

# Modélisation de la ventilation des amphibiens

Laboratoire JA Dieudonné à Nice

## Encadrant :

Benjamin Mauroy

Contact :

[benjamin.mauroy@univ-cotedazur.fr](mailto:benjamin.mauroy@univ-cotedazur.fr)

Web :

<http://benjamin.mauroy.free.fr>



**Lieu :** laboratoire JA Dieudonné (LJAD), parc Valrose, Université Côte d'Azur, Nice.

## Contexte scientifique :

Les amphibiens et les mammifères sont des animaux qui disposent d'un poumon pour capturer l'oxygène de l'air et y rejeter le dioxyde de carbone. Comme ils partagent un ancêtre évolutif commun, le poumon des amphibiens pourrait former un modèle primitif de celui des mammifères. L'étude du poumon des amphibiens pourrait donc permettre de mieux comprendre l'évolution et les caractéristiques des poumons des mammifères.

Les amphibiens adultes disposent d'un poumon sans diaphragme, un muscle qui, chez les mammifères, est le principal pilote de la ventilation pulmonaire. Pour ventiler leurs poumons, les amphibiens utilisent donc une autre méthode qui s'appuie sur leur cavité buccale. Leur schéma ventilatoire se décompose en différentes étapes :

- Pour inspirer, ils commencent par remplir leur cavité buccale avec de l'air grâce aux muscles de leur gorge. Puis, ils ferment les narines avant d'ouvrir le passage vers le poumon grâce à leur glotte. Enfin, ils poussent avec leurs muscles l'air vers les poumons.
- Pour expirer, les poumons se contractent pour que l'air dans les poumons passe dans la cavité buccale. Ensuite la glotte se ferme et les narines s'ouvrent et l'air est expulsé.

Cette façon de ventiler leur poumon est appelé pompage buccal.

## Objectif du stage :

Ce stage de modélisation mathématique s'inscrit dans une collaboration avec des biologistes (MNHN, CHU Grenoble), il vise à modéliser la mécanique et la physique du pompage buccal des amphibiens pour mieux comprendre comment ces animaux ventilent leur poumon, capturent l'oxygène ambiant et rejettent le dioxyde de carbone.

La première étape sera de mettre en place un modèle de type ODE mimant la mécanique de deux compartiments (l'un pour la cavité buccale, l'autre pour les poumons), la mécanique des fluides en leur sein et les échanges entre l'air et le sang. Ce premier modèle s'appuiera sur des données anatomiques qui seront, en particulier, extraites de reconstructions 3D du système respiratoire des amphibiens fournies par nos collègues

biologistes. Ce modèle et les résultats obtenus seront ensuite analysés et validés en collaboration avec ces mêmes collègues.

La seconde étape sera de commencer à développer un modèle 3D éléments finis (FreeFEM++) de la ventilation du poumon des amphibiens, en s'appuyant sur le modèle de type ODE mis en place dans la première étape et sur les reconstructions 3D de leur système respiratoire. En premier lieu, seule la cavité buccale sera modélisée en 3D et elle sera couplée à un modèle 0D du poumon. En second lieu, et en fonction de l'avancement du stage, on pourra chercher comment adapter un modèle 3D du poumon des mammifères déjà existant au LJAD au poumon des amphibiens.

**Mots-clefs :** modélisation, poumon, amphibien, mécanique, mécanique des fluides, transport, transferts, ODE, EDP, éléments finis.

**Cadre :** Ce stage se déroulera dans le cadre d'un nouveau projet de recherche, en marge des projets VirtualChest et VADER du LJAD qui visent à développer des modèles mathématiques des poumons des mammifères afin de mieux comprendre leurs caractéristiques et leurs dysfonctionnements chez l'humain.

Pour plus de détail, voir <http://benjamin.mauroy.free.fr>.

**Profil :**

Profil mathématiques appliquées, ingénieur ou physique numérique.

Des connaissances de base en mécanique et/ou mécanique des fluides et en éléments finis seront importantes pour ce stage.

Un intérêt pour la biologie sera fortement apprécié.

Une poursuite en thèse pourra être envisagée selon l'évolution du stage.