AST-RX : Accès Scientifique à la Tomographie par Rayons X

UAR 2047 DoHNEE (CNRS-MNHN)

L'équipe

Opératrice et Responsable technique : Marta BELLATO (IE MNHN – UAR 2047).

Analyse d'images et Formation, PCR : Patricia WILS (IR MNHN – UAR 2047).

Coordination scientifique : Sandrine LADEVEZE et Helder GOMES RODRIGUES (UMR 7207 CR2P).

Les équipements

La plate-forme comprend deux micro-tomographes.

- Un « *v | tome | x L 240-180* » de la société Baker Hughes Waygate Technologies, dit OB-LIX, ayant une grande cabine et les caractéristiques techniques suivantes : deux tubes ouverts interchangeables, tube RX microfoyer 240 kV / 320 W et tube RX nanofoyer 180 kV / 15W ; détecteur de 400×400 mm avec une matrice de 2024×2024 pixels (taille de pixel : 200×200 µm).
- Un « *EasyTom S 150* » de la société RX Solutions, dit ID-FIX, ayant des dimensions de cabine plus réduites et les caractéristiques techniques suivantes : un tube scellé microfoyer 150 kV / 75 W, détecteur de 250×320 mm avec une matrice de 2024×2536 pixels (taille de pixel 124×124 µm).

Les équipements sont localisés au rez-de-chaussée du bâtiment 140, 1 allée de l'orangerie Campus Buffon, au 43 rue Buffon 75005 Paris.

Modalités de fonctionnement

Les différentes étapes de réalisation d'un projet d'acquisitions tomographiques ainsi que les modalités associées sont développées dans ce document dans l'ordre suivant :

1. Dépôt d'un formulaire d'accès 2
2. Évaluation de la faisabilité et Critères de sélection ou priorisation 2
3. Tarifs et processus administratif 1 : devis et bon de commande 3
4. Différences entre les équipements et spécificités techniques 4
   - Porte-échantillon 4
   - Dimensions du spécimen et champ d'acquisition 4
   - Tomographie locale 5
   - Résolution 5
   - Volume des données 5
5. Clôture du projet et processus administratif 2 : service fait et facture 5
6. Mise à disposition et sauvegarde des données 5
7. Formation au traitement des données acquises 6
8. Résultats scientifiques : diffusions, citations et remerciements 6
9. Protection des données à caractère personnel 6

1. Dépôt d'un formulaire d'accès

La soumission des demandes se fait uniquement **par voie électronique** avec la **soumission d'un formulaire** via l'interface suivante :

- https://asu.openiris.io/ pour **les personnels** des établissements **membres de l'Alliance SU** (ASU)
- et à la page https://openiris.io/ pour **tous les externes à l'Alliance Sorbonne Université.**

Un **guide** pour la création d'un compte sur l'interface OpenIris avec votre adresse institutionnelle et pour le dépôt de votre demande est disponible sur la page internet de la plateforme.

L'**accès** au.x tomographe.s est **autorisé après évaluation des demandes**.

Chaque année, **trois fenêtres de soumission** de demandes sont ouvertes **sous forme d'appels à projets** (AAP), pour une durée d'environ un mois : autour de février (AAP 1) ; de mai-juin (AAP 2), et de septembre-octobre (AAP 3).

Toute demande doit être soumis à un accord préalable des responsables de collections à la numérisation en tomographie à rayons X des spécimens souhaités (voir le paragraphe 2).

Les informations suivantes sont requises :

Projet scientifique

- **Titre du projet.**
- **Résumé du projet scientifique** dans lequel s'inscrit la demande de numérisation (contexte de l'étude et objectifs).
- **Besoins de formation** (à un logiciel de segmentation) **ou conseil** (post-traitement des images).

Liste des participants

- **Porteur du projet** (nom, prénom, affiliation, adresse, téléphone, mail). **Le devis est envoyé au porteur.**
- **Collaborateurs** (nom, prénom, affiliation). **Indication sur les données** à acquérir **si elles seront utilisées pour un stage de master, une thèse de doctorat, un post-doctorat.**

Matériel d'étude et méthodes

- **Matériel et méthodes.** Détails sur le matériel à numériser et les besoins techniques. Liste complète des spécimens et des collections d'origine ; dimensions (longueur, largeur, hauteur) des spécimens/ossements/fragments ; usage de produit(s) de contraste ou de fantôme pour la quantification de la densité osseuse) ; analyse de ROI à spécifier.
  Le remplissage de la feuille de calcul ci-dessous, détaillant la liste des spécimens est demandé dans le formulaire : https://dohnee.mnhn.fr/sites/dohnee/files/2026-02/Template_LIST-specimens_v2.ods [i]
- **Numéro d'inventaire des spécimens.** Le numéro d'inventaire est très fortement souhaité pour les spécimens MNHN.

Informations administratives

- **Responsable de collection** (ou du chargé des spécimens concernés) **qui doit avoir donné son accord préalable à la numérisation** ; (nom, prénom, affiliation, téléphone, mail).
- **Contact de facturation** (gestionnaire de l'unité ou responsable financier du laboratoire d'affiliation du porteur du projet) ; (nom, prénom, affiliation, adresse, téléphone, mail). **Il n'est pas possible la facturation aux particuliers.**

Restitution

- **Période souhaitée pour la numérisation et éventuellement indisponibilités.** La période sera définie aussi en accord avec le calendrier de la plateforme AST-RX et ses critères de priorité.

[i] Il y a la possibilité de joindre aussi un fichier supplémentaire avec photo par exemple, et etc.

2. Évaluation de la faisabilité et Critères de sélection ou priorisation

L'évaluation des dossiers est effectuée par les responsables techniques et scientifiques du plateau qui vérifient la **pertinence** et la **faisabilité** des projets : l'adéquation technique et opérationnelle de la demande avec les matériels disponibles et le temps d'acquisition.

La complétude du dossier et le suivi de la procédure de soumission sont des critères de recevabilité des dossiers.

Pour les projets portant sur des spécimens provenant des collections du MNHN, les **responsables de collections** concernés, et donc la direction des collections du MNHN, doivent impérativement **être consultés et donner leur accord avant la soumission du formulaire** d'accès, via l'**interface Muse** (https://muse.mnhn.fr/fr), rubrique « Imagerie »). Il est **impératif de renseigner les numéros d'inventaire** tels qu'**informatisés dans la base de données des collections MNHN** pour les spécimens MNHN afin de permettre la sauvegarde des données numériques produites. Se référer à la feuille ci-dessous :
https://dohnee.mnhn.fr/sites/dohnee/files/2026-02/Template_LIST-specimens_v2.ods

Pour les spécimens provenant de collections hors MNHN, l'accord du chargé de collection de l'institution non MNHN doit également être obtenu en amont du dépôt de dossier.

Chaque projet peut bénéficier d'**au maximum une semaine d'acquisitions** afin de garantir l'accès à tous les demandeurs. **Une priorité est donnée aux** demandes **(I)** des **étudiants** en Master et aux doctorants **(II)** des **personnels MNHN**, puis **(III)** des **extérieurs**.

3. Tarifs et processus administratif 1 : devis et bon de commande

Une fois la demande validée, **un devis sera envoyé au porteur** de la demande par voie électronique.

Le **devis dépend de l'équipement utilisé** pour la réalisation du projet, et du temps estimé pour la numérisation, ainsi que de l'affiliation du demandeur d'accès selon les grilles de tarification suivantes [ii].
L'estimation du devis est du ressort de l'équipe AST-RX.

Grille tarifaire OB-LIX (*v|tome|x L 240-180*)

Affiliation de l'utilisateur	**Tarif Muséum**	**Tarif académique**	**Tarif privé**
Coût de la demi-journée OB-LIX *	125 €	300 €	625 €
Coût de la journée OB-LIX	250 €	600 €	1250 €

* Une demi-journée est égale à 3 ½ heures de temps machine (par exemple 9h30-13h00 et 14h00-17h30)

[ii] Tout **paiement d'une entité française** sera **assujetti à** un taux de **TVA de 20%**, sauf pour les transferts de crédits internes au MNHN, auquel cas la TVA ne s'applique pas.

Tout **paiement d'une entité de l'Union Européenne (hors France)** ou hors UE ne sera pas soumis à la TVA française et **relèvera du mécanisme d'autoliquidation de la TVA**.

Plus de notion d'origine des spécimens (MNHN ou externes) à partir de février 2023. Le renseignement des codes spécimens tel qu'informatisés sur la base de données MNHN est très fortement conseillé.

Grille tarifaire ID-FIX (*EasyTom S 150*)

Affiliation de l'utilisateur	**Tarif Muséum**	**Tarif académique**	**Tarif privé**
Coût de la demi-journée ID-FIX *	65 €	130 €	440 €
Coût de la journée ID-FIX	130 €	260 €	880 €

* Une demi-journée est égale à 3 ½ heures de temps machine (par exemple 9h30-13h00 et 14h00-17h30)

Le **nombre d'acquisitions réalisables en une journée dépend de la nature des spécimens** (densité, taille, résolution souhaitée). Une acquisition peut regrouper **plusieurs spécimens sur un même porte-échantillons**. Il est ainsi

Le porteur devra retourner pour acceptation – à l'adresse mail **amaury.pellut[at]mnhn.fr** et en Cc à ast-rx[at]mnhn.fr– (1) le devis dûment complété et signé et (2) accompagné du bon de commande [iii] correspondant.
NB : un **projet** ne sera **planifié** et finalisé **qu'à réception de ces deux documents**.

indispensable de **décrire** au mieux **les spécimens** (dimensions, facilité de manipulation, fragilité, *etc.*) et **la problématique** (spécimen complet, région d'intérêt) afin de faciliter cette étape d'estimation des coûts et du temps de la prestation.

Les dates retenues pour les acquisitions, en accord avec les disponibilités des demandeurs et le planning du plateau, seront communiquées par voie électronique au porteur du projet.

En cas de planning chargé, la priorité sera fixée selon les critères indiqués au paragraphe 1.

[iii] Tout **bon de commande** doit avoir **(a)** un **numéro** de commande **officiel** de votre institution/unité/laboratoire d'appartenance ; **(b)** il doit être en **Euros €** ; **(c)** il doit comporter la signature d'un responsable des crédits de votre institution/unité/laboratoire ; et **(d)** il doit inclure la **TVA**. Si la TVA n'est pas applicable à votre institution ou s'il s'agit d'un transfert de crédits internes au MNHN, le bon de commande doit l'indiquer. Sinon la commande pourrait être refusée par le service financier du MNHN et la prestation ne sera pas réalisée. **Seuls les virements bancaires par votre institution/unité/laboratoire sont acceptés**. Les paiements par cartes de crédit ou virements bancaires personnels ne sont pas possibles. **Le porteur du projet s'engage à s'assurer au préalable que ces conditions financières soient remplies**, notamment en s'adressant à la gestionnaire de son unité/laboratoire ou au service financier de son institution.

4. Différences entre les équipements et spécificités techniques

Porte-échantillon

Une contrainte importante préalable à la numérisation d'un objet est la **réalisation d'un porte-échantillon dans un matériau radio-transparent** pour optimiser l'acquisition. En pratique, l'**objet** doit être **positionné** avec sa plus grande extension **en** orientation **verticale**. Les spécimens devront être conditionnés au préalable par le porteur de projet ou le chargé de collection responsable de ce matériel, en concertation avec l'opérateur du plateau technique. Le plateau peut fournir certains matériels pour le conditionnement des échantillons ; ou un support adapté peut être réalisé par le demandeur de projet ou le chargé de collection.

- Le µCT OB-LIX permet de numériser **un seul spécimen à la fois**, ou plusieurs si les échantillons sont conditionnés ensemble.
- Le µCT ID-FIX est doté d'**un chargeur automatique d'échantillons** qui **peut gérer jusqu'à 5 échantillons** de tailles différentes. Selon la taille des échantillons, le chargeur peut être configuré de deux façons : 5 échantillons de taille maximale Ø 4 × 7,5 cm (H) ; ou 3 échantillons de taille maximale Ø 7 × 7,5 cm (H).

Des protocoles d'acquisition conçus pour la numérisation d'un nombre plus important d'échantillons, en les positionnant en colonnes, ont été mis en place. Nous restons à votre disposition pour toute information complémentaire (astr-rx[at]mnhn.fr).

Dimensions du spécimen et champ d'acquisition

- Le µCT OB-LIX, ayant une grande cabine, peut accueillir un spécimen d'hauteur maximale de 100 cm (H). Toutefois, **le volume d'acquisition** est d'environ Ø 34 x 34 cm (H) **pouvant s'élever à** environ **Ø 60 × 65 cm (H)** en déplaçant le détecteur horizontalement et verticalement. Ce type d'acquisition (multi-scan) est coûteux en temps et produit des données de 4 à 12 fois plus volumineuses. Le poids maximal d'un spécimen qui peut être maintenu sur le plateau tournant d'OB-LIX est de **50 Kg**. Il faudra toutefois s'assurer du maintien du spécimen à la verticale.
- Le µCT ID-FIX, ayant une cabine plus petite, permet un **volume d'acquisition** de Ø 20 x 18 cm (H) **pouvant s'élever à Ø 20 x 30 cm (H)** en déplaçant l'axe verticale de la platine. Le poids maximal d'un spécimen qui peut être maintenu sur la platine de rotation d'ID-FIX est de **5 Kg**.

Les dimensions sont indicatives, il faudra notamment veiller à la mise en sécurité de l'échantillon selon son poids.

Tomographie locale

Résolution

La **résolution** finale des données **est**, entre autres, **dépendante de la taille de l'objet** numérisé.

- La résolution maximale atteignable pour le µCT OB-LIX est de 1 µm pour les échantillons les plus petits (quelque millimètre) et dans des conditions d'acquisitions particulières.
- La résolution maximale atteignable pour le µCT ID-FIX est de 5 µm pour les échantillons d'environ 1 cm.

A noter que pour atteindre des très fines résolutions les temps de scans sont plus longs.

Volume des données

Les données obtenues se présentent sous forme d'un ensemble de coupes successives (ou pile d'images 2D) définissant le volume de l'objet numérisé. Ce sont des images **en format .TIF en 16 bits**. Le poids final des données n'est pas dépendant de la taille de l'objet numérisé mais de la résolution atteinte. Ainsi, la numérisation avec le µCT OB-LIX d'un objet en mode normal correspond à un volume moyen de 5 à 20 Go.

5. Clôture du projet et processus administratif 2 : service fait et facture

Une fois les acquisitions terminées, l'**attestation de service fait** sera **envoyée au porteur** du projet. Le porteur **devra retourner ce document** dûment complété et **signé à** amaury.pellut[at]mnhn.fr et en CC à ast-rx[at]mnhn.fr, en vue de la **clôture du dossier administratif** du projet et de la **mise en paiement**.

La mise en paiement est conditionnée par **(3)** la **fin des acquisitions** et **(4)** la **signature de l'attestation du service fait** pour les crédits externes (lignes budgétaires non-MNHN).

Pour les crédits devant être dépensés avant la fermeture des comptes, le porteur devra veiller à déposer une demande de numérisation plusieurs mois en amont.

NB : Toute **facture** des prestations réalisées et correspondants aux projets d'acquisitions sur la plateforme AST-RX est **déposée sur** le **portail** de la Gestion Publique **Chorus Pro**. Pour toute éventuelle question financière, le porteur doit **s'adresser à la gestionnaire de son unité**/laboratoire ou au service financier de son institution.

6. Mise à disposition et sauvegarde des données

Les **données numériques produites sont** sous forme d'**une pile d'images 2D** au **format .TIF** dans une de ces trois orientations. Toute pile d'image inclus un fichier contenant les paramètres d'acquisition.

Pour les spécimens provenant de collections du MNHN : les **données** numériques sont **transmises** par la plateforme exclusivement **au portail des travaux de numérisation de la Direction des Collections** http://3dthèque.mnhn.fr/. Ce service mettra ensuite ces données à disposition du responsable de collection, qui les fera suivre au porteur de projet. Seulement les données reconstruites (pile d'images 2D) sont sauvegardées et non les radiographies ; et **seulement les données des spécimens ayant un numéro d'inventaire tel qu'informatisé sur la base de données des collections MNHN sont sauvegardés**.

Pour les spécimens provenant de collections extérieures : les données numériques sont transmises par la plateforme au **porteur** de projet qui **devra se munir d'un disque dur**. Le porteur du projet devra ensuite fournir une copie au conservateur en charge du ou des spécimen(s). **Les piles d'images des spécimens externes ne sont pas sauvegardées.**

Les images issues du scan des objets de collections du MNHN sont la propriété du MNHN. Le droit d'utilisation de ces images est donné à usage unique, et pour le but défini dans la demande initiale d'autorisation d'utilisation. Toute **nouvelle utilisation** de tout ou partie des images **est soumise à demande d'autorisation** auprès de la Direction des Collections du MNHN **via l'interface Colhelper** (http://colhelper.mnhn.fr/, rubrique « Choix du type de la

demande », « Images » après une durée d'embargo de deux ans (renouvelables).
Le porteur de projet et ses collaborateurs s'engagent à abandonner tous les droits relatifs à la diffusion et à la reproduction des images. Le porteur de projet et ses collaborateurs ne sont aucunement autorisés à diffuser les données numérisées auprès d'autres institutions ou laboratoires de recherche. L'utilisation de ces données numérisées à but lucratif (vente d'images, de modélisation 3D, de répliques 3D, *etc*.) est strictement interdite.

7. Formation au traitement des données acquises

Le **travail de post-traitement** (analyse des images, segmentation, modélisation 3D, FEA, mesures, *etc*.) **ne pourra pas être réalisé par les personnels du plateau AST-RX**. Seul un aperçu rapide des données et un pré-rendu 3D pourront être proposés par l'opérateur.

Des **formations** et une **aide à l'utilisation de** différents **logiciels de post-traitement** (Image J ; 3D Slicer ; Dragonfly) et un accès à des stations de travail performantes et équipées de logiciels dédiés **peuvent être proposés** aux usagers de la plateforme AST-RX.

8. Résultats scientifiques : diffusions, citations et remerciements

Les responsables scientifiques et techniques sont tenus de respecter la **confidentialité** des travaux présentés dans tous les dossiers soumis pour évaluation. Ils ne peuvent être co-auteurs d'aucun travail sur seule justification de leur activité au sein du plateau technique et pour lequel ils n'auraient pas apporté une contribution scientifique réelle et conséquente.

Les publications issues d'un travail effectué au sein du plateau technique doivent faire apparaître le plateau et l'UAR 2047 dans les **remerciements**, sous les termes :
« **AST-RX, plateau d'Accès Scientifique à la Tomographie à Rayons X du MNHN, UAR 2047 DoHNEE CNRS-MNHN, Paris** ».

Chaque porteur de projet retenu pour numérisation sur AST-RX doit **faire parvenir la liste** exhaustive de ses **travaux** utilisant ces données (publications, communications des à congrès, *etc*.) à l'adresse générique ast-rx[at]mnhn.fr.

9. Protection des données à caractère personnel

Les informations recueillies dans le formulaire de candidature sont nécessaires à la demande d'acquisitions auprès du plateau technique AST-RX et destinées à l'UAR 2047 DoHNEE, CP 26 3ème étage 57, rue Cuvier 75005 Paris. Ce traitement de données a pour base légale l'exécution du contrat passé entre vous et l'UAR 2047. Le caractère obligatoire des informations à renseigner est signalé au moment de la collecte des données via le formulaire par un astérisque . Tout défaut de réponse ou toute réponse jugée anormale par l'UAR 2700 est susceptible d'entrainer un refus de prise en compte de votre demande.

Les informations recueillies sont nécessaires, dans le cadre de l'exécution d'une mission d'intérêt public, à l'étude de votre demande d'appui à la recherche ainsi qu'à la réalisation de statistiques. Elles font l'objet d'un traitement informatique et sont destinées à l'UAR 2047. Elles sont conservées pour une durée de 3 ans. Aucun transfert de données hors de l'Union européenne n'est réalisé.

Conformément à la réglementation applicable en matière de protection des données personnelles, vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification, de limitation du traitement ou d'opposition. Vous pouvez donner des instructions sur le sort de vos données après votre décès. Vous pouvez exercer vos droits à tout moment par mail auprès de l'UAR 2047: ast-rx[at]mnhn.fr ou auprès du délégué à la protection : dpo[at]mnhn.fr. Toute demande doit être accompagnée d'un justificatif d'identité. En cas de difficulté dans la gestion de vos données personnelles, vous pouvez introduire une réclamation auprès de la CNIL.