

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

### UMS 2700 2AD (CNRS-MNHN)

#### L'équipe

Opérateur et Responsable technique : Marta BELLATO (IE MNHN – UMS 2700).

Analyse d'images et Formation : Patricia WILS (IR MNHN – UMS 2700).

Coordination scientifique : Sandrine LADEVEZE et Isabelle ROUGET (UMR 7207 CR2P).

#### L'équipement

Un « v|tome|x L 240-180 » de la société Baker Hughes Digital Solutions.

Deux tubes interchangeables : tube RX microfoyer 240kV/320W et tube RX nanofoyer 180kV/15W.

Détecteur : 400 x 400 mm avec une matrice de 2024 x 2024 pixels (taille de pixel : 200 x 200µm).

Localisation : rez-de-chaussée du bâtiment 140, 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 de demande d'accès / dossier de candidature
2. Évaluation / Faisabilité
3. Devis / Bon de commande
4. Réalisation des acquisitions
5. Mise en facturation
6. Mise à disposition et sauvegarde des données
7. Traitement des données acquises
8. Diffusion des résultats scientifiques
9. Protection des données à caractère personnel

#### Annexe

Quelle résolution possible sur cet équipement pour un spécimen de dimensions connues ?

## 1. Dépôt d'un formulaire de demande d'accès / dossier de candidature

La soumission des dossiers se fait par voie électronique avec le dépôt d'un formulaire sur le site <https://3dtheque.mnhn.fr/platform/astrx>.

Les informations suivantes sont requises :

### Demande de travaux : acquisitions

- Titre du projet.
- Besoins de formation (au logiciel Avizo) ou conseil (post-traitement des images).

### Liste des participants

- Porteur du projet (nom, prénom, affiliation, adresse, téléphone, mail). Le porteur de la demande d'acquisitions tomographiques doit également être le porteur du projet scientifique ou muséographique nécessitant ces acquisitions.
- Collaborateurs (nom, prénom, affiliation).

### Projet scientifique

- Résumé (200 mots maximum).
- Apports de la méthode. Quel est l'apport de la tomographie pour votre projet ? Quelles structures souhaitez-vous mettre en évidence ? Quel type de post-traitement est envisagé ? *etc.* (200 mots maximum).
- Cadre du projet. Dans lequel s'inscrit le projet ? Exemples : master, thèse, programme de recherche financé (ANR, ERC, *etc.*), conservation préventive, exposition, restauration, *etc.* (200 mots maximum).

### Matériel d'étude

- Matériel et méthodes. Détails sur le matériel à numériser et besoins techniques (nombre et taille des spécimens, photographies des spécimens<sup>i</sup>) ; (500 mots maximum).
- Nombre total des spécimens (ou d'ossements, d'objets, de fragments, *etc.*).
- Numéro d'inventaire des spécimens. Le numéro d'inventaire est obligatoire pour les spécimens MNHN.

### Informations administratives

- Responsable de collection (ou du spécimen concerné) ; (nom, prénom, affiliation, téléphone, mail).
- Contact de facturation (gestionnaire de l'unité ou du laboratoire d'affiliation du porteur du projet) ; (nom, prénom, affiliation, adresse, téléphone, mail).

### 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.

<sup>i</sup> Possibilité de joindre un fichier (format pdf ; taille maximale 32 Mo).

L'appel à projets sera **clos** pendant deux périodes annuelles autour des vacances d'été et de fin d'année.

## 2. Évaluation / Faisabilité

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 le matériel 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 Colhelper (<http://colhelper.mnhn.fr/>, rubrique « Choix du type de la demande », « Emprunt de spécimen »). 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.

Pour les spécimens 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.

## 3. Devis et bon de commande

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

Le devis dépend du temps estimé de numérisation, de l'appartenance ou non de ces spécimens aux collections MNHN, et de l'origine des crédits financiers selon la grille de tarification suivante <sup>ii</sup> :

Origine des crédits	Spécimens		Code tarification	Prix
	Collection MNHN	Externe		
Interne (personnel MNHN)	X		A	125 € / demi-journée ou 250 € / journée
		X	B	300 € / acquisition
Externe	X		B	300 € / acquisition
		X	C	600 € / acquisition

<sup>ii</sup> La catégorie « crédits internes » comprend les crédits affectés au MNHN ou à une unité de recherche sous tutelle du Muséum. Toute autre source de crédits sera considérée comme « externe ».

La catégorie « collection MNHN » comprend les spécimens dont les numéros d'inventaire sont informatisés dans la base de données des collections MNHN.

Les paiements seront assujettis à un taux de TVA de 20%, sauf pour les transferts de crédits internes au MNHN.

Une acquisition peut regrouper plusieurs spécimens sur un même porte-échantillons.

**L'estimation du temps nécessaire à la réalisation complète d'un projet est du ressort de l'opérateur.**

Le nombre d'acquisitions réalisables en une journée dépend de la nature des spécimens (densité, taille, résolution souhaitée). Il est ainsi indispensable de décrire au mieux les spécimens et la problématique (spécimen complet, région d'intérêt) afin de faciliter cette étape d'estimation des coûts et du temps de la prestation.

**Le porteur devra retourner pour acceptation – à l'adresse mail [ast-rx@mnhn.fr](mailto:ast-rx@mnhn.fr) – (1) cette proposition tarifaire dûment complétée et signée et (2) accompagnée du bon de commande correspondant.**

**NB : un projet ne sera planifié et finalisé qu'à réception de ces deux documents.**

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 donnée aux demandes (I) des étudiants en Master et aux doctorants (II) des personnels MNHN, puis (III) des extérieurs.

## 4. Réalisation des acquisitions

### 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.

### Dimensions du spécimen et champ d'acquisition

- La hauteur maximale d'un spécimen est de 120 cm. Le champ d'acquisition est d'environ 34 x 34 cm mais peut atteindre environ 70 x 60 cm en déplaçant le détecteur horizontalement et verticalement. Voir le tableau en fin de document (annexe). 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 est de 50 Kg.

### Tomographie locale

- L'acquisition peut ne porter que sur une zone d'un spécimen pour détailler une zone d'intérêt précise, pour obtenir une meilleure résolution, etc. Néanmoins, l'acquisition locale nécessite autant de temps qu'une acquisition normale.

### Résolution

- La résolution finale des données est, entre autres, dépendante de la taille de l'objet numérisé. Voir le tableau en fin de document (annexe).

### Volume des données

- Les données obtenues se présentent sous forme d'un ensemble de coupes successives définissant le volume de l'objet numérisé. Ce sont des images (format Tiff) 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 d'un objet en mode normal correspond à un volume moyen de 5 à 20 Go.

## 5. Mise en facturation

Une fois les acquisitions terminées, l'**attestation de service fait** sera envoyée au porteur du projet. **Le porteur devra retourner** ([astrx@mnhn.fr](mailto:astrx@mnhn.fr)) ce document dûment complété et signé en vue de la clôture du dossier administratif du projet et de la mise en paiement.

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

## 6. Mise à disposition et sauvegarde des données

Pour les spécimens provenant de **collections du MNHN** : les données numériques produites 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.

Pour les spécimens provenant de **collections extérieures** : les données numériques produites 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 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. Traitement des données acquises

Le travail de post-traitement (analyse des images, segmentation, modélisation 3D, FEA, mesures, *etc.*) ne pourra en aucun cas être réalisé au sein du plateau technique AST-RX, ni par les opérateurs de l'appareillage. 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 et un **accès aux stations** de travail performantes et équipées de logiciels dédiés peuvent être proposées via le **pôle analyse** de l'UMS 2700 2AD. Il sera demandé de remplir un formulaire précisant le(s) besoin(s) :

<http://ums2700.mnhn.fr/ast-rx/ressources> | <http://ums2700.mnhn.fr/analyse-de-donnees/acces>

## 8. Diffusion des résultats scientifiques

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'UMS 2700 dans les **remerciements**, sous les termes :

«AST-RX, plateau d'Accès Scientifique à la Tomographie à Rayons X du MNHN, UMS 2700 2AD CNRS-MNHN, Paris».

Chaque porteur de projet retenu pour numérisation au plateau AST-RX doit faire parvenir la liste exhaustive de ses travaux utilisant ces données (publications, communications à des congrès, *etc.*) aux responsables scientifiques ou techniques de la plateforme.

## 9. Protection des données à caractère personnel

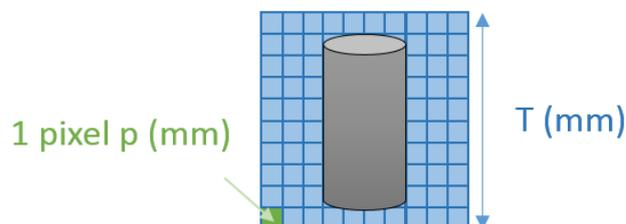
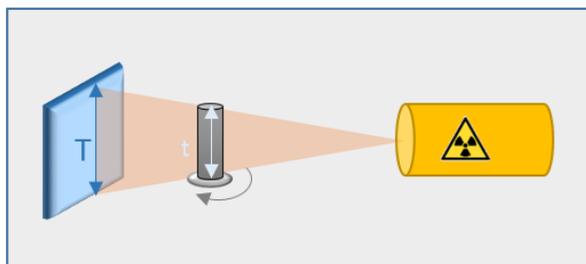
Les informations recueillies dans le formulaire de candidature sont nécessaires à la demande d'acquisitions auprès du plateau technique AST-RX et destinées à l'UMS 2700 2AD, CP 26 3<sup>ème</sup> étage 57, rue Cuvier 75005 Paris. Ce traitement de données a pour base légale l'exécution du contrat passé entre vous et l'UMS 2700. Le caractère obligatoire des informations à renseigner est signalé au moment de la collecte des données via le formulaire par un astérisque (<https://3dtheque.mnhn.fr/request/astrx>). Tout défaut de réponse ou toute réponse jugée anormale par l'UMS 2700 est susceptible d'entraîner 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'UMS 2700 2AD. 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'UMS 2700 : [ast-rx@mnhn.fr](mailto:ast-rx@mnhn.fr) ou auprès du délégué à la protection : [dpo@mnhn.fr](mailto:dpo@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.

## Annexe

Quelle résolution est possible pour un objet de dimension maximale t ?



La dimension T du champ de vue du détecteur dépend des caractéristiques du détecteur :

p: largeur du pixel (en mm)

N: nombre total de pixels du détecteur

$$T = N \times p$$

Sur la plateforme AST-RX, la largeur du pixel est de 0,2 mm et la surface du détecteur est de 2024 pixels. Nous disposons d'un champ de vue d'environ 40 cm de côté. En **pratique**, il est nécessaire de garder une marge sur les bords de l'image, environ 15% du champ de vue du détecteur, du fait de la nature conique du faisceau.

Le champ d'acquisition est d'environ 34 cm pour 1720 pixels.

Pour connaître la résolution r de l'image finale, on considère la plus grande dimension t de l'objet et le nombre de pixels utilisés sur l'image :

$$r = t / 1720$$

### Exemples

- Si l'objet fait **10 cm** de haut sur 5 cm de large  
t = 100 mm  
r = 100 / 1720 = 0,058 mm = **58µm**
- Si l'objet fait **25 cm** de haut sur 10cm de large  
t = 250 mm  
r = 250 / 1720 = 0,145mm = **145 µm**

Taille de l'objet en cm	Résolution maximale en µm
1	6
2	12
3	17
4	23
5	29
6	35
7	41
8	47
9	52
10	58

Taille de l'objet en cm	Résolution maximale en µm
11	64
12	70
13	76
14	81
15	87
16	93
17	99
18	105
19	110
20	116

Taille de l'objet en cm	Résolution maximale en µm
21	122
22	128
23	134
24	140
25	145
26	151
27	157
28	163
29	169
30	174