

---

# DMP du projet "Mécanotransduction in vitro déclenchée par ultrasons"

*Plan de gestion de données créé à l'aide de DMP OPIDoR, basé sur le modèle "ANR - Modèle de PGD (français)" fourni par Agence nationale de la recherche (ANR).*

## Renseignements sur le plan

<b>Titre du plan</b>	DMP du projet "Mécanotransduction in vitro déclenchée par ultrasons"
<b>Version</b>	Version initiale
<b>Domaines de recherche (selon classification de l'OCDE)</b>	Physical sciences
<b>Langue</b>	fra
<b>Date de création</b>	2023-03-30
<b>Date de dernière modification</b>	2023-12-05

## Renseignements sur le projet

<b>Titre du projet</b>	Mécanotransduction in vitro déclenchée par ultrasons
<b>Acronyme</b>	INVICT-US
<b>Résumé</b>	<p>Les ultrasons de faible intensité (UFI) ont un potentiel thérapeutique clinique encore sous-utilisé pour la stimulation du remodelage osseux. Il est démontré que l'os est un tissu biologique mécanosensible capable de fournir une réponse biologique adaptée à un environnement mécanique. Les ultrasons de faible intensité (UFI) peuvent être une source de stimuli mécaniques susceptibles de déclencher localement le remodelage osseux, et des effets bénéfiques ont déjà été observés cliniquement sur des patients. Toutefois les phénomènes physiques et biologiques engagés dans le processus de la mécanotransduction cellulaire restent mal compris, et cette incompréhension alimente la controverse qui freine le développement de modalités thérapeutiques novatrices et mieux adaptées aux patients. L'enjeu est donc de comprendre comment les UFI interagissent avec les cellules osseuses afin de déclencher une réponse biologique. Pour cela il est indispensable de prendre en compte le micro-environnement 3D des ostéocytes, cellules entourées de fluide interstitiel, enchâssées dans la matrice osseuse, et identifiées comme les mécanosenseurs de l'os, les régulateurs du remodelage osseux. Pour relever ce défi, le projet INVICT-US réunit acousticiens, mécaniciens et biologistes pour développer des modèles multiphysiques expérimentaux et numériques capables d'intégrer de façon</p>

pertinente le micro-environnement 3D des ostéocytes in vivo. Pour cela, le projet développera un scaffold biomimétique innovant sous la forme d'un support 3D poreux dont les propriétés morphologiques et mécaniques seront proches de celles de la matrice osseuse. Ce scaffold sur-mesure sera optimisé pour la culture 3D de cellules ostéocytaires (MLO-Y4) et sera inséré dans un dispositif automatisé dédié, spécialement conçu pour le projet, capable de délivrer une stimulation ultrasonore contrôlée aux cultures cellulaires en série dans un incubateur. Ce dispositif innovant sera également équipé d'un système d'imagerie en temps réel pour visualiser les effets des UFI sur les ostéocytes en culture (2D et 3D). Les modèles éléments finis associés permettront de mener des études paramétriques pour guider le plan d'expérience et faciliteront l'interprétation des résultats et l'accès à des données inaccessibles expérimentalement. Ils participeront également à l'identification des phénomènes hydrodynamiques induits par les UFI au sein du scaffold et à l'évaluation des stimuli mécaniques appliqués aux cellules in situ. Le défi de ce projet interdisciplinaire est de conjuguer des aspects multi-échelles et multiphysiques pour comprendre la mécanotransduction des cellules osseuses sous stimulation UFI et expliquer comment les UFI peuvent aider à soigner des lésions osseuses en rééquilibrant le remodelage osseux.

**Sources de financement**

- Agence Nationale de la Recherche : ANR-22-CE51-0038

**Date de début**

2023-01-02

**Date de fin**

2026-12-31

**Partenaires**

- Centre national de la recherche scientifique
- Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes
- Laboratoire de mécanique et d'acoustique

**Produits de recherche :**

1. Protocole expe US (Autre)
2. Matériaux scaffold (Autre)
3. Simulations Numériques sous Comsol Multiphysics (Modèle)
4. Protocoles de cultures de cellules osseuses 2D et 3D (Jeu de données)

**Contributeurs**

Nom	Affiliation	Rôles
Baron Cécile		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personne contact pour les données (Simulations Num)</li> <li>• Responsable du plan de gestion de données</li> </ul>
BARON Cécile	IRPHE - 201220273N	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinateur du projet</li> </ul>
Lasaygues Philippe - <a href="https://orcid.org/0000-0003-2700-7774">https://orcid.org/0000-0003-2700-7774</a>	LMA - 199617659S	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personne contact pour les données (Protocole expe US)</li> </ul>
Malaquin Laurent - <a href="https://orcid.org/0000-0003-4791-3352">https://orcid.org/0000-0003-4791-3352</a>	LAAS-CNRS - 199517454Y	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personne contact pour les données (Materiaux scaffold)</li> </ul>
Momier David - <a href="https://orcid.org/0000-0002-0925-1047">https://orcid.org/0000-0002-0925-1047</a>	iBV - 201220170B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personne contact pour les données (Culture cell)</li> </ul>

Droits d'auteur :

Le(s) créateur(s) de ce plan accepte(nt) que tout ou partie de texte de ce plan soit réutilisé et personnalisé si nécessaire pour un autre plan. Vous n'avez pas besoin de citer le(s) créateur(s) en tant que source. L'utilisation de toute partie de texte de ce plan n'implique pas que le(s) créateur(s) soutien(nen)t ou aient une quelconque relation avec votre projet ou votre soumission.

# DMP du projet "Mécanotransduction in vitro déclenchée par ultrasons"

---

## 1. Description des données et collecte ou réutilisation de données existantes

### Protocole expe US

#### 1a. Comment de nouvelles données seront-elles recueillies ou produites et/ou comment des données préexistantes seront-elles réutilisées ?

Tests expérimentaux de configurations / paramètres du stimulateur US  
Utilisation cahier de laboratoire

---

#### 1b. Quelles données (types, formats et volumes par ex.) seront collectées ou produites ?

Conception et fabrication du Stimulateur US  
Plan de CAO et DAO  
Cahier des charges et gamme de fabrication des pièces.  
Liste des fournisseurs/prestataires - devis - factures  
Scripts Python de pilotage électronique  
  
Caractérisation des champs acoustiques  
Fichiers Matlab

### Materiaux scaffold

#### 1a. Comment de nouvelles données seront-elles recueillies ou produites et/ou comment des données préexistantes seront-elles réutilisées ?

Les protocoles de fabrication des matériaux du scaffold.  
Les propriétés mécaniques et acoustiques des matériaux seront caractérisées par des tests mécaniques et ultrasonores.  
Ces données seront confrontées aux données fournisseur des résines utilisées.  
Utilisation cahier de laboratoire.

---

#### 1b. Quelles données (types, formats et volumes par ex.) seront collectées ou produites ?

Les données seront synthétisées et regroupées dans un tableau (type .ods ou .xlsx).

### Simulations Numériques sous Comsol Multiphysics

**1a. Comment de nouvelles données seront-elles recueillies ou produites et/ou comment des données préexistantes seront-elles réutilisées ?**

Développement de modèles éléments finis sous Comsol Multiphysics.

---

**1b. Quelles données (types, formats et volumes par ex.) seront collectées ou produites ?**

Fichiers .mph (contenant les paramètres physiques, la géométrie, le maillage et les résultats de simulation).

## **Protocoles de cultures de cellules osseuses 2D et 3D**

**1a. Comment de nouvelles données seront-elles recueillies ou produites et/ou comment des données préexistantes seront-elles réutilisées ?**

Question sans réponse.

---

**1b. Quelles données (types, formats et volumes par ex.) seront collectées ou produites ?**

Question sans réponse.

## **2. Documentation et qualité des données**

### **Protocole expe US**

**2a. Quelles métadonnées et quelle documentation (par exemple méthodologie de collecte et mode d'organisation des données) accompagneront les données ?**

Documentation : procédures et méthodes d'analyse utilisées, définition des variables et des unités de mesure. Les fichiers Matlab seront commentés (en anglais) et un fichier read me sera associé à chaque protocole afin de décrire la méthodologie utilisée.

---

**2b. Quelles mesures de contrôle de la qualité des données seront mises en œuvre ?**

## **Materiaux scaffold**

**2a. Quelles métadonnées et quelle documentation (par exemple méthodologie de collecte et mode d'organisation des données) accompagneront les données ?**

Question sans réponse.

---

**2b. Quelles mesures de contrôle de la qualité des données seront mises en œuvre ?**

Question sans réponse.

## **Simulations Numériques sous Comsol Multiphysics**

**2a. Quelles métadonnées et quelle documentation (par exemple méthodologie de collecte et mode d'organisation des données) accompagneront les données ?**

Question sans réponse.

---

**2b. Quelles mesures de contrôle de la qualité des données seront mises en œuvre ?**

Question sans réponse.

## **Protocoles de cultures de cellules osseuses 2D et 3D**

**2a. Quelles métadonnées et quelle documentation (par exemple méthodologie de collecte et mode d'organisation des données) accompagneront les données ?**

Question sans réponse.

---

**2b. Quelles mesures de contrôle de la qualité des données seront mises en œuvre ?**

Question sans réponse.

### **3. Stockage et sauvegarde pendant le processus de recherche**

**3a. Comment les données et les métadonnées seront-elles stockées et sauvegardées tout au long du processus de recherche ?**

Les données seront stockées en local, sur AMUBox et sur MyCore.  
Une sauvegarde automatique sera programmée chaque jour.

---

**3b. Comment la sécurité des données et la protection des données sensibles seront-elles assurées tout au long du processus de recherche ?**

L'accès aux données sera possible via MyCore pour tous les personnels impliqués dans le projet en autorisant le partage par identification mail.  
Pas de données sensibles.

---

### **4. Exigences légales et éthiques, codes de conduite**

**4a. Si des données à caractère personnel sont traitées, comment le respect des dispositions de la législation sur les données à caractère personnel et sur la sécurité des données sera-t-il assuré ?**

Pas de données à caractère personnel.

---

**4b. Comment les autres questions juridiques, comme la titularité ou les droits de propriété intellectuelle sur les données, seront-elles abordées ? Quelle est la législation applicable en la matière ?**

Les données seront librement accessibles.

---

**4c. Comment les éventuelles questions éthiques seront-elles prises en compte, les codes déontologiques respectés ?**

Pas de questions éthiques sur les données du projet.

---

## 5. Partage des données et conservation à long terme

**5a. Comment et quand les données seront-elles partagées ? Y-a-t-il des restrictions au partage des données ou des raisons de définir un embargo ?**

Les données seront archivées à la fin du projet sur la plate-forme HAL.

---

**5b. Comment les données à conserver seront-elles sélectionnées et où seront-elles préservées sur le long terme (par ex. un entrepôt de données ou une archive) ?**

Question sans réponse.

---

**5c. Quelles méthodes ou quels outils logiciels seront nécessaires pour accéder et utiliser les données ?**

Logiciel Matlab pour les protocoles expe US.  
Logiciel Comsol Multiphysics pour les simulations numériques.  
Les données seront partagées via un entrepôt (HAL) en accès ouvert.

---

**5d. Comment l'attribution d'un identifiant unique et pérenne (comme le DOI) sera-t-elle assurée pour chaque jeu de données ?**

Question sans réponse.

---

## 6. Responsabilités et ressources en matière de gestion des données

### Protocole expe US

**6a. Qui (par exemple rôle, position et institution de rattachement) sera responsable de la gestion des données (c'est-à-dire le gestionnaire des données) ?**

Question sans réponse.



---

**6b. Quelles seront les ressources (budget et temps alloués) dédiées à la gestion des données permettant de s'assurer que les données seront FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) ?**

Question sans réponse.

---

### **Materiaux scaffold**

**6a. Qui (par exemple rôle, position et institution de rattachement) sera responsable de la gestion des données (c'est-à-dire le gestionnaire des données) ?**

Question sans réponse.

---

**6b. Quelles seront les ressources (budget et temps alloués) dédiées à la gestion des données permettant de s'assurer que les données seront FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) ?**

Question sans réponse.

---

### **Simulations Numériques sous Comsol Multiphysics**

**6a. Qui (par exemple rôle, position et institution de rattachement) sera responsable de la gestion des données (c'est-à-dire le gestionnaire des données) ?**

Question sans réponse.

---

**6b. Quelles seront les ressources (budget et temps alloués) dédiées à la gestion des données permettant de s'assurer que les données seront FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) ?**

Question sans réponse.

---

## **Protocoles de cultures de cellules osseuses 2D et 3D**

**6a. Qui (par exemple rôle, position et institution de rattachement) sera responsable de la gestion des données (c'est-à-dire le gestionnaire des données) ?**

Question sans réponse.

---

**6b. Quelles seront les ressources (budget et temps alloués) dédiées à la gestion des données permettant de s'assurer que les données seront FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable) ?**

Question sans réponse.