

# UNE VUE «PERÇANTE» SUR LA PIÈCE

## Résolution de structure et de position en tomographie par rayonnement X

### CONSEIL PRATIQUE

Lors du choix d'une machine de mesure équipée de la tomographie assistée par ordinateur, la résolution requise pour la tâche de mesure doit être prise en considération. L'interaction du détecteur, de la source de rayonnement X et de la position de la pièce est déterminante. Si les composants machine coïncident, il est possible de mesurer des micro-caractéristiques même sur des pièces à paroi épaisse et dont la matière est dense.

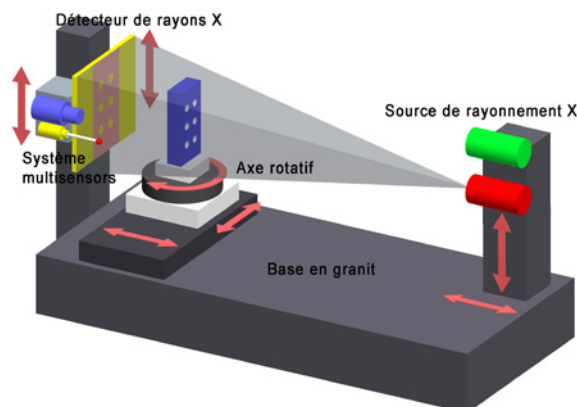
### SUR LES MACHINES DE MESURE

équipées de la tomographie assistée par ordinateur (CT), la pièce est positionnée entre la source de rayonnement X et le détecteur (schéma 1). La rotation de la pièce permet de saisir des images radio 2D à partir de différentes directions. Le rayonnement X est atténué en fonction de la matière et de la longueur de pénétration. Par le biais d'un procédé mathématique, un volume 3D de la pièce est reconstruit à partir des images radio. Ce volume est composé de Voxels tridimensionnels (Pixels par volume), et est ainsi également désigné en tant que volume Voxel.

### Résolution de la structure...

Hormis une répétabilité élevée (à l'aide, entre autres, d'axes machines précis), une haute résolution, adaptée à la tâche de mesure, est également nécessaire pour exécuter des mesures CT précises. La résolution de la structure d'un système sous-entend la capacité à différencier les unes des autres des structures de très petites dimensions. Sur des machines de mesure équipées de la CT, ceci équivaut à la capacité à reconnaître des caractéristiques dans le volume Voxel. Pour l'analyse qualitative de la pièce, comme la détection de retassures ou de fissures, seule la résolution de la structure dans le volume Voxel compte.

Pour des mesures dimensionnelles sur des pièces, des points de mesure à la surface doivent être créés et enchaînés à des dimensions. La résolution de la structure qui en résulte pour des mesures



dimensionnelles doit être suffisante pour pouvoir calculer la dimension à partir des points mesurés. Ceci impose des exigences plus élevées au niveau du système. Les caractéristiques (comme des alésages ou des rayons) ne doivent pas seulement être détectables de façon séparée uniquement, mais être également mesurables de façon dimensionnelle. La résolution de la structure requise pour la tâche de mesure découle de la taille de la caractéristique la plus petite à mesurer.

La taille Voxel doit être sélectionnée de façon à ce que la caractéristique couvre plusieurs Voxels dans les trois directions dans l'espace. C'est la seule façon de s'assurer qu'un nombre suffisant de transitions matière et donc de points de mesure soit détecté et défini de façon fiable pour pouvoir calculer à partir de là les paramètres des éléments géométriques, comme des cylindres ou des plans.

## ... et résolution de position

La résolution de position joue également un rôle important dans les mesures dimensionnelles. En mesure 3D, la résolution de position décrit le déplacement mesurable le plus petit possible d'un point de mesure et a une répercussion significative sur la dispersion des résultats de mesure (répétabilité),

## Détecteur et source de rayonnement X

Le détecteur et la source de rayonnement X ont un impact significatif sur la résolution de la structure. La dimension du détecteur limite la taille de la plage de mesure pour des mesures « dans le champ optique », puisque la pièce doit intégralement se situer dans le faisceau conique, entre le spot focal de la source de rayonnement X et le détecteur (schéma 1). La taille et le nombre de Pixels (résolution) du détecteur déterminent donc la finesse de la résolution de la pièce ou de la partie saisie de la pièce.

Avec un grand nombre de Pixels et donc de voxels, une résolution élevée de la structure est possible, en théorie du moins. Dans la pratique, cette résolution est sensiblement impactée par la déflexion du spot focal de la source de rayonnement X. L'augmentation

## Plage de mesure et résolution

Si le spot focal des tubes à rayons X est relativement grand, la taille Voxel minimale peut en fait être réglée à un grossissement maximum, mais la résolution de structure maximale possible ne sera toutefois pas atteinte. Le volume Voxel devient flou. De façon alternative, la pièce peut être positionnée plus près du détecteur afin d'obtenir ainsi une plage de mesure plus importante « dans le champ optique ». Dans la pratique, la position de la pièce est souvent réglée de sorte que l'influence du détecteur et du spot focal soit à peu près la même pour parvenir à une résolution optimale de la structure. Le bon compromis doit toutefois être trouvé par rapport à la plage de mesure nécessaire.

Avec la tomographie Raster, il est possible de fusionner précisément plusieurs plages de mesure du détecteur (mesure « dans le champ optique »). Des pièces de plus grandes dimensions peuvent ainsi être mesurées avec une résolution maximale. Avec la tomographie ROI, des zones locales de la pièce (Region of Interest) sont mesurées avec un grossissement et une résolution

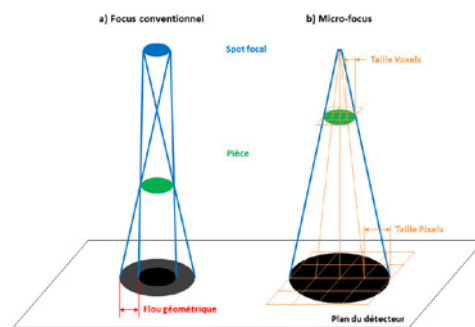
et donc sur l'incertitude de mesure. Le procédé de détection locale de la position du bord, brevet Werth, permet de déterminer la position de points de mesure avec une résolution au sub-Voxel, garantissant ainsi une résolution de position supérieure (au dixième de Voxel voire moins) à celle donnée par la taille Voxel ou la résolution de la structure. Ceci permet également d'avoir de faibles incertitudes de mesure.

de la taille du spot génère une zone floutée de plus en plus importante du fait des rayons X émanant de différents endroits du spot focal (schéma 2a).

La représentation de l'image étant amplifiée avec la CT, la taille Voxel dépend de la taille des Pixels du détecteur et de la position de la pièce (schéma 2b). En déplaçant la pièce en direction de la source de rayonnement X, la longueur des bords des Voxels diminue. La taille Voxel, immédiatement devant la source, est certes minimale, mais la plage de mesure est extrêmement réduite. Avec des machines sur lesquelles la distance entre la source de rayonnement X et le détecteur est importante, une échelle plus élevée de la représentation de l'image est disponible pour le même éloignement de la pièce par rapport à la source de rayonnement X et pour le même détecteur. Les pièces peuvent être mesurées avec une résolution de structure plus élevée.

plus élevés que l'ensemble de la pièce. Ceci réduit le temps de mesure et ramène le volume des données à une juste mesure.

Une machine de mesure équipée d'un sensor CT doit disposer aussi bien d'un détecteur avec un grand nombre de Pixels que d'une source de rayonnement X avec un faible spot focal pour permettre d'avoir une résolution maximale de la structure afin de mesurer de petites caractéristiques. L'utilisation d'un tube micro-focus, comme le tube de transmission 300 kV de Werth sur le TomoScope HV Compact, permet



d'optimiser la taille du spot focal ainsi que la taille et le nombre de Pixels du détecteur. Même avec des puissances relativement élevées, le spot focal disponible n'est que de quelques microns. Ainsi, les pièces qui sont plus difficilement pénétrables par les rayons peuvent être mesurées de façon précise avec une résolution élevée de la structure. Les procédés

comme la tomographie Raster et la tomographie ROI, ainsi que les méthodes de correction d'artefacts et de Drift, contribuent également à l'amélioration de la résolution.

## Contacts :

**Werth Messtechnik France Sarl**

F-911940 Villebon sur yvette

Tel.: +33 (1)64 46 20 20

[mail@werthfrance.com](mailto:mail@werthfrance.com)

[www.werth.de](http://www.werth.de)