



la science pour la vie, l'humain, la terre

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

Centre Val de Loire – 37380 NOUZILLY

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES
PARTICULIERES
(C.C.T.P.)**

**FOURNITURE ET INSTALLATION D'UN OSTEODENSITOMETRE
A RAYONS X (DEXA) EMBARQUE**

**Unité Expérimentale « Pôle d'Expérimentation Avicole de Tours (PEAT) »
– Site de Nouzilly - Centre INRAE Val de Loire –**

1. Présentation du contexte

L'acquisition d'un ostéodensitomètre DEXA pour les volailles s'inscrit dans une stratégie de recherche visant à étudier et comprendre le déterminisme de phénotypes d'intérêt (développement des tissus, notamment du tissu osseux). Le DEXA est un outil non invasif générant des résultats quantitatifs et reproductibles, essentiel pour les études longitudinales et comparatives.

Son installation au sein d'une station mobile vise à préserver le bien-être des animaux concernés par ces recherches tout en assurant une flexibilité d'emploi et la possibilité de mutualiser l'équipement au sein des Unités Expérimentales d'INRAE.

1.1. Étude du dépôt minéral chez les volailles

- Suivi de la densité minérale osseuse (DMO) et du contenu minéral osseux (CMO).
- Évaluation des effets de l'alimentation (ex : calcium, phosphore, vitamine D) sur les dépôts minéral et osseux.
- Effet du stress thermique ou de conditions d'élevage (« activité physique ») sur le squelette.

1.2. Analyse de la composition corporelle

- Mesure de la masse maigre (protéines) et grasse en lien avec la croissance et la sélection génétique
- Impact des régimes alimentaires ou additifs nutritionnels sur le développement corporel
- Suivi de la qualité osseuse sans abattage.

1.3. Avantages pour la recherche éthique et durable

- Réduction du nombre d'animaux nécessaires grâce aux mesures répétées chez un même individu
- Remplacement partiel des analyses destructives (histologie, cendres osseuses)
- Manipulation minimale des animaux intégrés dans les protocoles.

⇒ Contribution aux principes des 3R (Remplacer, Réduire, Raffiner) en expérimentation animale.

2. Cahier des Charges Techniques

2.1. Objet du marché

Le marché a pour objet la fourniture, l'installation et la formation à l'utilisation d'un ostéodensitomètre à rayons X (DEXA/DXA) pour l'analyse non destructive de la densité minérale osseuse et de la composition corporelle chez les volailles (poulets, pondeuses...) embarqué dans un véhicule aménagé et adapté à son utilisation permettant l'acquisition d'images en conditions de terrain.

2.2. Exigences générales

- Dispositif d'imagerie itinérant, incluant un appareil prévu pour une utilisation mobile, et un véhicule aménagé et adapté à l'utilisation du matériel (véhicule ou camionnette).
- Mesures fiables et reproductibles en conditions variables (température, hygrométrie, vibrations).
- Système ergonomique, rapidement installable et désinstallable, sans calibration complexe.

3. Spécifications techniques détaillées

3.1. Caractéristiques de l'appareil (équipement d'imagerie)

- Technologie : DEXA (Dual-Energy X-ray Absorptiometry)
- Capacité à analyser la CMO, DMO et la composition corporelle (masse grasse/maigre)
- Appareil de niveau préclinique, adapté à des animaux de taille petite à moyenne (espèces ciblées : poulets de chair, poules pondeuses voire dindes/canards)
- Surface d'imagerie suffisante : $\geq 60 \times 50$ cm
- Poids supporté sur la table : jusqu'à 50 kg
- Possibilité d'analyser des objets de plus petite taille (poussins, os excisés, œufs...)
- Poignées de manutention, capot de protection intégré, éléments sécurisés pour le transport
- L'appareil doit pouvoir être déplacé et manipulé sans risque d'endommagement, et résister aux vibrations liées au transport. Il doit pouvoir être nettoyé et désinfecté *via* des méthodes appropriées à préciser dans l'offre ;

3.2. Caractéristiques du véhicule aménagé et adapté à l'utilisation du matériel

- L'acquisition des images sera réalisée au sein des exploitations d'élevage des différents partenaires. Le véhicule aménagé et adapté à l'utilisation du matériel permettra d'acheminer l'appareil d'imagerie et 2 à 3 opérateurs sur site et de réaliser l'acquisition des images en son sein ;
- Le véhicule aménagé et adapté à l'utilisation du matériel doit être utilisable par des personnes détentrices de permis B (type remorque, camionnette ou fourgon laboratoire) ;
- Le véhicule doit pouvoir circuler sur les voies de circulation classiques (y compris sur autoroute) et accéder à des abords de bâtiments agricoles ;
- Conformité aux exigences réglementaires relatives à la radioprotection ;
- Le véhicule aménagé et adapté à l'utilisation du matériel doit pouvoir accueillir : l'équipement d'imagerie, une station d'anesthésie gazeuse (isoflurane), des espaces de rangement (type armoire) permettant le stockage de consommables médicaux et un espace de travail protégé du rayonnement X pour l'accueil de l'opérateur, intégrant *a minima* un ordinateur avec écran 17 pouces, et une assise pour 2 personnes ;
- La configuration du véhicule aménagé doit permettre la circulation aisée de deux personnes ainsi que la manipulation d'animaux de petite taille (< 50 kg) vigiles ;
- Possibilité de nettoyage-désinfection par aspersion ;

- Système de régulation de la température (chauffage et climatisation) permettant d'atteindre les températures-cibles correspondant à la plage de fonctionnement de l'appareil

3.3. Conditions de fonctionnement de l'appareil (équipement d'imagerie)

Tolérance environnementale étendue : l'équipement doit fonctionner de manière fiable dans des conditions de terrain variées, avec une plage de température de fonctionnement comprise entre 10 °C et 35 °C, et une résistance à l'humidité relative jusqu'à 80 % sans condensation.

La tolérance de température et d'hygrométrie hors fonctionnement devra impérativement être précisée dans l'offre des candidats.

3.4. Performances d'imagerie de l'appareil

- Résolution spatiale : $\leq 500 \mu\text{m}$
- Précision DMO : erreur $\leq 1-2 \%$
- Zones d'intérêt mesurables : fémur, tibia
- Temps de scan : idéalement ≤ 10 min par animal
- Mode "total corps" + mode "régional"

3.5. Logiciel & traitement

- Logiciel intégré avec interface conviviale, paramétrable selon objets à analyser
- Détection automatique des régions d'intérêt (ROI), édition manuelle possible
- Compatible Windows 11 ou supérieur
- Export des rapports et images pour traitement externe (CSV, Excel, etc.)
- Capacité d'archivage et de suivi longitudinal par identifiant animal

3.6. Aspects réglementaires et sécurité de l'appareil

- Rayonnement faiblement dosé, compatible avec des animaux vivants (sous anesthésie ou contention douce)
- Matériel conforme aux normes NF 74 100 ou CE médical / ISO 13485
- Blindage radiologique conforme à la réglementation (NF C15-160 ou équivalent) et à l'arrêté du 29 septembre 2017 portant homologation de la décision n° 2017-DC-0591 de l'Autorité de sûreté nucléaire du 13 juin 2017 fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayonnements X
- Dispositif de sécurité pour opérateur (interrupteur de sécurité, dispositif d'isolation aux rayons X lors de l'acquisition des images)

4. Accessoires et prestations attendus

4.1. Accessoires

- Table d'examen compacte

- Phantom de calibration DEXA
- Ordinateur portable pour le pilotage de la machine + sauvegarde des données
- Chiffrer en variante imposée 1 : station d'anesthésie gazeuse adaptée à la médecine vétérinaire. Dans le cadre de cette variante, le système d'extraction de gaz doit être inclus

4.2. Services inclus

- Livraison, installation, mise en service et validation de fonctionnement
- Formation complète des utilisateurs (15 personnes à former)
- Garantie 12 mois minimum
- Chiffrer en variante imposée 3 : Maintenance préventive et curative (avec hotline 24h/24)

5. Contraintes d'installation

- Délai de livraison : 8 mois
- Alimentation : 220 V
- Chiffrer en variante imposée 2 : Possibilité d'usage avec groupe électrogène ou batterie externe (optionnel)