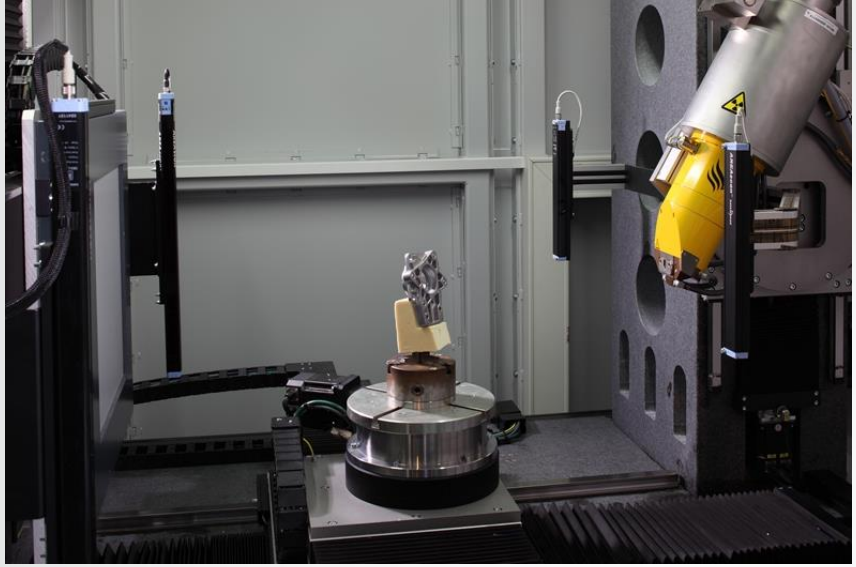
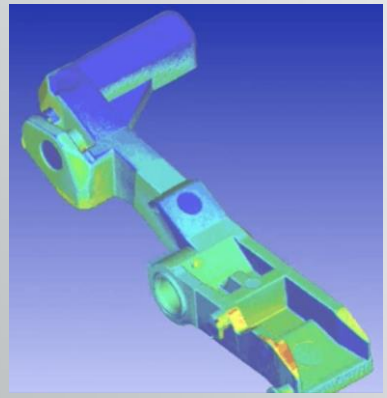
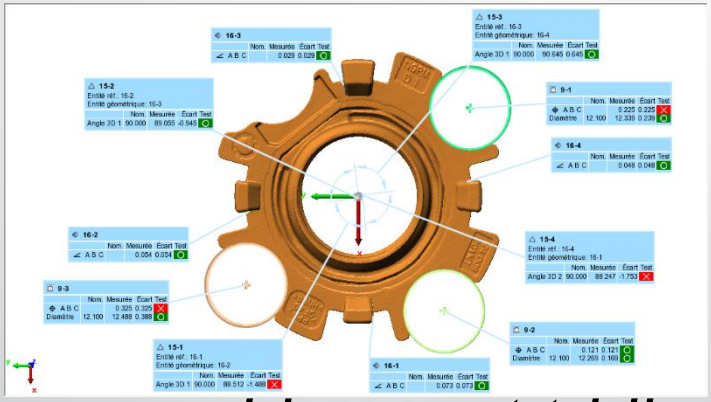
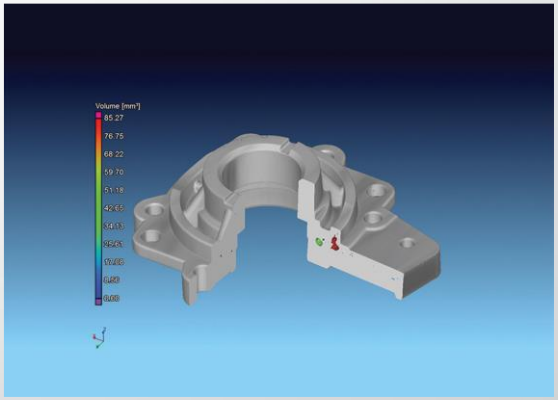
CRT MORLAIX









Mesures tomographiques et tridimensionnelles

Sommaire

1. Principes de fonctionnement de la tomographie
2. Paramètres d'incertitudes
3. Nécessité de suivi et d'étalonnage
4. Exemples de mesures tomographies et tridimensionnelles

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

Numérisation volumique

Tomographie Rayons X

Définitions

TOMOGRAPHIE

Coupe / Tranche

Représentation

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement

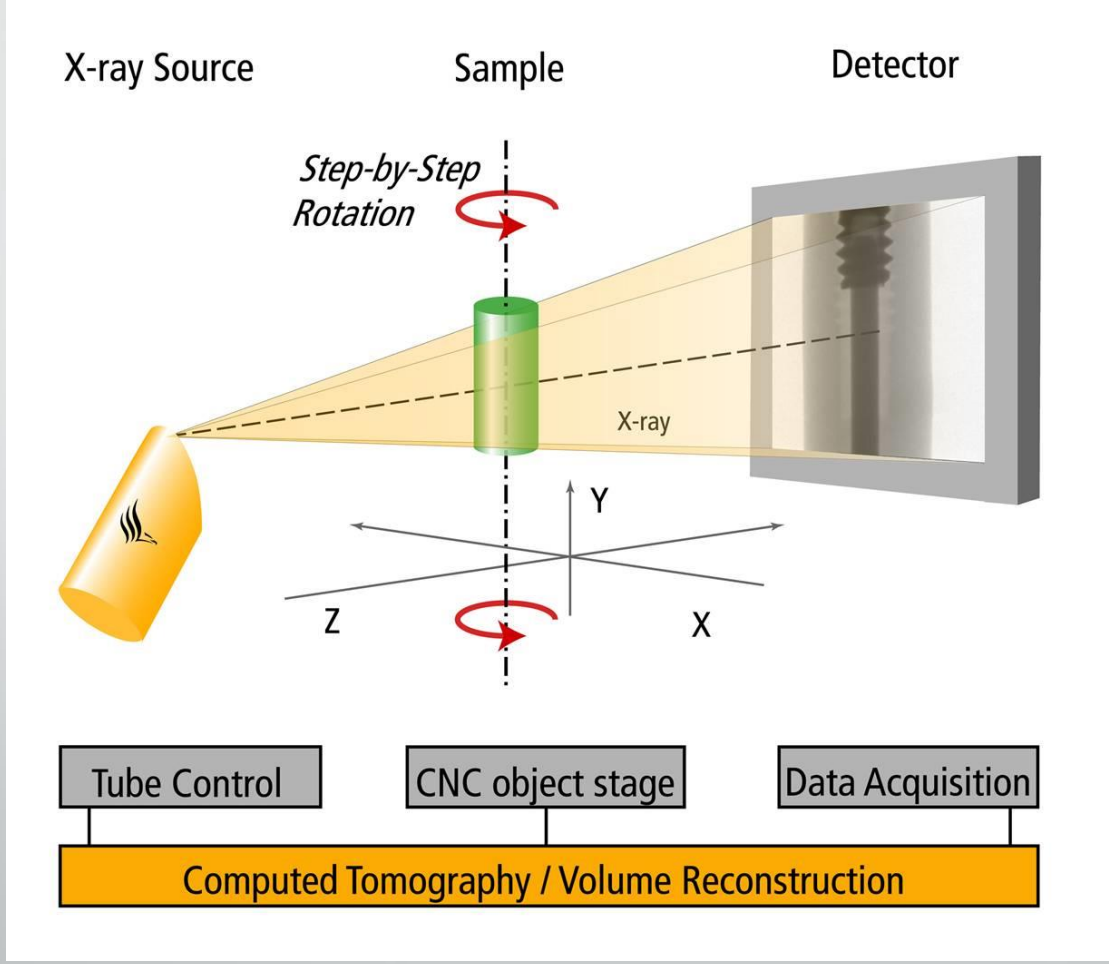
Tomographie axiale calculée aux rayons X (CT : Computer Tomography)

Industrie

Médical

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement



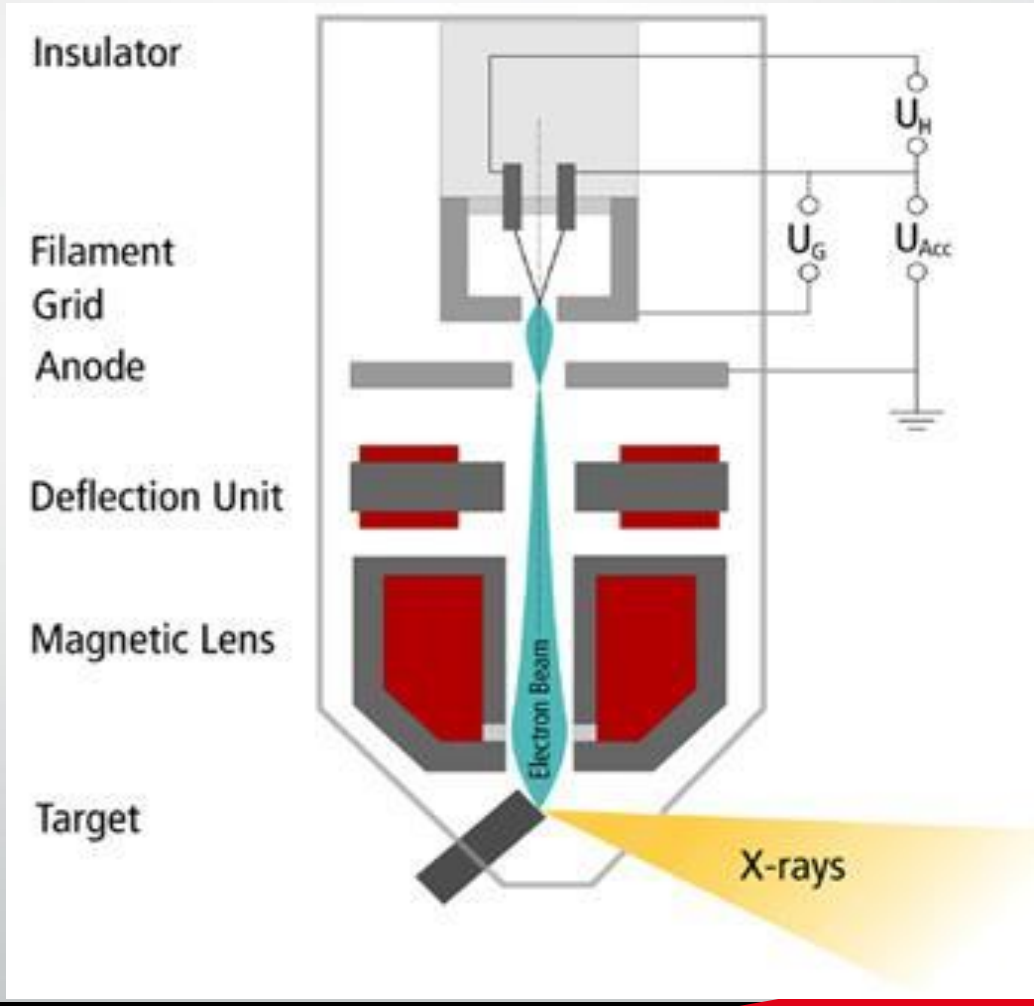
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement

Tube Rx

Un faisceau d'électron parcourt un tube sous vide et est focalisé par des lentilles magnétiques vers une cible.

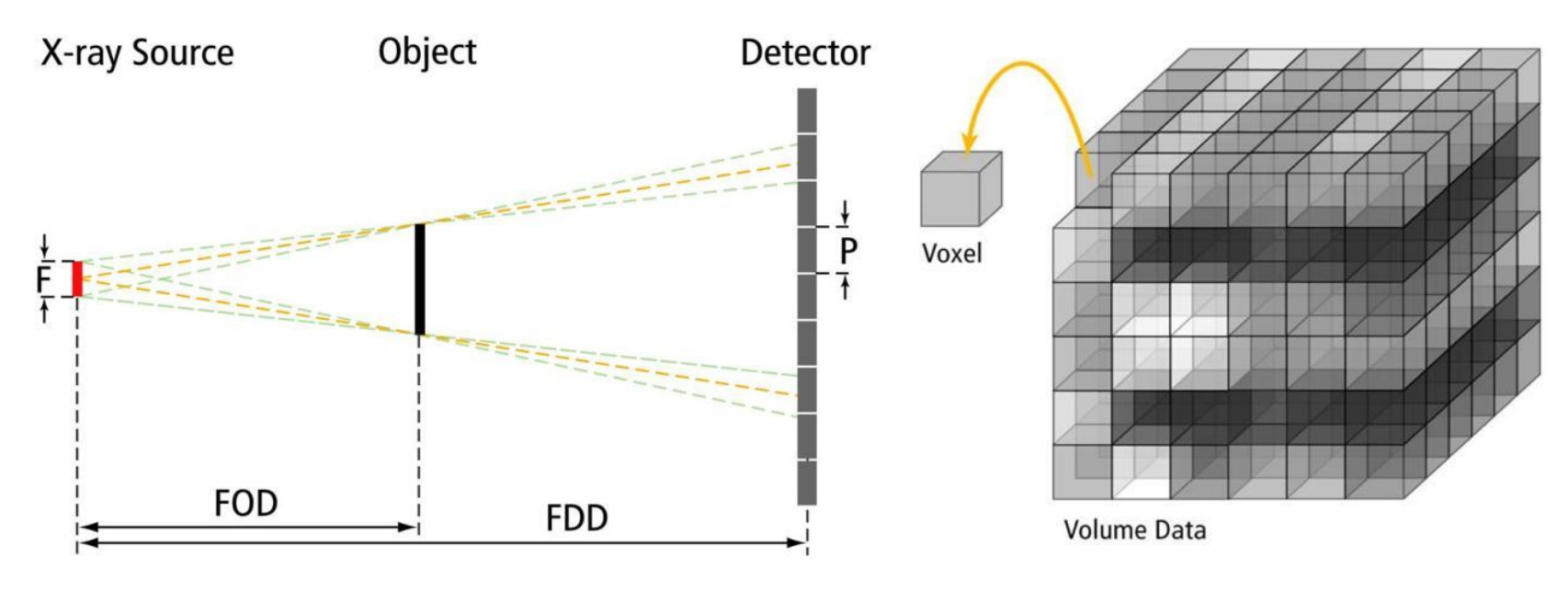
Le « freinage » des électrons génère des photons X



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement

Résolution = Taille du Voxel (abus de langage)



- **Taille du Voxel V = Taille Pixel P divisé par l'agrandissement M: V= P/ M;**
  (M=Distance Foyer détecteur/Distance Foyer Objet)

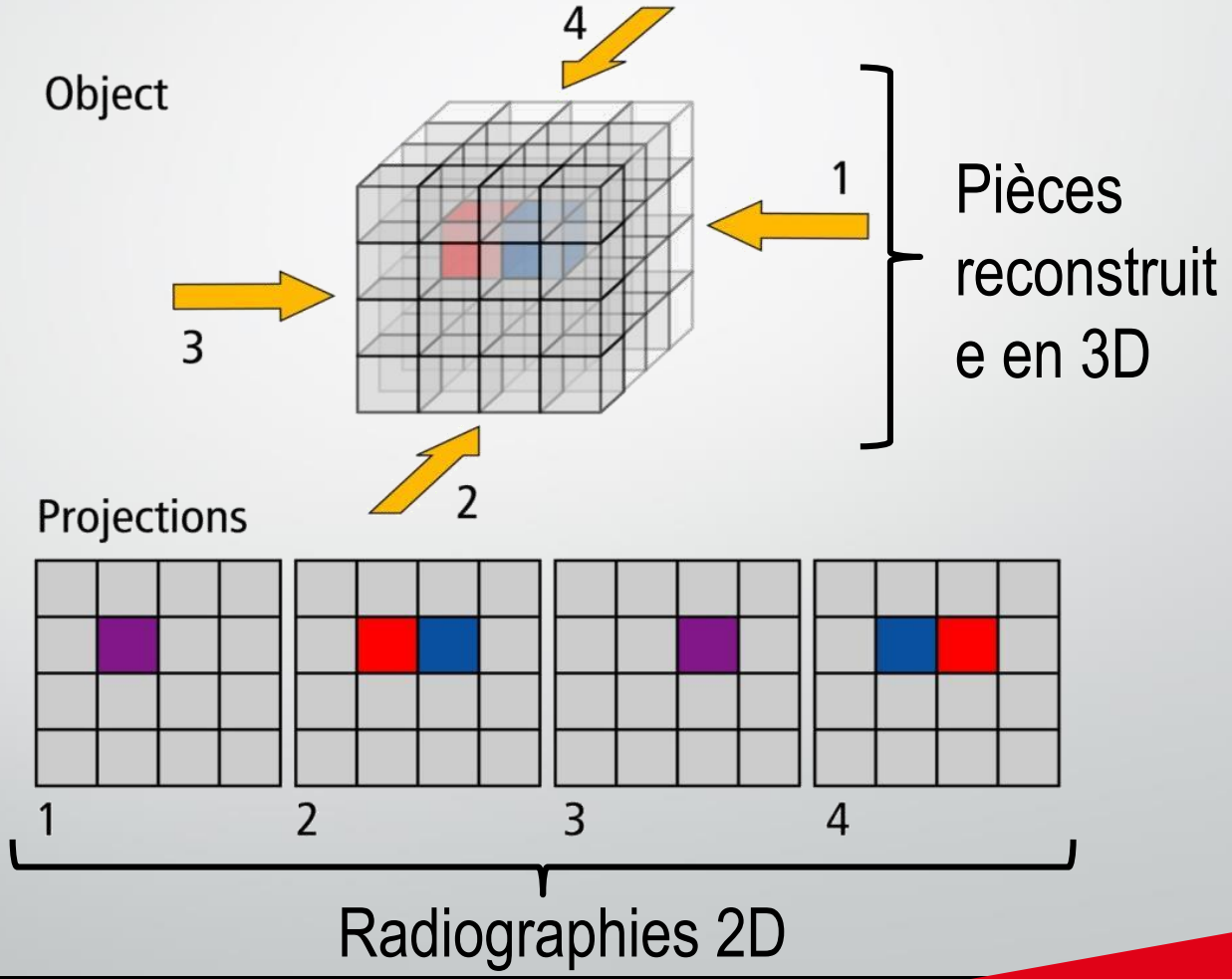
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement

Reconstruction

(modèle simplifié de 4 x 4 pixels)

Les projections contiennent des Informations sur la position et la densité de l'objet

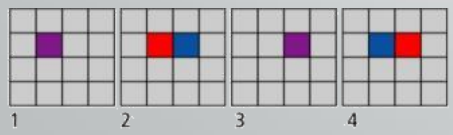


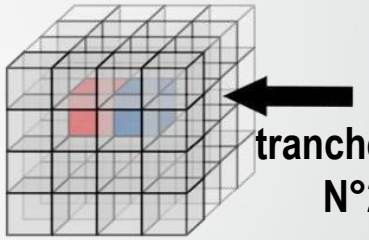
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

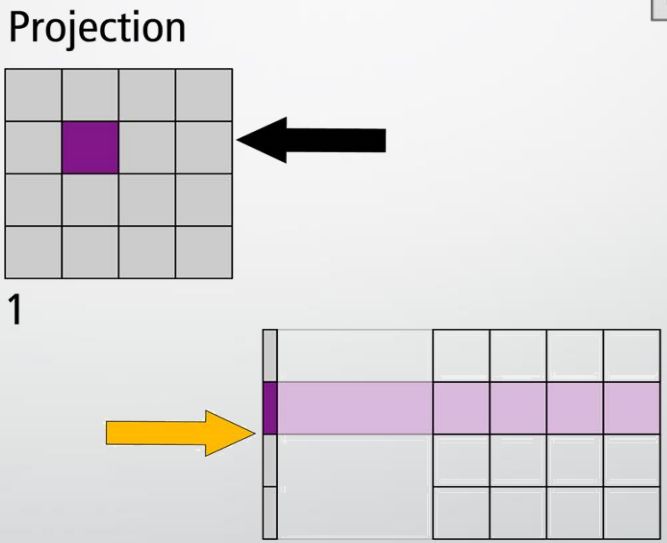
1. Principe de fonctionnement

Algorithme de reconstruction

Modèle simplifié de 4 x 4 x 4 voxels: Rétro projection de la tranche N°2 d'un cube à partir de 4 projections







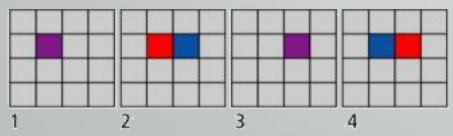
reconstruction de la tranche N°2

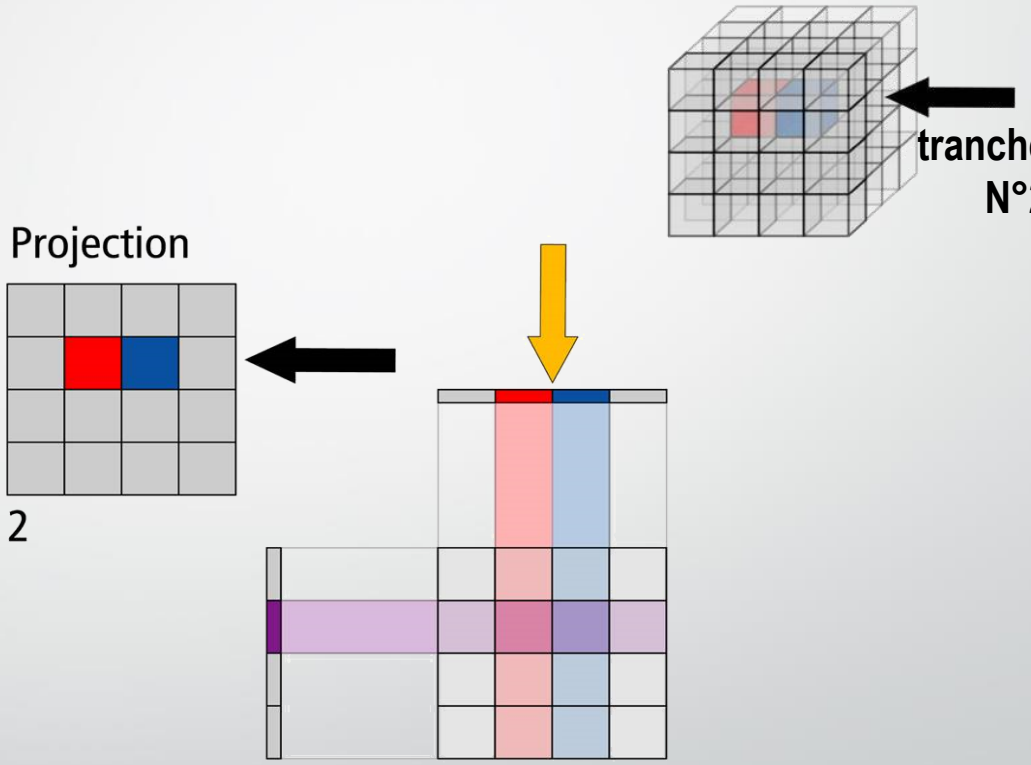
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

1. Principe de fonctionnement

Algorithme de reconstruction

Modèle simplifié de 4 x 4 x 4 voxels: Rétro projection de la tranche N°2 d'un cube à partir de 4 projections





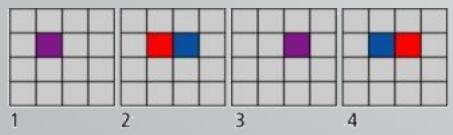
reconstruction de la tranche N°2

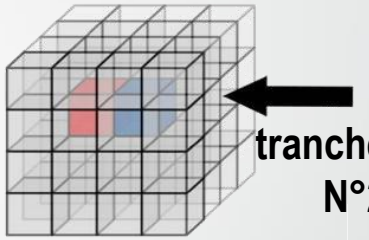
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

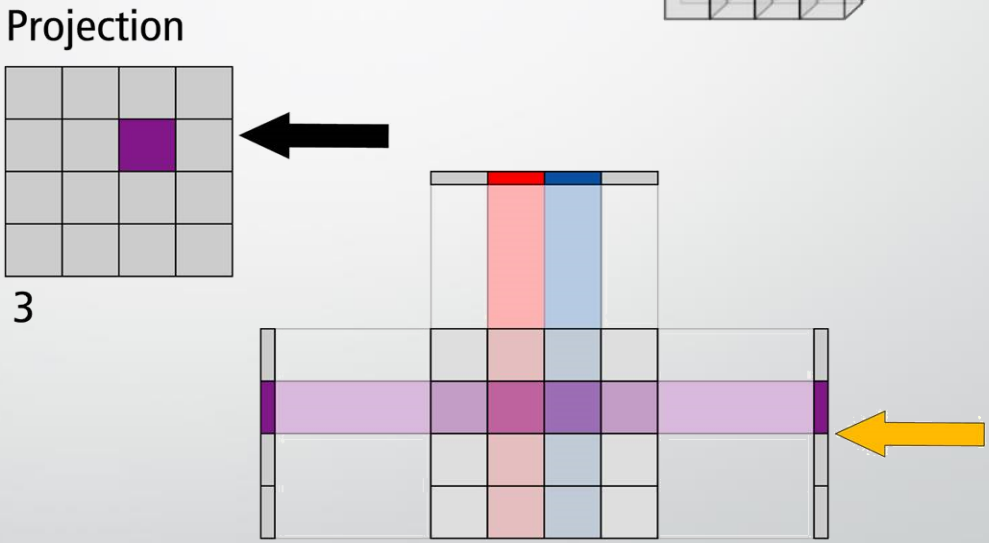
1. Principe de fonctionnement

Algorithme de reconstruction

Modèle simplifié de 4 x 4 x 4 voxels: Rétro projection de la tranche N°2 d'un cube à partir de 4 projections







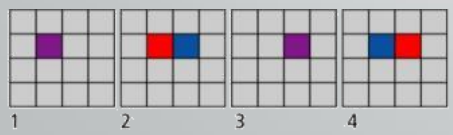
reconstruction de la tranche N°2

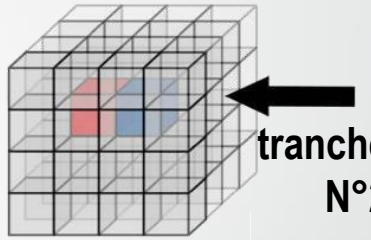
Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

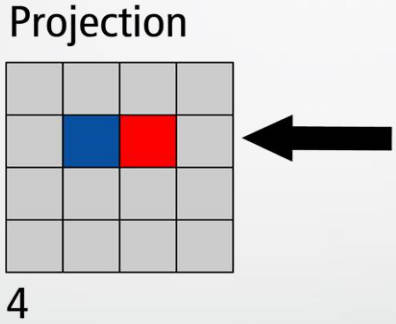
1. Principe de fonctionnement

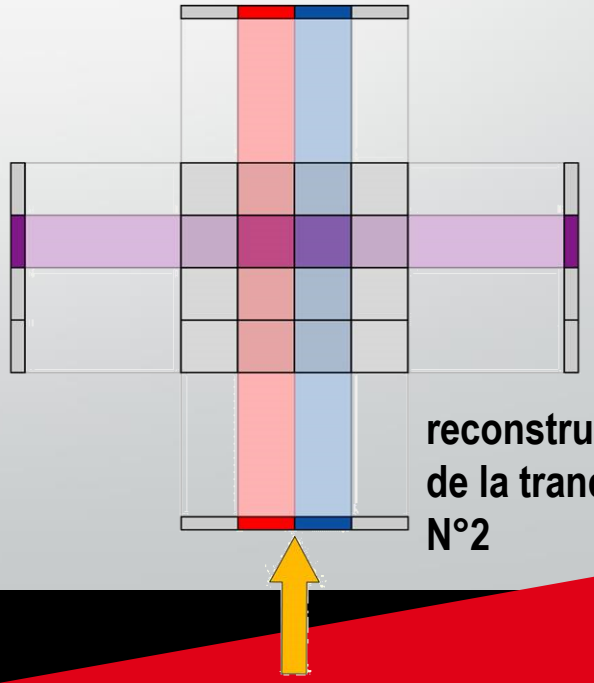
Algorithme de reconstruction

Modèle simplifié de 4 x 4 x 4 voxels: Rétro projection de la tranche N°2 d'un cube à partir de 4 projections



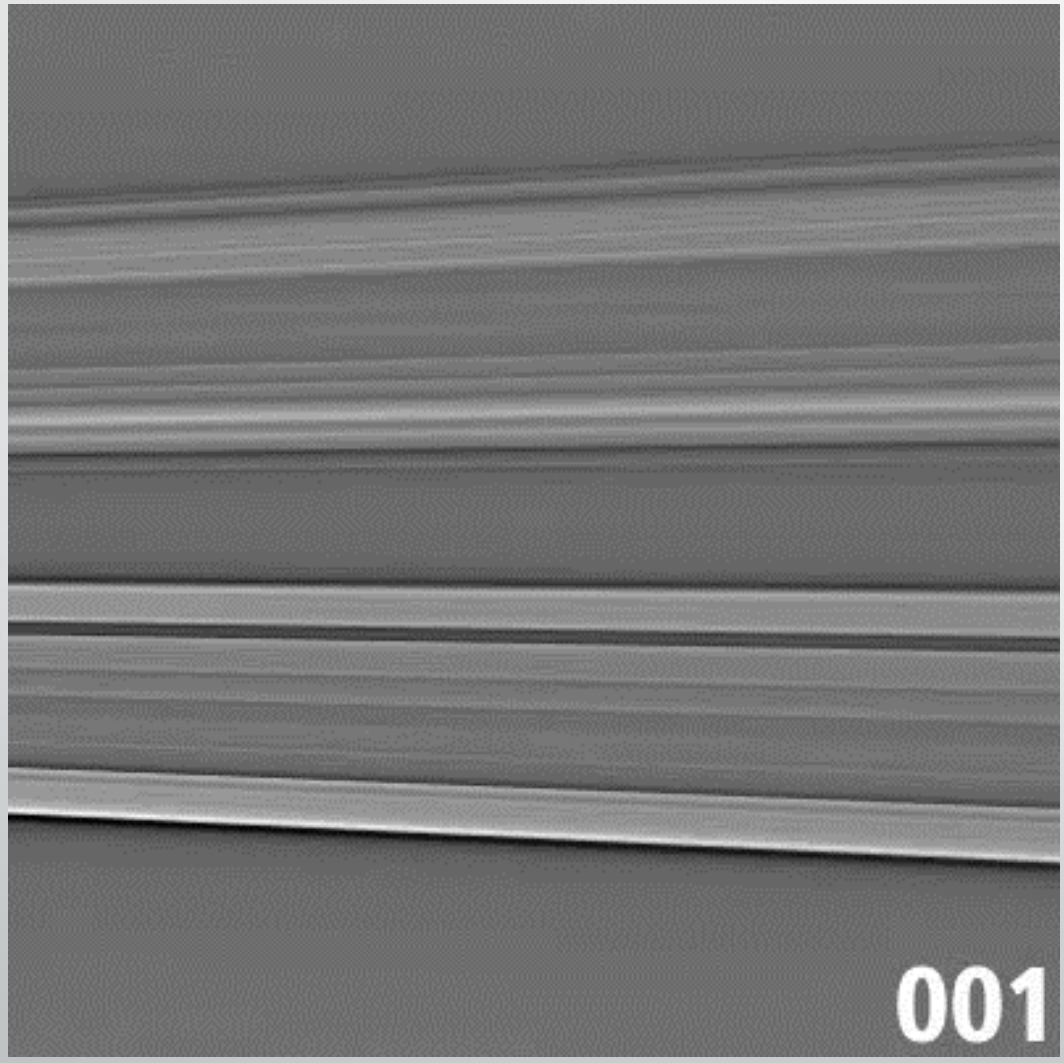






Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

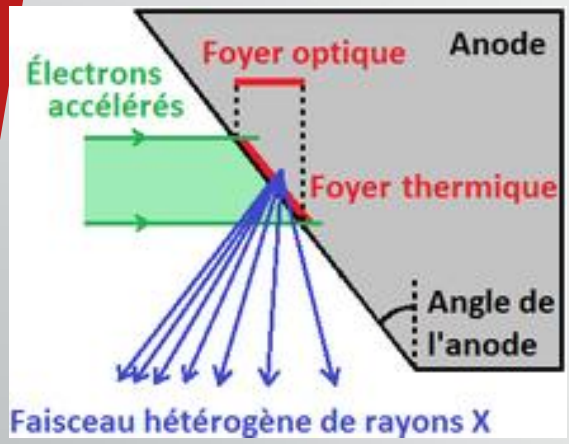
1. Principe de fonctionnement

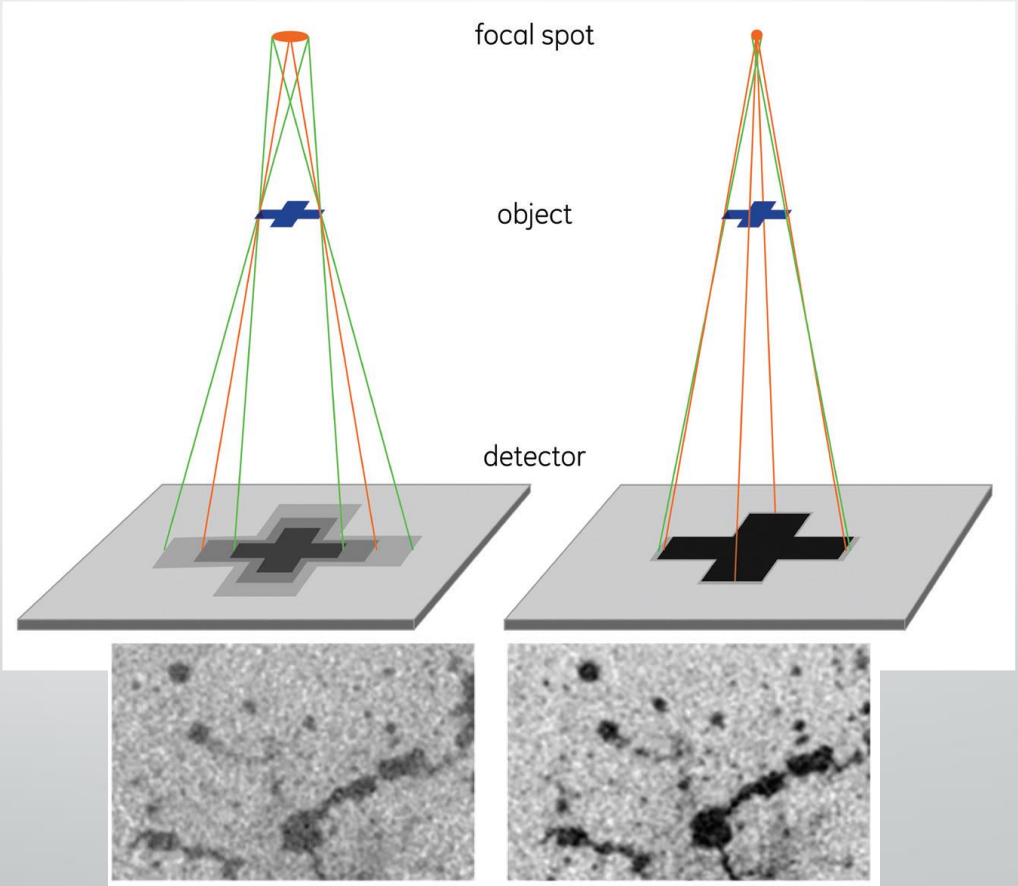


Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

2. Paramètres d'incertitude

a. Taille du foyer

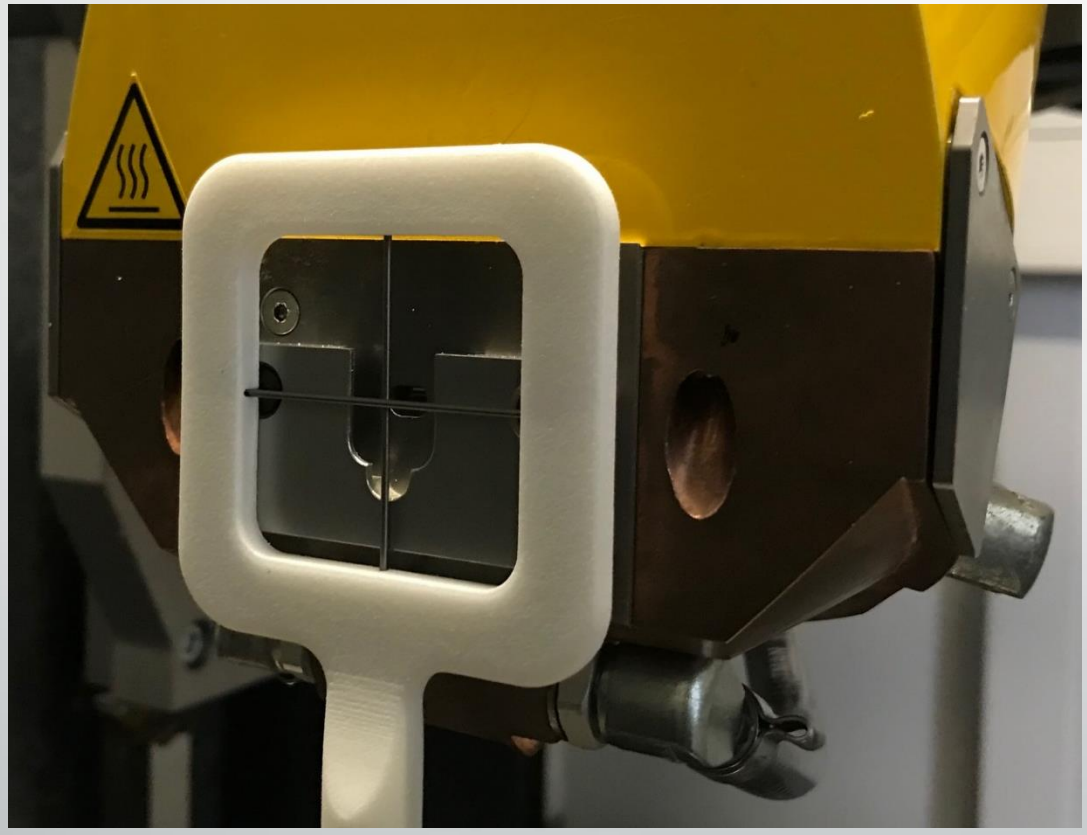




Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

2. Paramètres d'incertitude

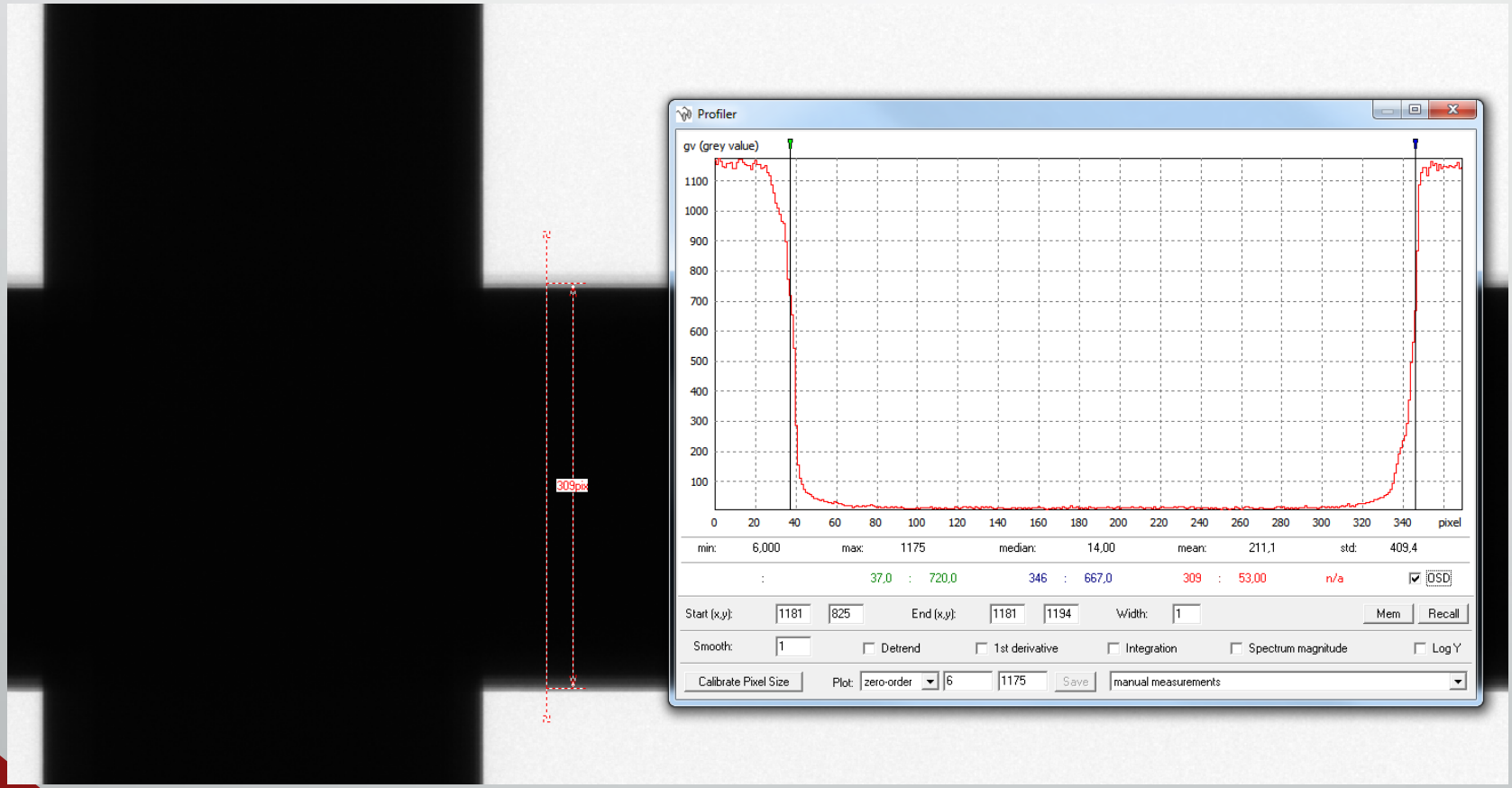
Mesure de la taille du foyer (*NF EN 12543-5*)



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

2. Paramètres d'incertitude

Mesure de la taille du foyer



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

2. Paramètres d'incertitude

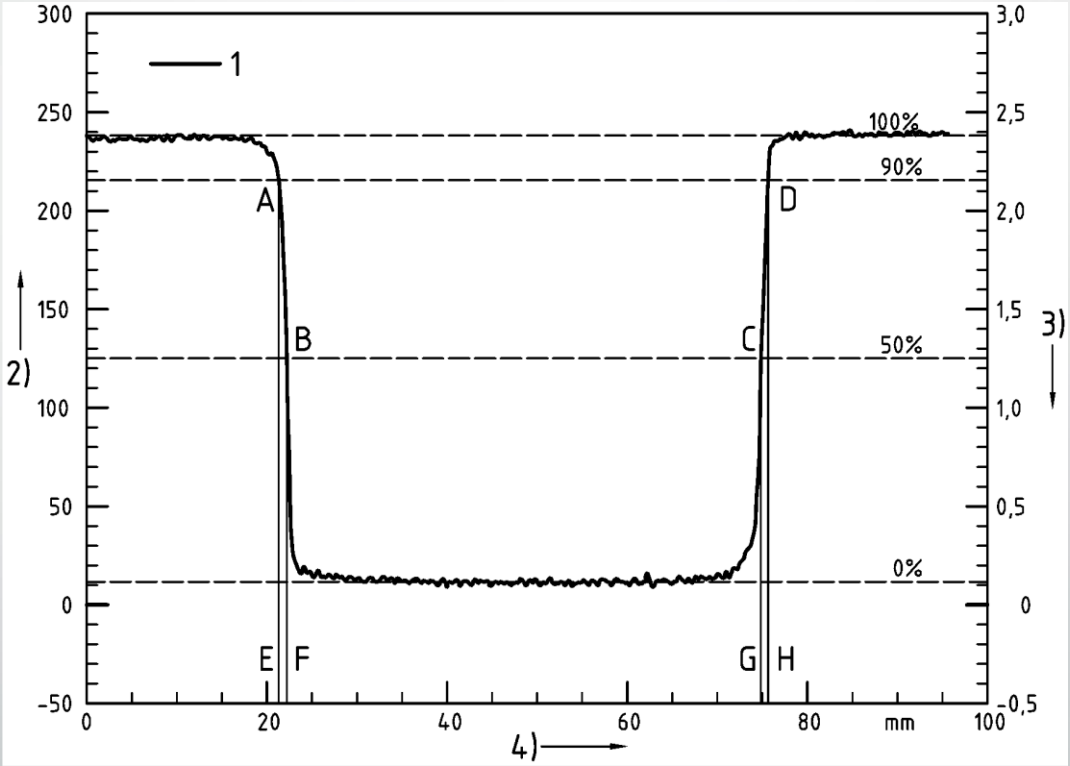
Mesure de la taille du foyer

NF EN 12543-5

$$M_{l,w} = D_{l,w}/D_{réel}$$

$$I = (\overline{EF} + \overline{GH}) / M_l$$

$$w = (\overline{EF} + \overline{GH}) / M_w$$



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

2. Paramètres d'incertitude

b. Géométrie du système (étalonnage CN)
c. Composition de la pièce mesurée :
   - Réglages du tube/détecteur adaptés
   - Filtres physiques en sortie de tube
d. Dimensions et géométrie de la pièce
   - Importance de l'orientation lors de l'acquisition
   - Nombre d'images moyennées
   - Nombre de projections

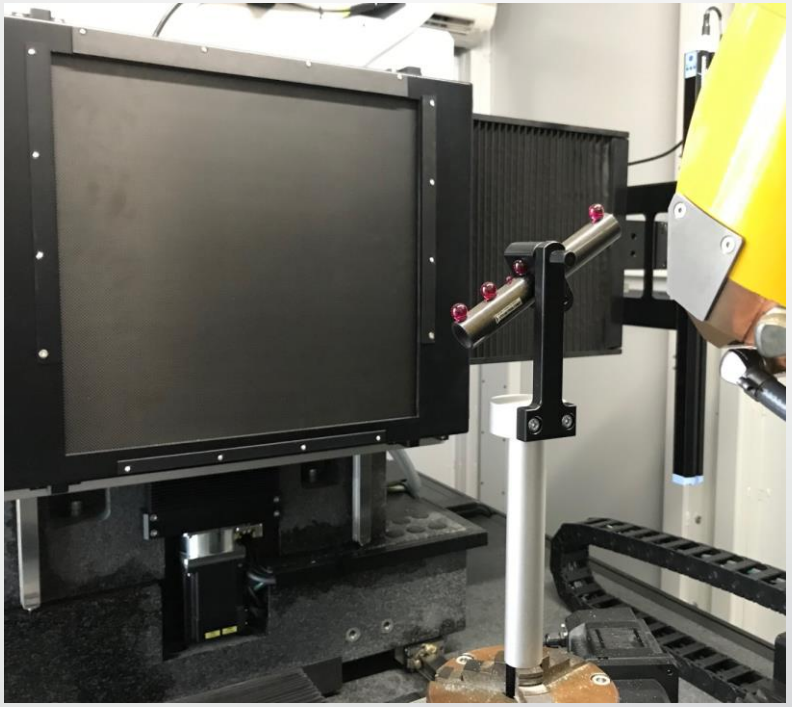
…

Artéfacts possibles (Flou géométrique et de mouvement, Feldkamp, ring, beam hardening, scatter, streak…)

Nécessité de suivi, d'étalonnage et de mesures croisées (sur MMT)
+ importance de l'interprétation/expertise

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

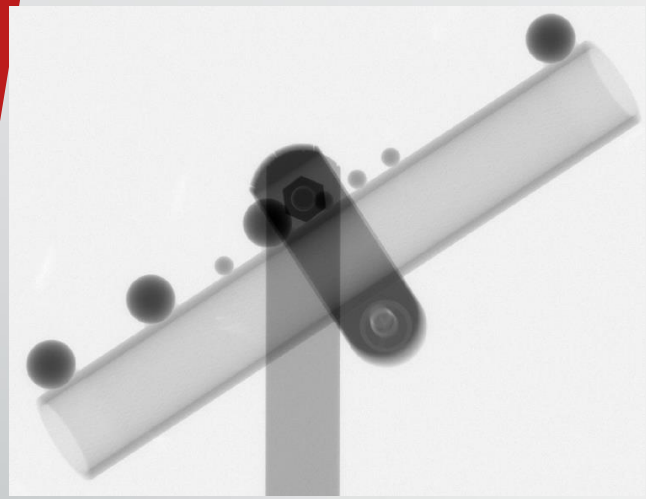
3. Nécessité de suivi et d'étalonnage

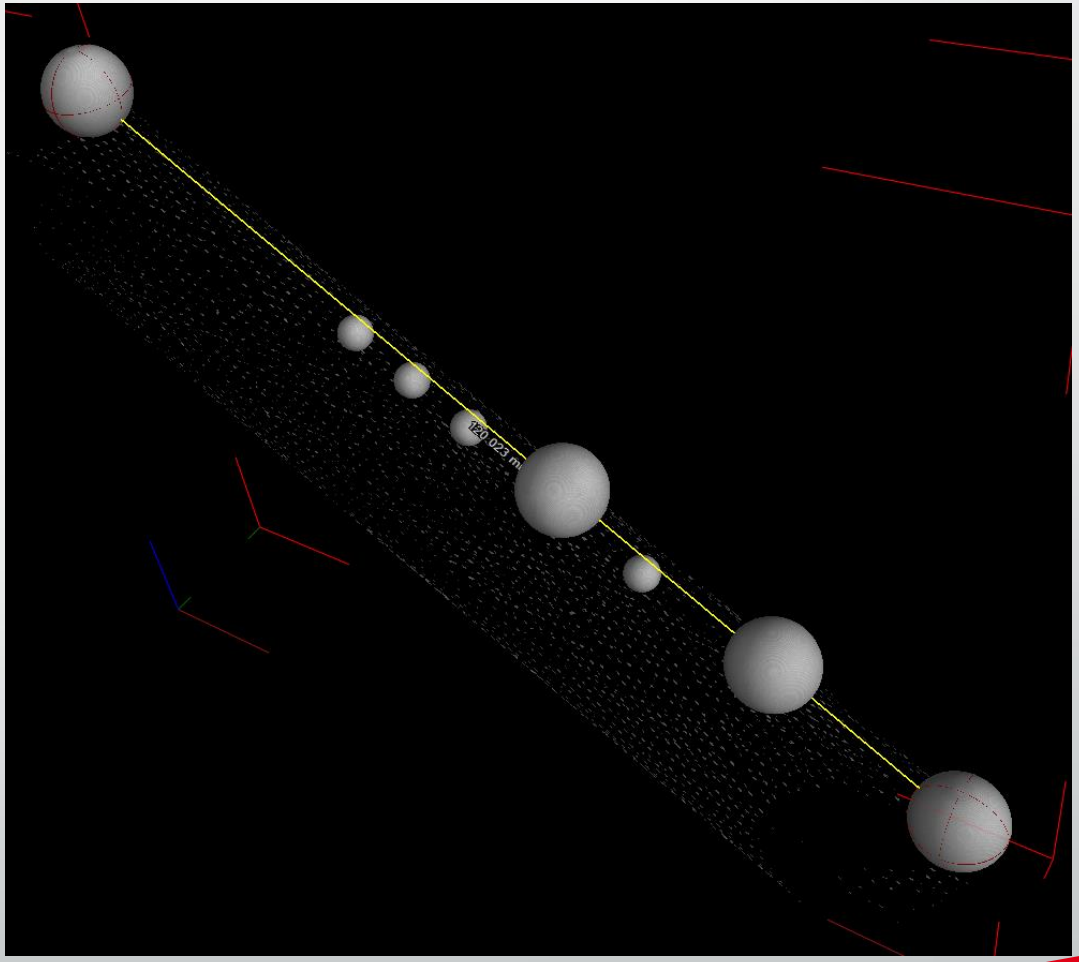


Tomographie d'un étalon dans les mêmes conditions que la pièce à analyser

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

3. Nécessité de suivi et d'étalonnage





Attention

Une distance entre sphère ne prend pas en compte le flou dû à la tâche focale

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

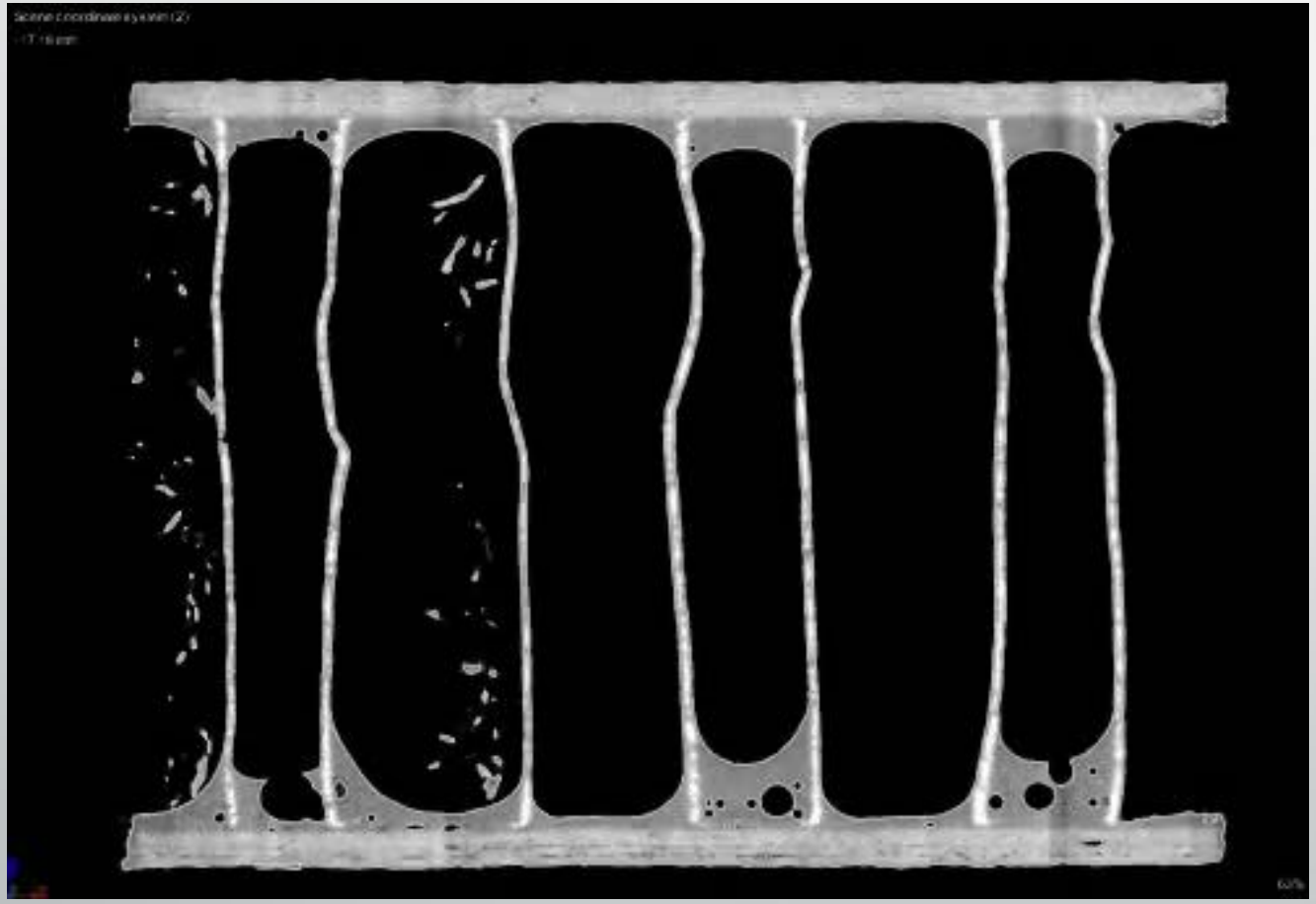
4. Exemples de mesures tomographies

Rétroconception de formes complexes

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures tomographies

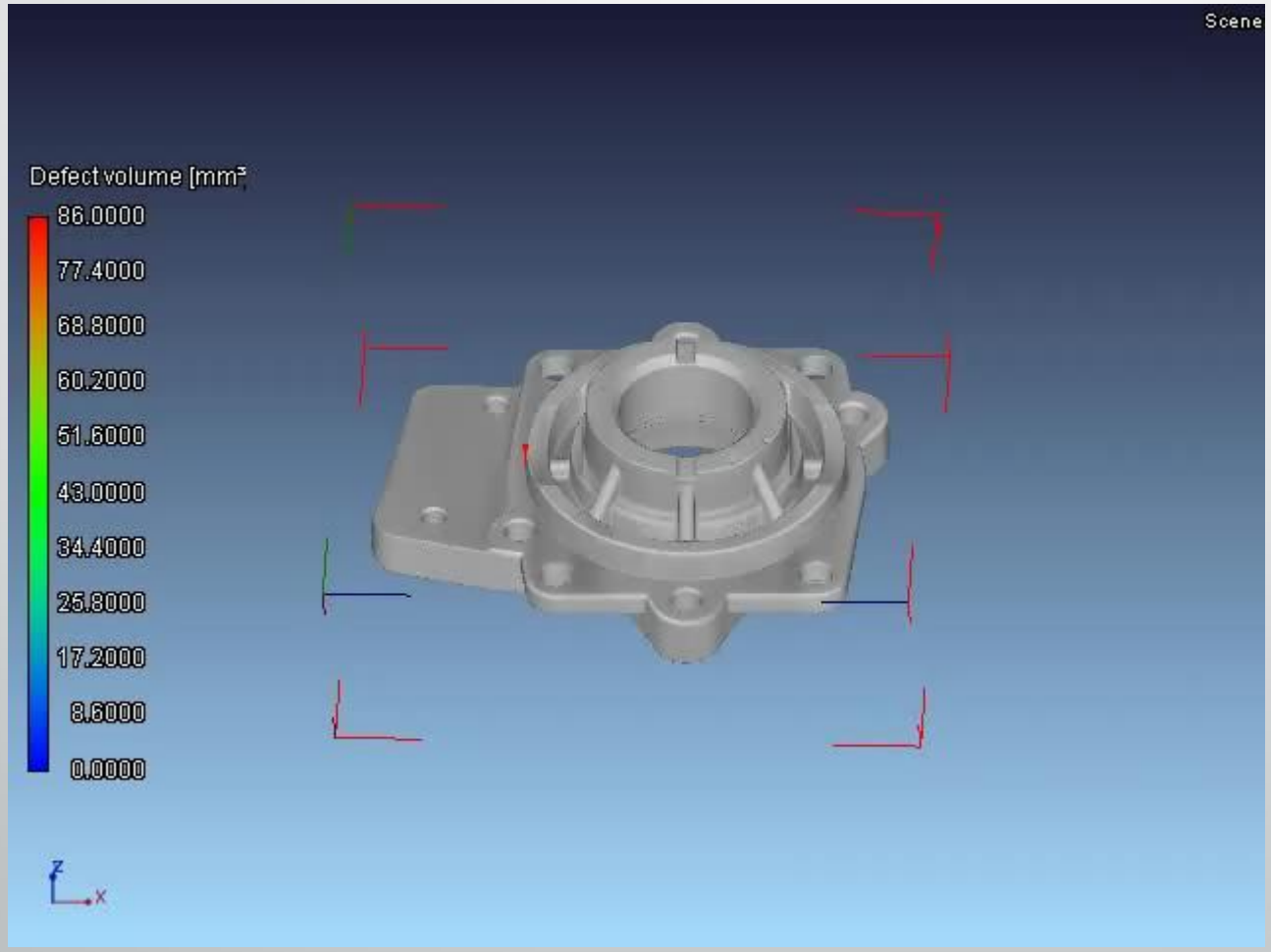
Contrôle non destructif



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures tomographies

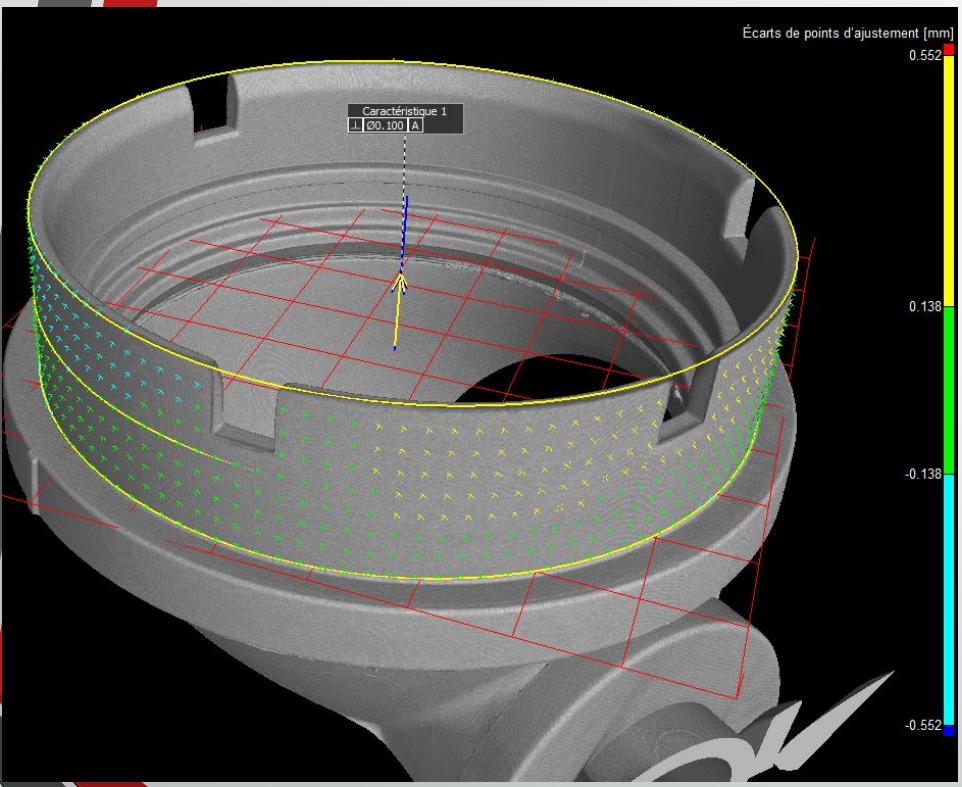
Analyse santé matière

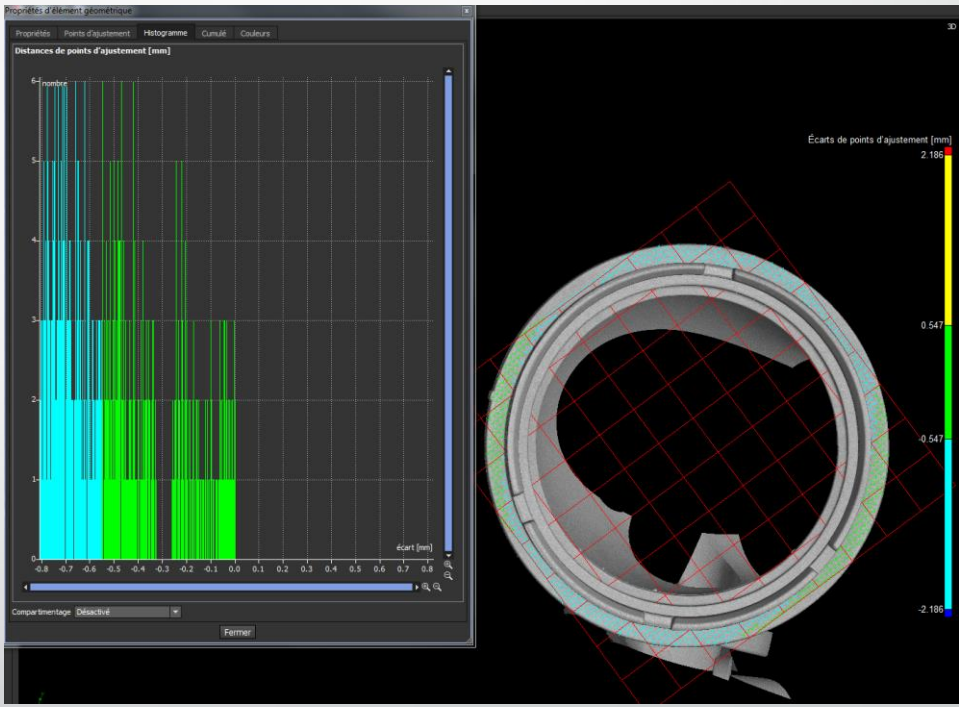


Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

Contrôle dimensionnel

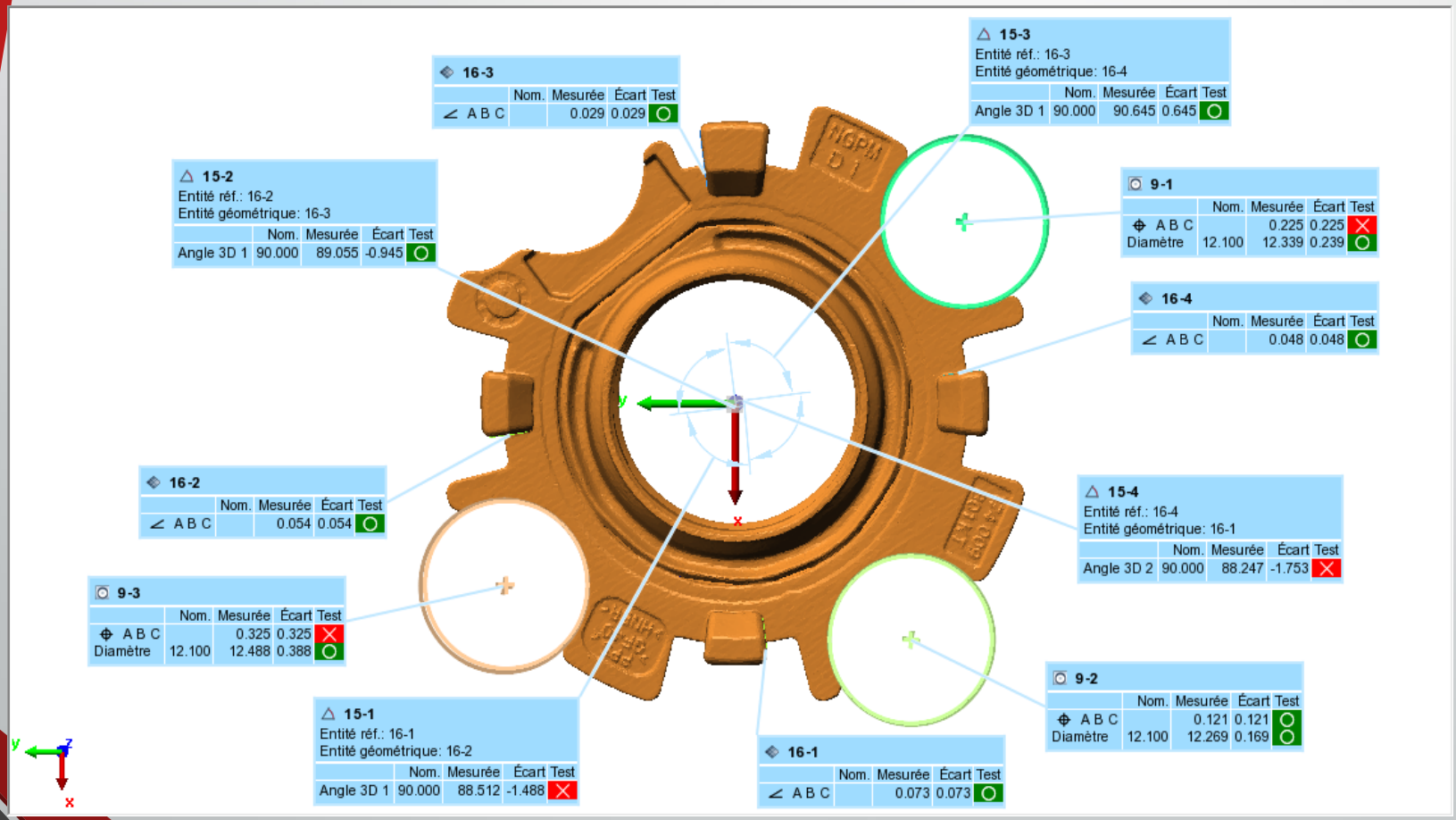




Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

Contrôle dimensionnel automatisé



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

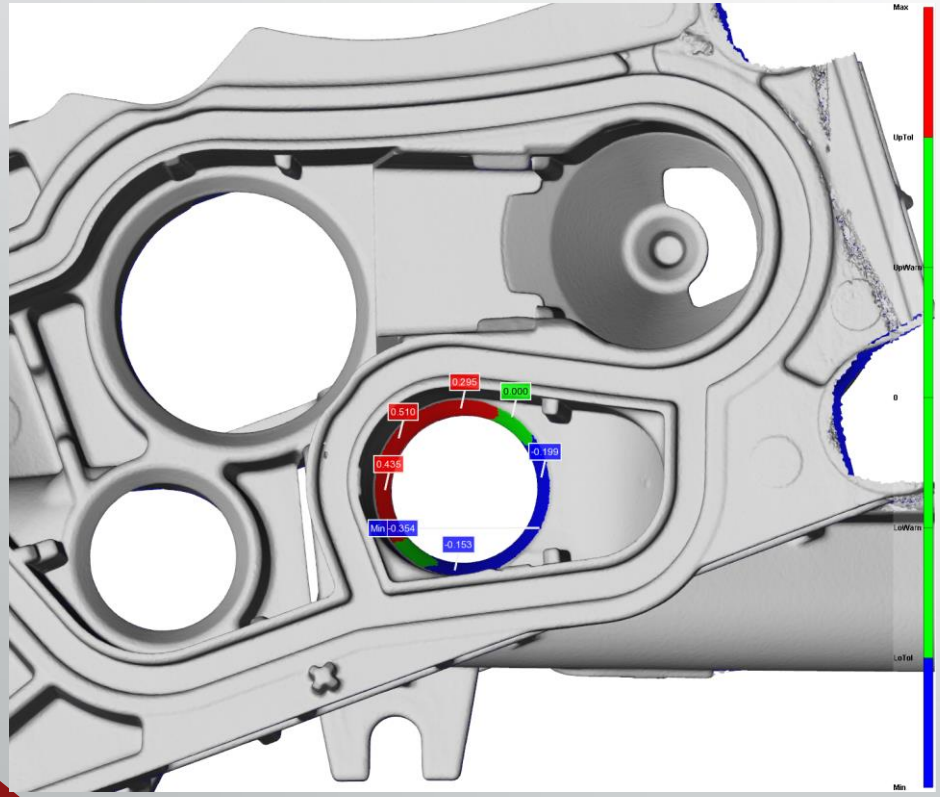
4. Exemples de mesures 3D

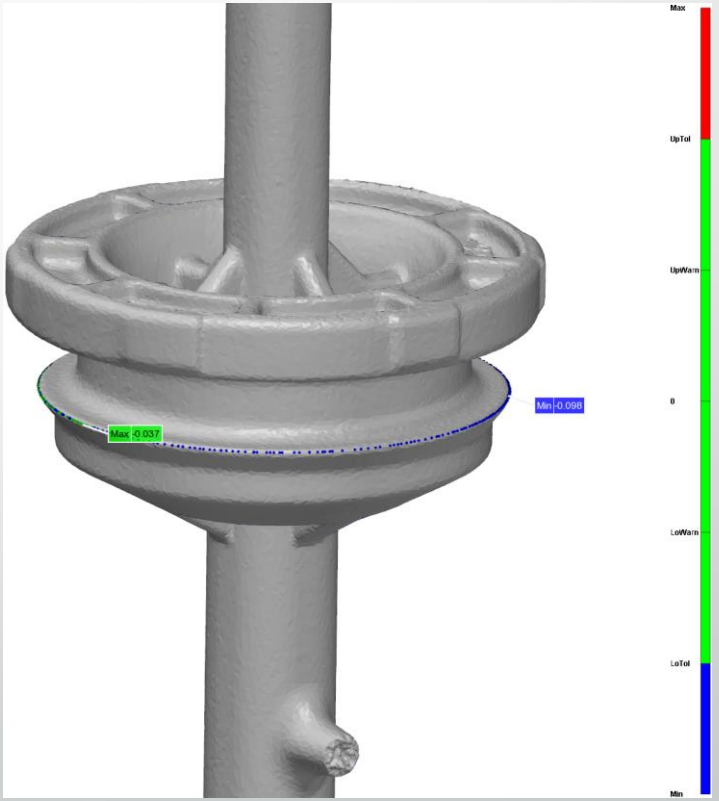
Contrôle dimensionnel de zones inaccessibles

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

Contrôle dimensionnel de zones inaccessibles

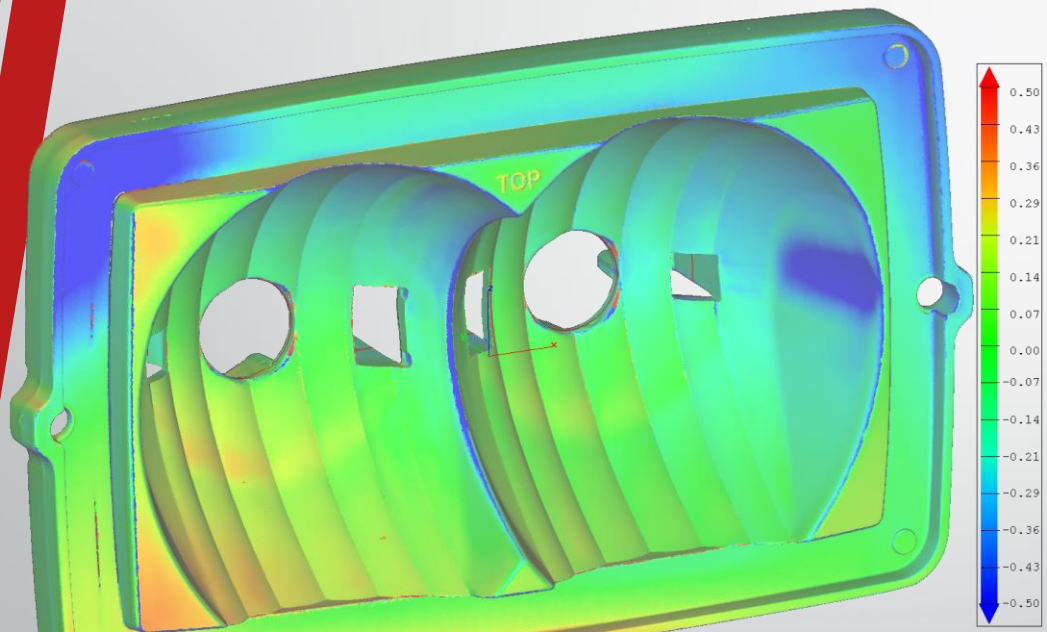


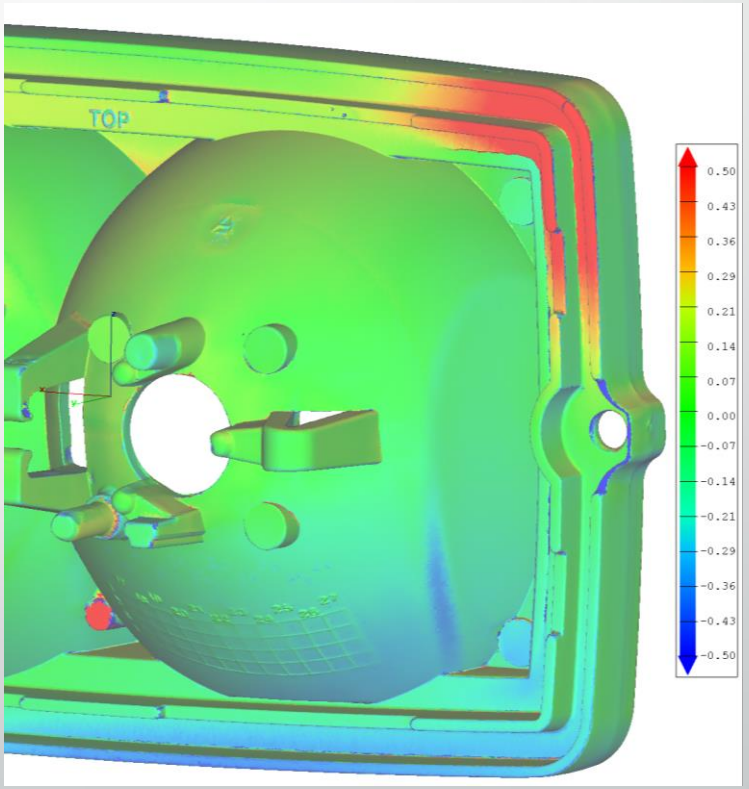


Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

Contrôle dimensionnel de zones inaccessibles + simulation de rendement (RMS des écarts)

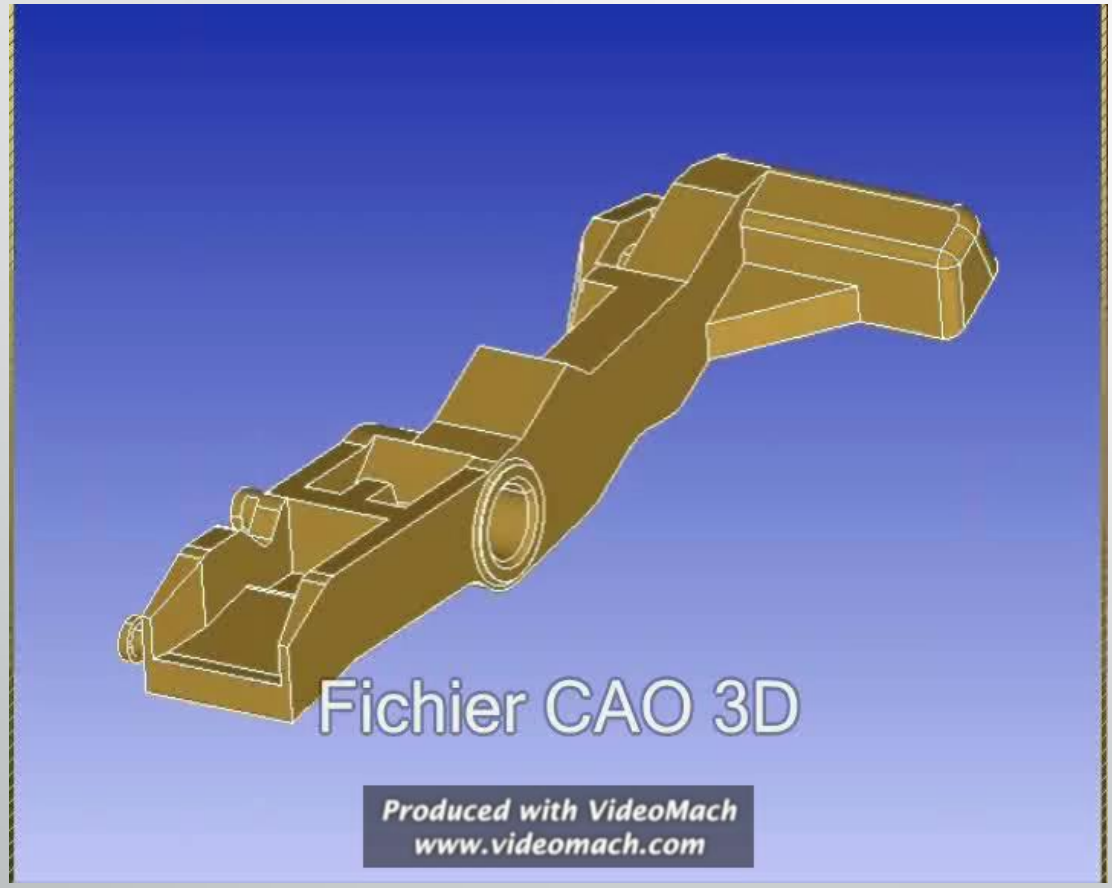




Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

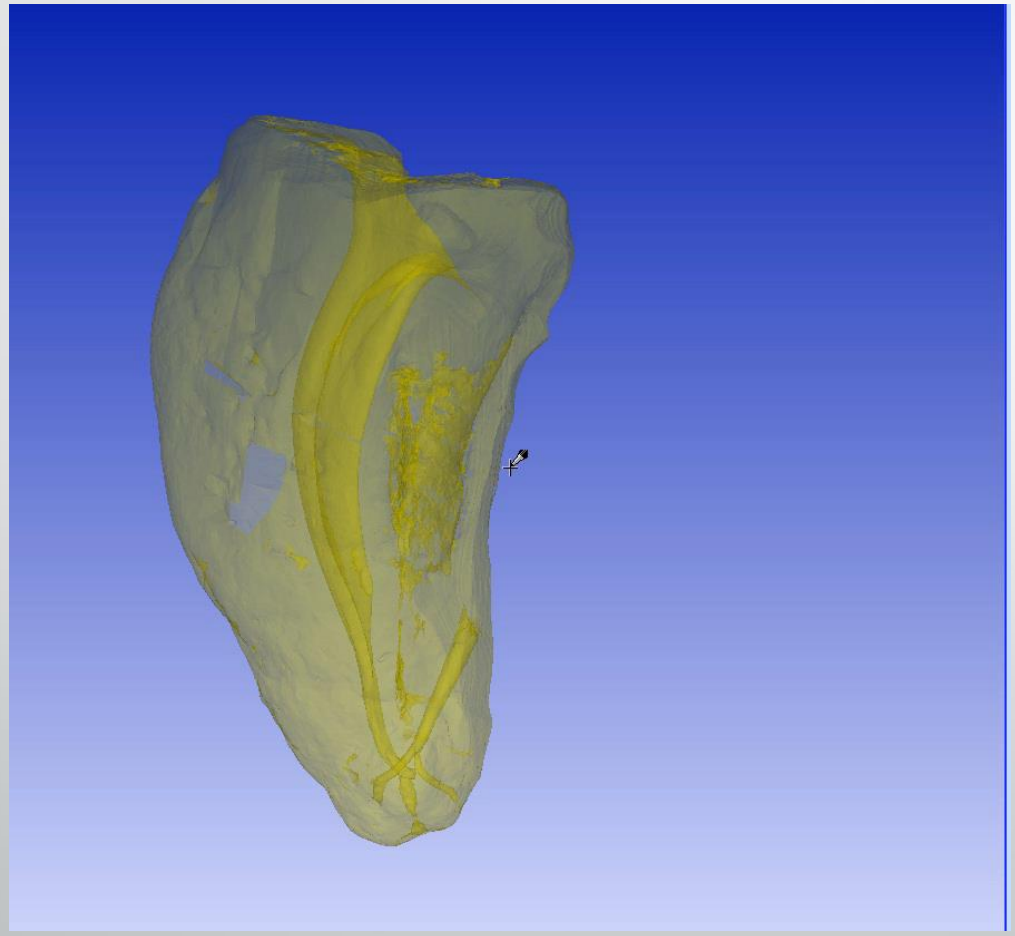
Contrôle dimensionnel



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

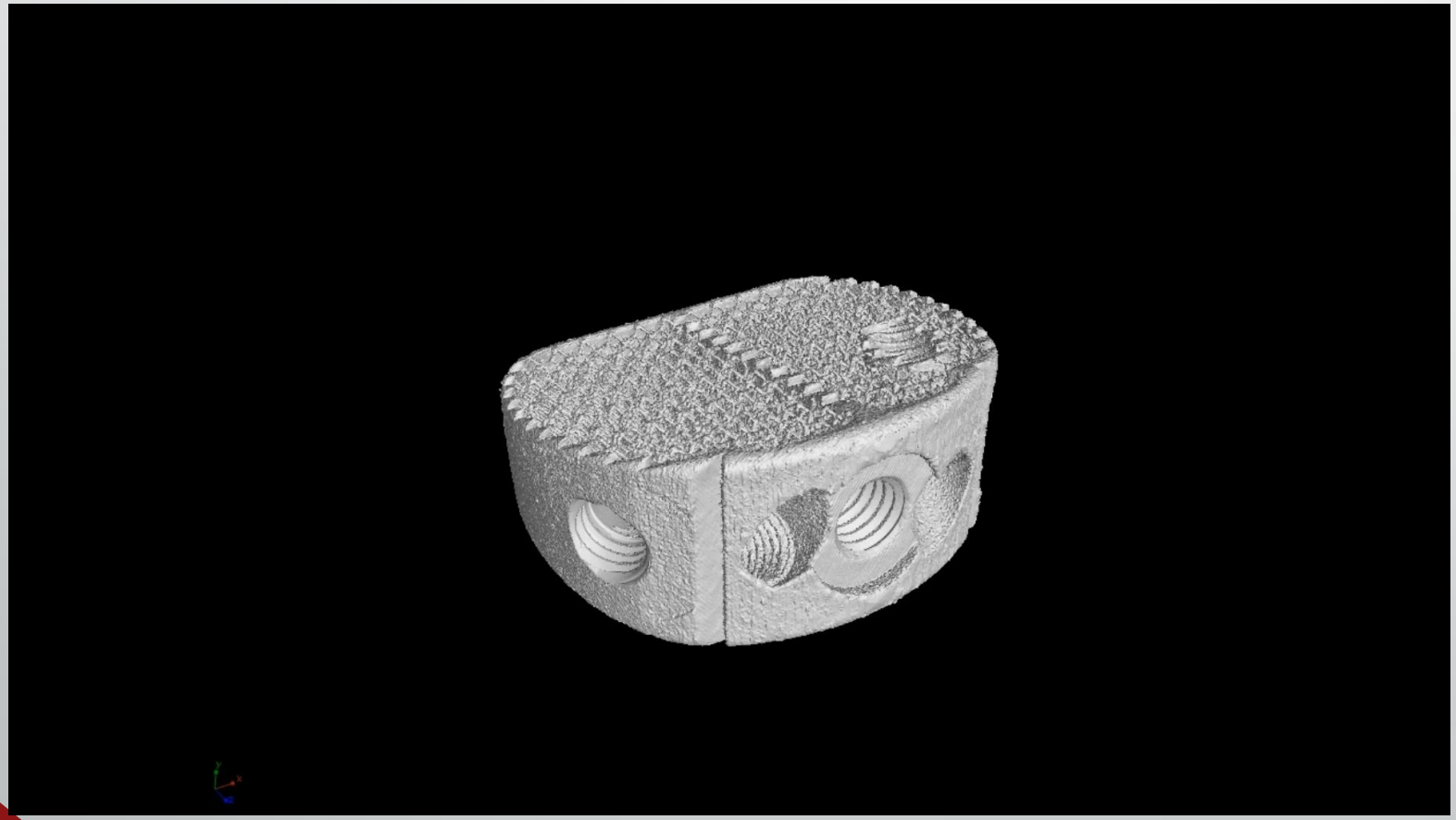
Contrôle dimensionnel (comparaison avant/après)



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

4. Exemples de mesures 3D

Contrôle qualité / analyse concurrentielle



Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com

Merci de votre attention

Contact : Gaël BOURBOUZE, Responsable ingénierie.
Tél. : 02 98 15 22 55 – Mail : gael.bourbouze@crt-morlaix.com