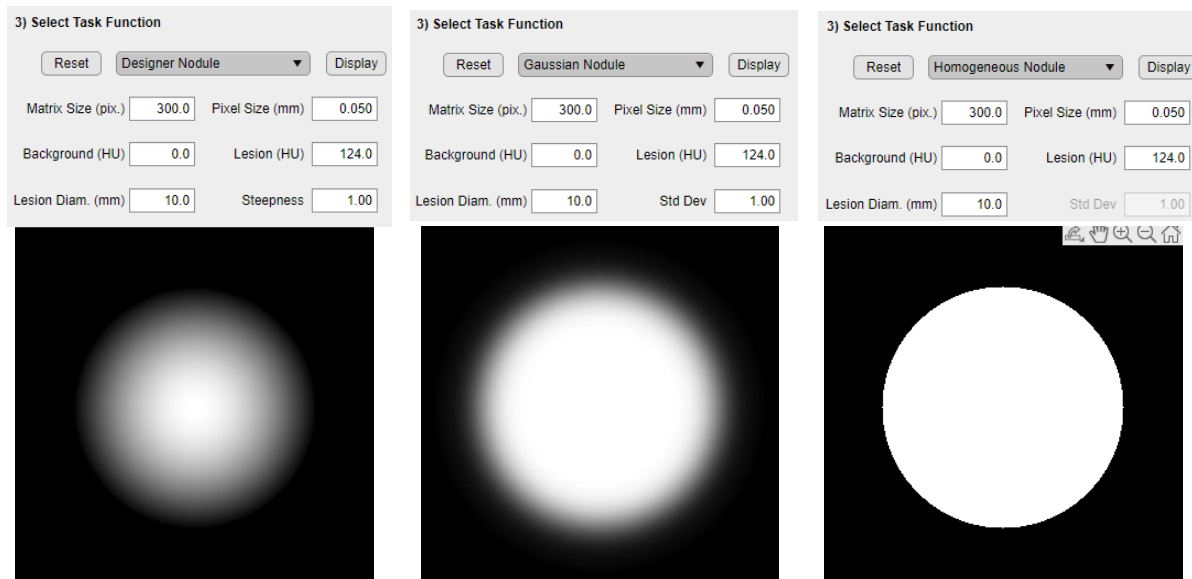


L'insert est choisi en fonction de sa valeur de contraste. Celui-ci doit être le plus proche possible du contraste de la tâche clinique à étudier.

- **Sélection des paramètres de la tâche clinique**
 - *Choix du type de tâche clinique*

L'utilisateur peut choisir trois types de tâches cliniques : « **Designer** », « **Gaussian** » et « **Homogeneous** ».

Comme précisé dans le rapport SFPm, la tâche « **Designer** » est utilisée pour simuler un nodule de type pulmonaire non spiculé, la tâche « **Gaussian** » pour modéliser un nodule hépatique et la tâche « **Homogeneous** » pour caractériser de la façon la plus simple un nodule circulaire homogène.



- Si l'utilisateur sélectionne la tâche « **Designer** », il pourra ajuster le paramètre « **Steepness** » qui va jouer sur la variation du contraste entre le centre et la périphérie de la tâche clinique.
- Si l'utilisateur sélectionne la tâche « **Gaussian** », il pourra ajuster le paramètre « **Std Dev** » qui va jouer la variation de l'atténuation entre le centre et la périphérie de la tâche clinique.

- *Choix des paramètres de la tâche clinique*

Tout d'abord, l'utilisateur doit saisir la taille de la matrice et la taille des pixels. Ces paramètres sont définis pour représenter l'image idéal de l'objet simulé.

- « **Pixel Size** » doit être défini pour être strictement inférieur à la « **Pixel Size** » du scanner (1/10ème par ex.)
- « **Matrix Size** » doit être suffisant pour inclure la lésion



La plupart du temps, les paramètres par défaut proposés par le logiciel sont adaptés pour représenter des tâches cliniques de diamètre ≤ 10 mm.

Ensuite, l'utilisateur doit choisir le contraste de la tâche clinique. Il peut soit saisir la valeur HU du « **Background (HU)** » et de la « **Lesion (HU)** » soit saisir la valeur de contraste entre les deux directement dans « **Lesion (HU)** ».



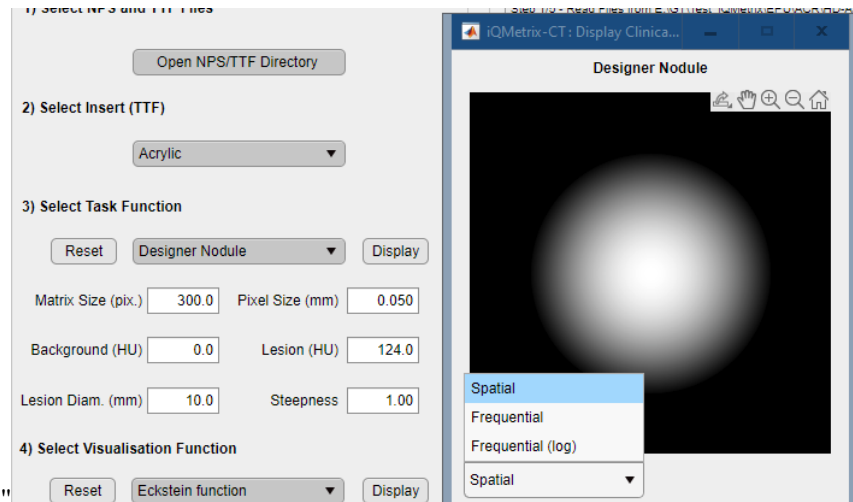
*La valeur de contraste mesurée lors du calcul de la TTF de l'insert sélectionné, est affichée par défaut dans la case « **Lesion (HU)** ».*

Enfin, vous devez saisir le diamètre en mm de la tâche clinique.

Le contraste et la taille de la tâche clinique saisies doivent être représentatifs de la lésion à étudier. N'hésitez à discuter préalablement avec un radiologue pour choisir les bons paramètres.

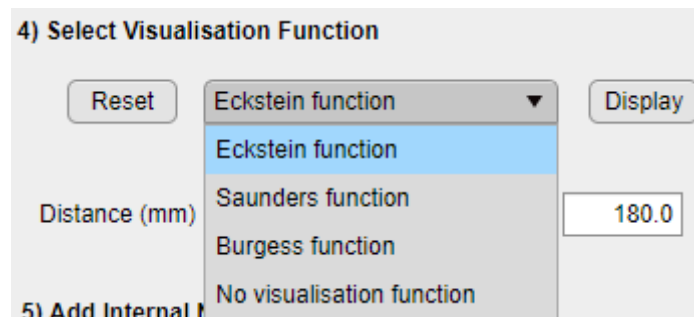
▪ *Visualisation de la tâche clinique résultante*

Pour visualiser la tâche clinique prédéfini dans le domaine spatial ou fréquentiel, vous pouvez cliquer sur « **Display** ».



○ *Choix de la fonction de visualisation*

L'utilisateur a le choix entre sélectionner une fonction de visualisation ou ne pas en utiliser.



Si vous souhaitez calculer l'index de détectabilité avec un model observer de type NPW, sans fonction de visualisation, il faut sélectionner « **No visualisation function** ».

Si vous souhaitez calculer l'index de détectabilité avec un model observer de type NPWE ou NPWEi, vous devez sélectionner une fonction de visualisation parmi les trois proposées.

Plus de détails sur ces trois fonctions de visualisations sont fournis dans le rapport SFPM du GT.

Quelle que soit la fonction de visualisation choisie, l'utilisateur doit saisir la « **Distance** » de visualisation qui correspond à la distance entre l'œil du radiologue et l'écran et la taille de l'image de l'objet affiché sur l'écran « **Display Size** ».

$$\text{Display Size} = \text{Matrix Size} \times \text{Taille des pixels de l'écran de visualisation} \times \text{zoom d'affichage}$$

Le choix de ces paramètres doit être discutés avec un radiologue.

Chaque fonction de visualisation peut être vue en cliquant sur « **Display** ».



L'affichage de la fonction de visualisation est dépendant des choix de « **Matrix Size** », « **Pixel Size** », « **Distance** » et « **Display Size (mm)** ».

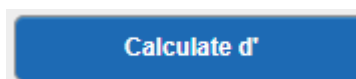
- **Ajout du bruit interne**

Si vous souhaitez calculer l'index de détectabilité avec un model observer de type NPWE, vous devez cliquer sur « **No** ».

Si vous souhaitez calculer l'index de détectabilité avec un model observer de type NPWEi, vous devez cliquer sur « **Yes** ».

Le coefficient « **alpha** » doit ensuite être ajusté en fonction de la quantité de bruit interne que vous souhaitez ajouter. Par défaut cette valeur est à 5.

- **Calcul du d'**



Pour calculer d', vous devez ensuite cliquer sur

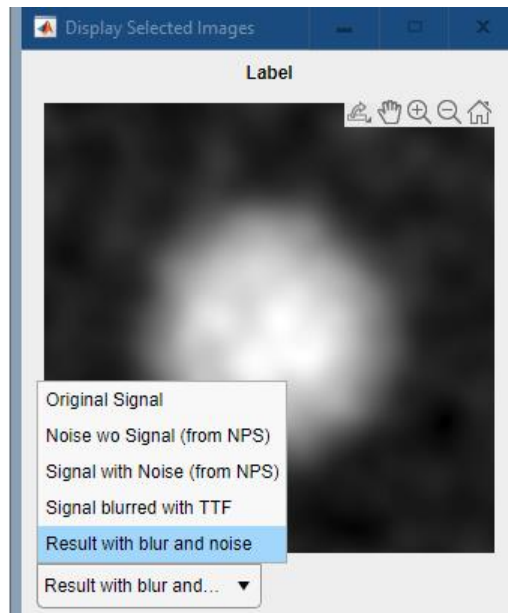
Deux nouvelles lignes apparaissent dans la fenêtre « **Logs** » correspondantes au calcul du d' et à la sauvegarde des résultats de d'.



La valeur de d' calculée apparaît ensuite dans la partie « **Detectability Index Result** »

Detectability Index Result	
Variable	Value
NPWE (Acrylic)	7.937

Une fois calculée, vous avez la possibilité de voir la représentation de la tâche clinique originale, avec ajout du bruit du NPS, du floutage dû à la TTF et avec l'ajout des deux.

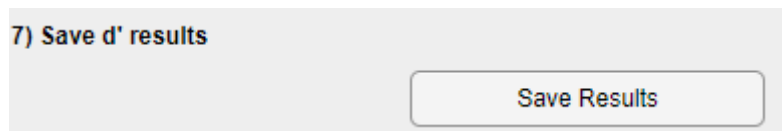


○ *Sauvegarde des résultats*

Par défaut, le mode « **Auto-Save** » est activé. Ce mode permet de sauvegarder 2 fichiers dans le dossier contenant les images analysées :

- **dprime.csv** => fichier csv contenant la valeur du d' calculé
- **dprime_Parameters.txt** => fichier texte contenant les différents paramètres sélectionnés

Si le mode « **Auto-Save** » n'est pas activé, vous pouvez sauvegarder ces 2 fichiers en cliquant sur « **Save Results** »



Vous pouvez également sauvegarder en png ou en pdf, toutes les figures disponibles dans « **Display** » en cliquant sur

2. Batch Mode On

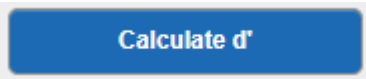
En mode Batch On, vous devez cliquer sur « **Open NPS/TTF Directory** » et sélectionner tous les **DOSSIERS** contenant les résultats de NPS et TTF à analyser.

Les étapes de sélection de l'insert, de choix de la tâche clinique, de choix de la fonction de visualisation et de l'ajout du bruit interne sont similaires à celles définies pour le mode Batch Off.



Les paramètres sélectionnés pour le calcul du d' et notamment le contraste défini dans la partie « Select Task Function » seront les mêmes pour l'ensemble des dossiers analysés.

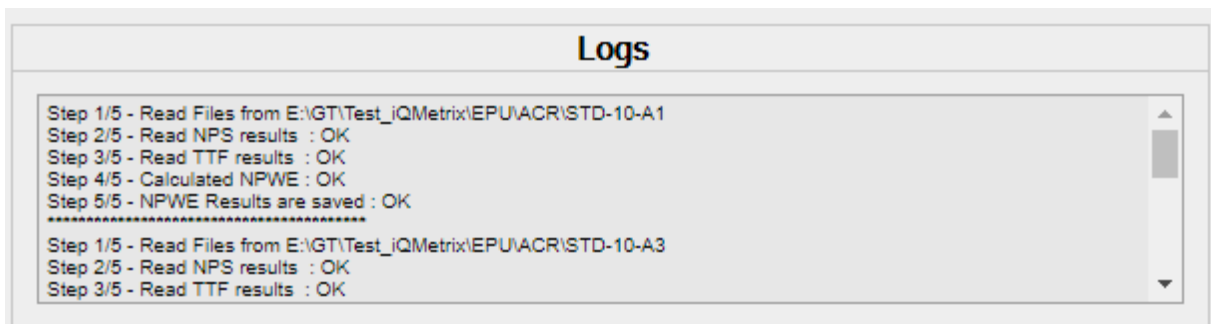
- **Calcul du d'**



Calculate d'

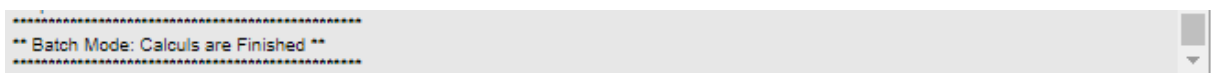
Pour calculer d' , vous devez ensuite cliquer sur

Les 5 étapes définies précédemment apparaissent alors en paquet dans la fenêtre « **Logs** » pour chaque dossier analysé.



Si chacune de ces 5 étapes se passent correctement, « **OK** » est alors écrit pour chaque ligne sinon « **ERROR** » apparaît.

A la fin des calculs, une nouvelle ligne apparaît dans la fenêtre « **Logs** »



En mode Batch, aucune valeur de d' n'apparaît sur le logiciel.

- **Sauvegarde des résultats**

En mode Batch, le mode « **Auto-Save** » est activé et ne peut pas être désactivé.

Dans chaque dossier analysé, les 2 fichiers définis précédemment sont enregistrés.

En complément un fichier Excel supplémentaire est enregistré à la racine des dossiers analysés. Ce fichier se nomme « **dprime_summary_Date de l'analyse_Heure de l'analyse.xlsx** ».

Ce fichier comporte les valeurs de d' calculées ainsi que les principaux résultats du NPS et de la TTF et les paramètres sélectionnés pour le calcul du d' .