

La [Strateo3D](#), utilisée par l'[IUCT-Oncopole de Toulouse](#) pour développer une méthode unique au monde, basée sur l'impression 3D et destinée à améliorer la précision de l'imagerie médicale par IRM.



- QUEL ÉTAIT LE BESOIN INITIAL ?

Le partenariat entre le département de physique médicale de l'IUCT-Oncopole de Toulouse et la société eMotion-Tech a démarré au mois de juin 2021. L'intention première était motivée et initiée par Olivier CASELLES & Quentin MARONNIER qui nous ont d'abord sollicités pour effectuer des essais d'impressions 3D utiles à leur recherche portant sur l'optimisation des systèmes de calibration de scanners IRM.

Interpellés et soucieux de pouvoir contribuer à faire avancer la recherche dans le domaine de la médecine nucléaire, nous avons alors accompagné l'Institut Universitaire du Cancer de Toulouse, dans la réalisation de 7 séries de «cubes» tests.

- QUEL MATÉRIAUX & QUELS PARAMÈTRES DE FABRICATION (ÉPAISSEUR DE COUCHES, POSITIONNEMENT, TAUX DE REMPLISSAGE, ONT ÉTÉ UTILISÉS POUR L'IMPRESSIION ?

Chaque lot de 14 cubes a été imprimé à partir de polymères variés aux spécificités bien distinctes et avec divers réglages d'impression.

Ainsi, le PETG, le TPU, l'ABS, le PLA, le PLA-bois, le PA6-66 (nylon) et le Nylon-carbone ont pu être caractérisés.

Au départ, nous avons réalisés 4 séries de 3 cubes avec différents types de remplissages (gyroïde, concentrique, cubique, grille, vide et plein) et dotés de pourcentages différents (0 / 25 / 50 / 75 et 100 %).

Les pièces ont ensuite été rassemblées sur des plaques en polyester et scannées sur le scanner Discovery-MI™ de la marque GE healthcare.



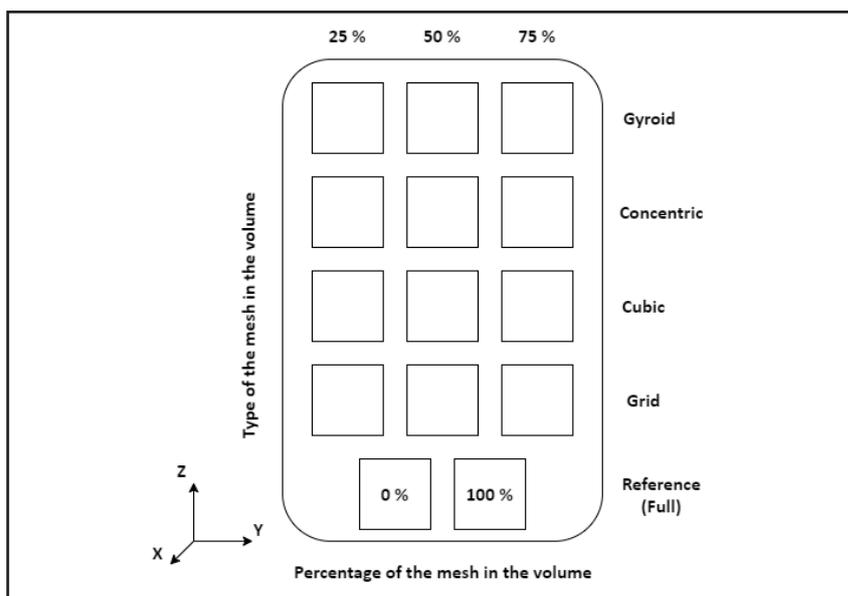
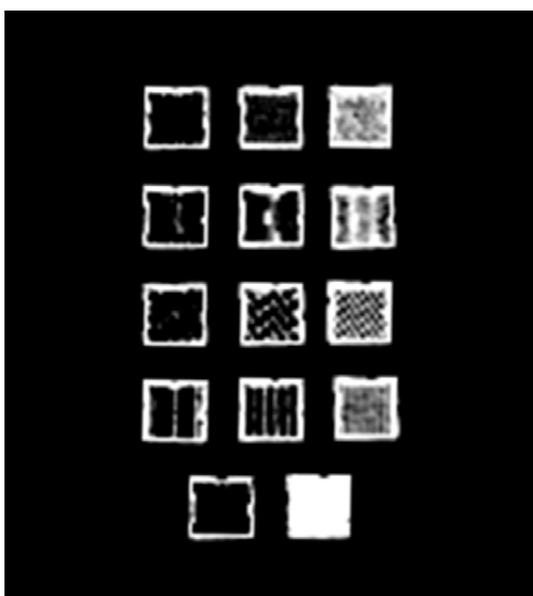
Pour comprendre l'intérêt de l'impression 3D dans cette recherche pré-clinique, il convient d'évoquer brièvement ici le fonctionnement des scanners IRM (Imageries par Résonance Magnétique).

En médecine nucléaire, l'IRM à la fluorine est un examen médical qui utilise un champ magnétique, des ondes radio et un produit de contraste contenant de la fluorine radioactive pour créer des images plus détaillées et précises de l'intérieur du corps.

Cette technologie est utilisée pour diagnostiquer des conditions telles que les tumeurs, les maladies cardiovasculaires et les troubles articulaires.

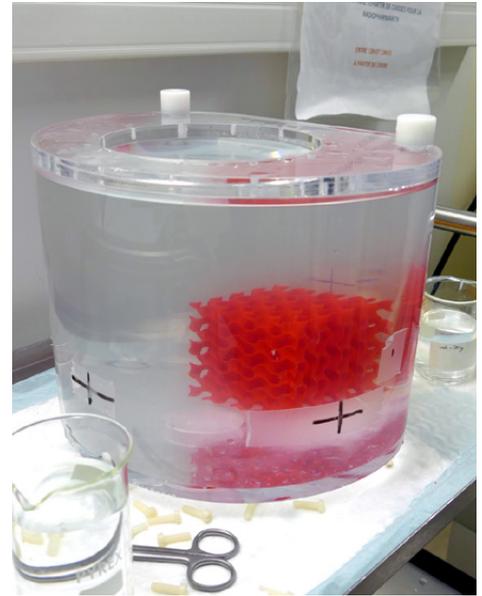
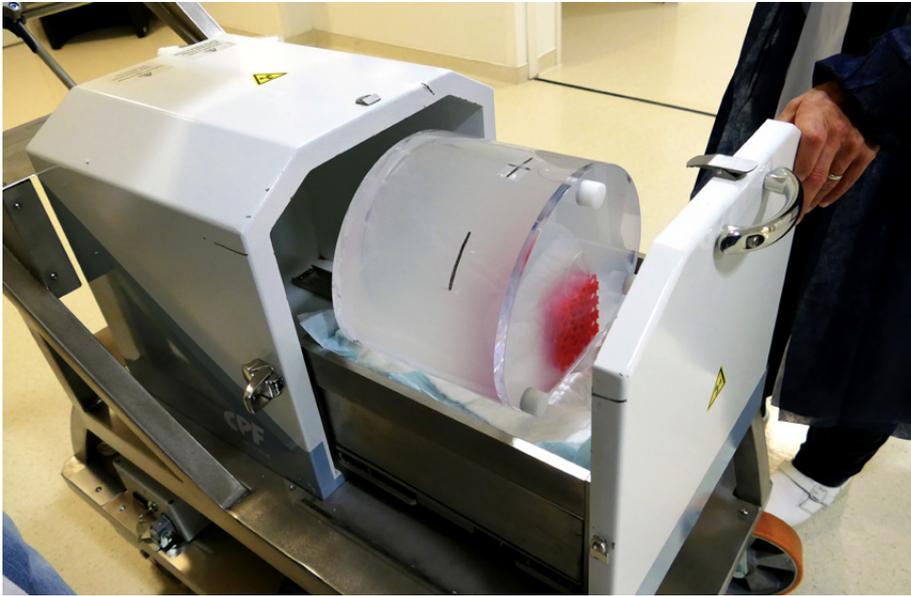
La fluorine permet de mieux visualiser certaines parties du corps, ce qui améliore la précision du diagnostic.

«L'objectif n'est pas de reproduire quelque chose de réaliste du point de vue de l'organe humain, en terme de tissus mais on cherche à obtenir; sur l'image finale, un référentiel qui ressemble visuellement à ce que l'on peut observer chez les patients». «Dans ce procédé d'imagerie anatomique en niveau de gris, l'os est blanc, l'air est noir et les tissus mous sont en valeurs de gris, c'est entre autres pour cette raison que les cubes tests avec des pourcentages de remplissages différents nous ont permis d'instaurer une méthode de calibration précise et unique au



monde».

«Traditionnellement, les fantômes de calibration pour IRM sont des objets de tests utilisés pour évaluer la performance des machines IRM en situation pré-clinique et les comparer entre elles. Cela a beau être des objets de tests normalisés, ils restent «basiques» alors qu'ils sont censés être «pseudo-anthropomorphiques», ils ne reproduisent pas l'anatomie, d'où l'intérêt de l'ajout de ces pièces imprimées destinées à simuler les organes à l'intérieur de ces «fantômes de calibration»



traditionnels.

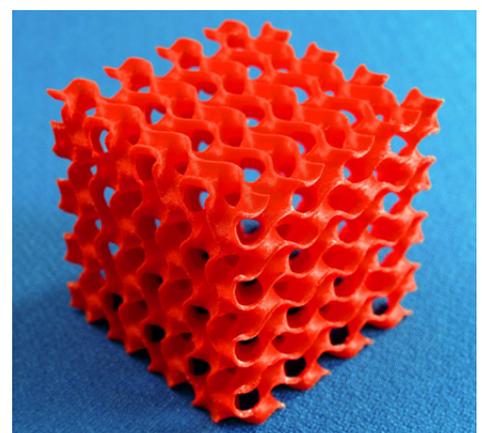
- QUELS AVANTAGES AVEZ-VOUS TROUVÉ À UTILISER LA STRATEO 3D POUR IMPRIMER CETTE PIÈCE ?

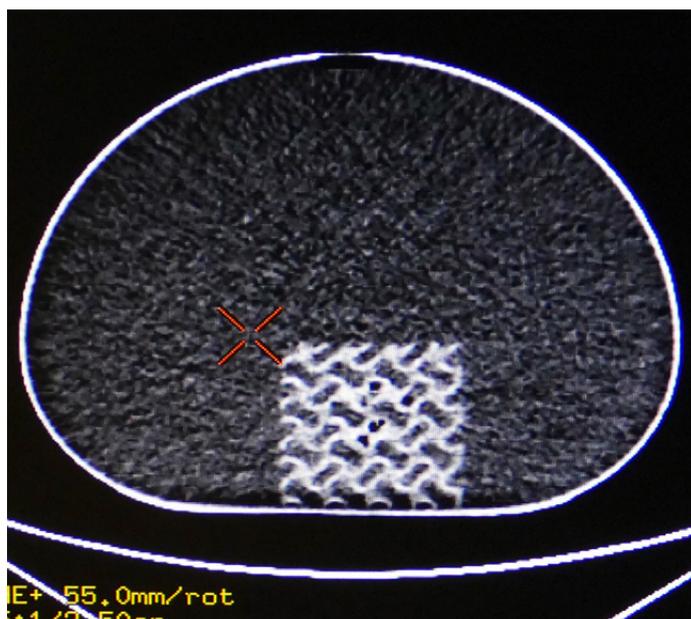
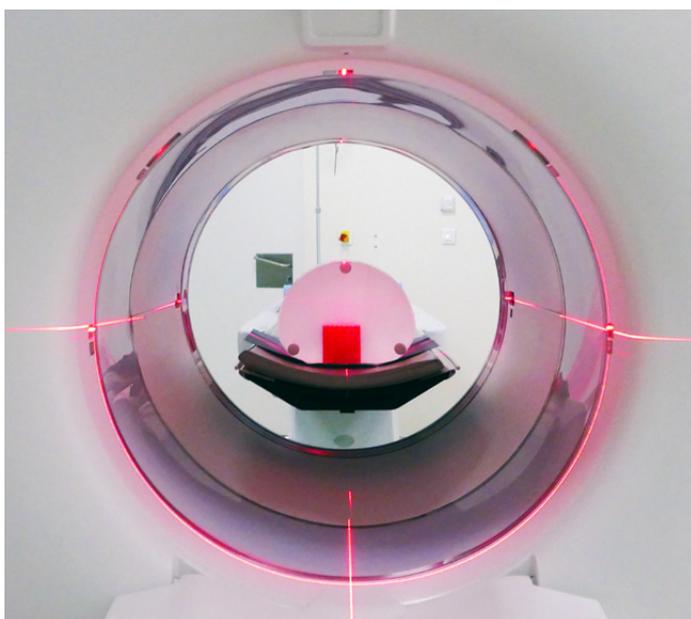
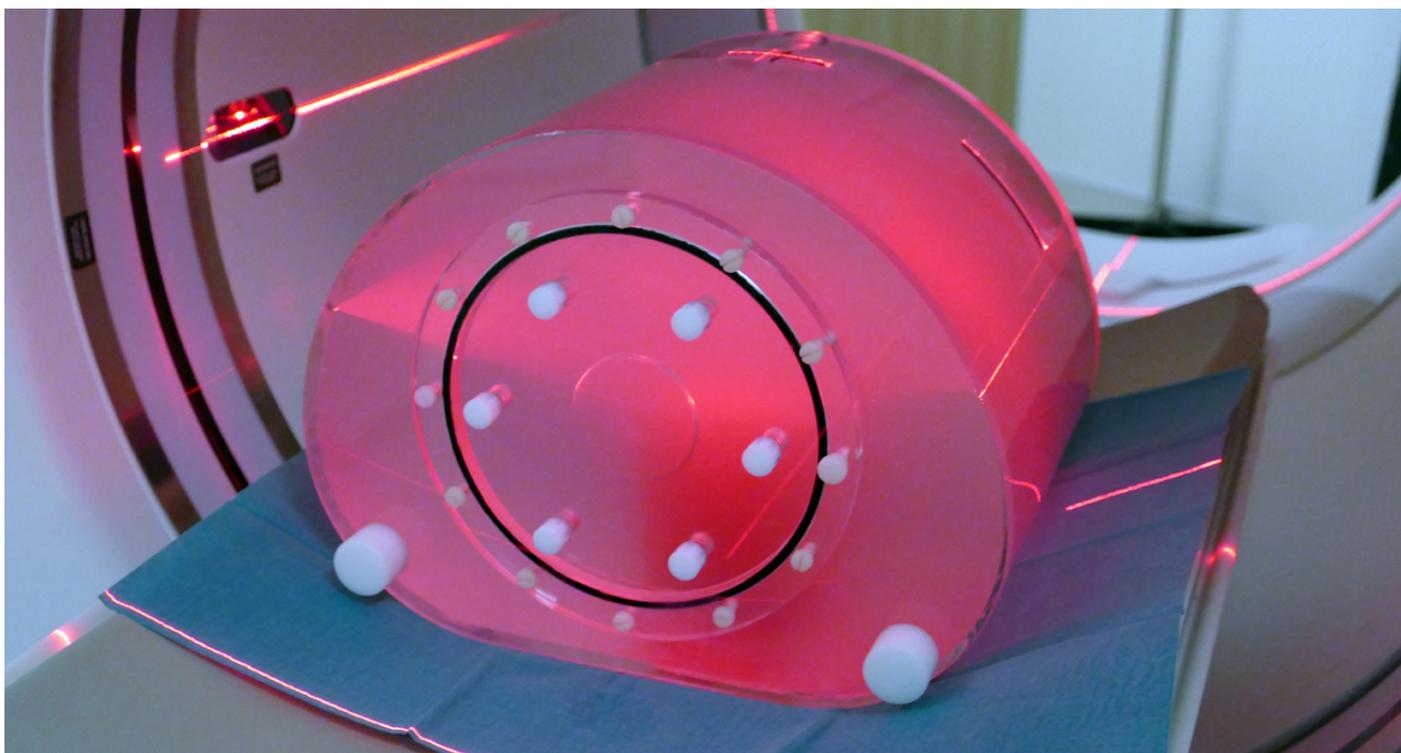
«Le but de ces fantômes auxquels on a ajouté des pièces imprimées en 3D est de faciliter les procédures de contrôle qualité de haute précision associées à la distorsion de l'IRM pour assurer une identification efficace et optimisée des distorsions et donc des tumeurs.

«Aussi, l'usage de pièces imprimées dans cette étude tend à améliorer considérablement la précision des images obtenues puisque l'objectif de ces dernières est de réaliser des objets tests qui soient beaucoup plus proches de la réalité clinique pour qu'on soit beaucoup plus confiants dans la façon dont on les utilise et analyse notamment quantitativement».

«Les outils de double extrusion présent sur la Strateo3D nous ont permis d'imprimer un modèle de gyroïde complexe dont le support hydrosoluble était entièrement dissous dans l'eau. Après avoir immergé ce modèle dans un fantôme de calibration traditionnel rempli d'eau et de fluorine radioactive, nous avons obtenu une texture visible à l'image et de ce fait, mettre en avant les différences entre la partie uniforme et la pièce imprimée en 3D.

Ce procédé nous a permis de faire des mesures également sur les régions comprenant des parties solides et simulant visuellement les tissus et organes humains».





«Par ailleurs, on simule également des lésions informatiquement, ceci nous permet d'obtenir une certaine réalité de terrain mais on a en revanche besoin d'une «mesure» sur un objet physique réel pour fiabiliser nos résultats de simulation et/ou de détection».

«C'est d'ailleurs là, le principal rôle des pièces imprimées en 3D car, à ce jour, c'est le seul moyen d'obtenir un fantôme qui nous permette d'avoir une vérité de terrain qui se rapproche de la réalité clinique et donc de calibrer avec précision nos scanners».

- LA PIÈCE DEVAIT-ELLE ÊTRE IMPRIMÉE EN PLUSIEURS PARTIES ? SI OUI, COMBIEN ? IMPRIMÉE EN UNE SEULE FOIS SUR LE MÊME PLATEAU OU EN PLUSIEURS ?

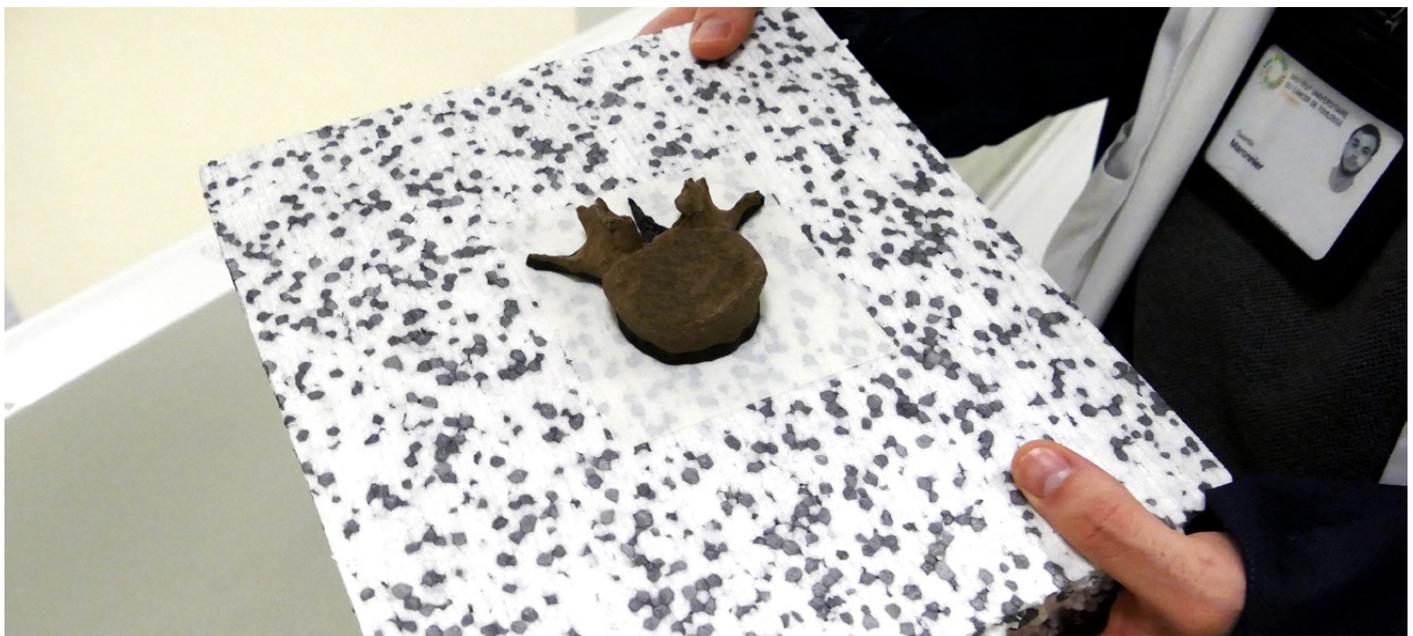
Non, du fait de leur dimensions et du volume utile de la Strateo3D, l'ensemble des pièces que nous avons eu à imprimer à ce jour parviennent à contenir sur un même plateau d'impression.

- COMBIEN DE TEMPS L'IMPRESSION A-T-ELLE DURÉ ?

Les impressions que nous avons réalisées jusqu'à lors ne sont pas si chronophages puisqu'elles se sont déroulées en seulement quelques heures.

- POURRIEZ-VOUS EFFECTUER UN COMPARATIF AVEC UNE AUTRE MÉTHODE DE FABRICATION (TEMPS, COÛT, ETC...)

L'impression 3D représente à ce jour l'unique moyen de simuler avec précision des organes scannés en amont en vue de pouvoir optimiser nos méthodes de calibration.



- PERSPECTIVES ET APPROFONDISSEMENT DES RECHERCHES:

En parallèle à ces premières recherches, nous avons également imprimé une vertèbre humaine à l'échelle 1 avec un polymère chargé en poudre métallique afin de pouvoir prendre en compte et mesurer les artefacts métalliques générés par les prothèses de certains patients.

Afin de pouvoir poursuivre et ainsi approfondir ces premières recherches, nous nous sommes ensuite procuré une Strateo3D IDEX420 et allons désormais scanner des organes complexes directement à partir de notre nouveau scanner (Omni Legend™ de la marque GE Healthcare), que nous convertirons ensuite en .stl et imprimerons sur Strateo3D (en double extrusion avec supports internes solubles) en vue de pouvoir disposer de fantômes de calibrations encore plus proches de la réalité, comme initié avec la partie de vertèbre.

Olivier CASELLES & Quentin MARONNIER,
Département de physique médicale de l'Oncopole
IUCT-ONCOPOLE Toulouse