



La cabine et la console

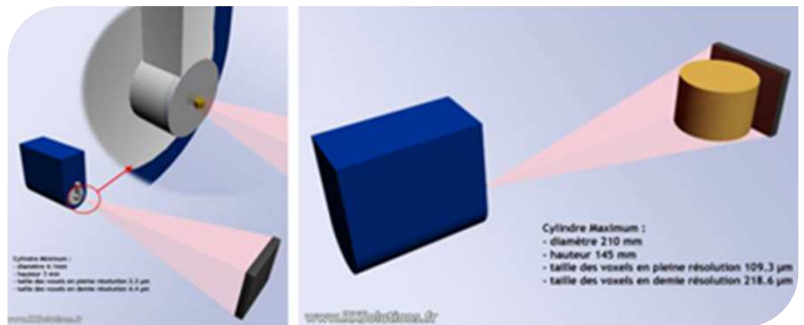


Schéma de principe

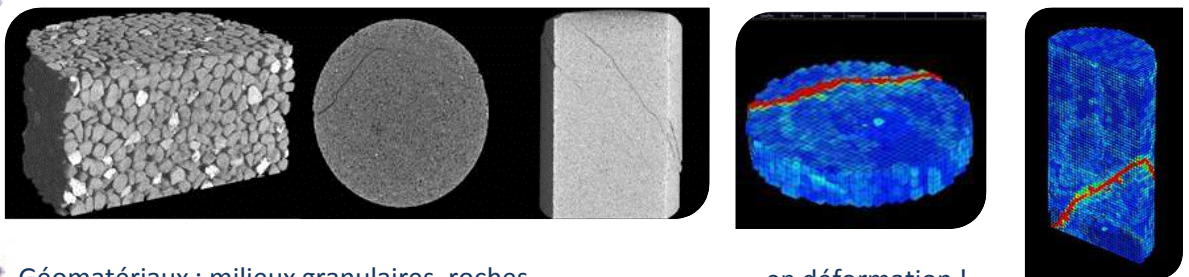


Essai triaxial sous faisceau

L'installation est conçue pour s'adapter à des objets et des structures de taille très variables, de 4 mm de diamètre à 200 millimètres. Les résolutions obtenues sont respectivement de 5 et 100  $\mu\text{m}$ .



## Une problématique scientifique claire : expérimentation et modélisation multi-échelle des géomatériaux, des matériaux et des structures



Géomatériaux : milieux granulaires, roches

... en déformation !

- L'installation a été créée dans le cadre d'un projet sur la modélisation multi-échelle des milieux granulaires. Très vite son utilisation s'est étendue aux matériaux industriels, notamment fibreux, aux roches (stockage de déchets nucléaires), à la neige, aux bétons, à la biocémentation des sols, aux couplages hydromécaniques, à des structures modèles (pieux).
- La corrélation d'images numériques (DIC) en volume permet de mesurer le champ 3D de la déformation, ce faisant elle démultiplie la puissance de la simple imagerie 3D.

## Les caractéristiques techniques :

Champ de mesure : 200 x 250 mm<sup>2</sup> / Espace de travail dans la cabine : 1,75 x 1,35 x 3 m  
Porte objet pouvant supporter un poids de 70 DaN / Résolution : 5 microns pour le champ minimum (4mm),  
100 microns pour le champ maxi (200 mm) en mode haute résolution  
Tube fermé, micro-foyer 150 kV, 75 watts / Imageur temps réel 30 images/sec, 1560 x 1920 pixels  
Station de travail pour pilotage et reconstruction / Reconstruction GPU quadri processeur  
Traitement d'image Visilog et visualisation 3D VGStudio MAX / Stockage 20 To

**Le tomographe à rayons X** du laboratoire 3SR est une installation originale, entièrement définie par les chercheurs du laboratoire pour servir une des problématiques centrales en son sein : l'analyse multi-échelle expérimentale, théorique et numérique.

Une des originalités majeures de cette installation est la très grande cabine qui abrite le banc de tomographie, dans laquelle les chercheurs peuvent aisément construire des expériences « in-situ » nécessitant des bâtis de chargement, des outils de conditionnement en température, humidité ou autres dispositifs qui ne peuvent trouver leur place sur les tomographes de laboratoire du commerce. Ainsi, plus qu'un tomographe, c'est une installation de mécanique expérimentale unique qui a été développée, et qui a pris toute sa dimension avec le couplage avec les méthodes de mesure de champs cinématiques.

Cette installation nous donne en effet la capacité de réaliser des caractérisations 3D+T d'essais mécaniques, souvent couplés multiphysiques réalisés sous faisceau avec prise d'images volumiques complètes à des stades successifs de l'essai. Les méthodes de mesure de champs cinématiques 3D volumiques, développées en utilisant la corrélation d'images numériques 3D, permettent alors de connaître quantitativement la déformation des structures étudiées et souvent de révéler des phénomènes cachés à l'intérieur de l'objet. Dans certaines études, on peut aller jusqu'à l'analyse discrète exhaustive (grains, fibres, individualisés tous et suivis un à un).

La résolution de l'appareil est variable en fonction du grandissement des images, qui est ajustable dans de très larges proportions : nous pouvons imager des objets de 4 à 200 millimètres de diamètre, avec des résolutions spatiales allant de 5 microns à une centaine, c'est-à-dire une grande souplesse et des capacités de résolution extrêmement satisfaisantes dans de larges gammes de travaux.

Sur le plan scientifique, cette installation ouvre la porte de l'analyse multi-échelle expérimentale grâce à la caractérisation simultanée des réponses mécaniques de structures macroscopiques soumises à des chargements divers, et de l'évolution de la microstructure interne à ces structures au cours de ces chargement. La jonction scientifique avec les approches théoriques et numériques de l'analyse multi-échelle est désormais possible, et nos équipes y travaillent avec enthousiasme.

Cette machine a connu un succès remarquable dès son installation, au-delà des espérances de l'équipe qui l'avait initiée : l'ouverture à toutes les équipes du laboratoire, et très vite au niveau du site, puis à l'international (accueil d'expériences venant de toute la planète), a donné à 3SR et à ses partenaires la chance de collaborations intenses et fructueuses, autour de problématiques renouvelées par la disponibilité d'une ressource originale et pleinement opérationnelle.