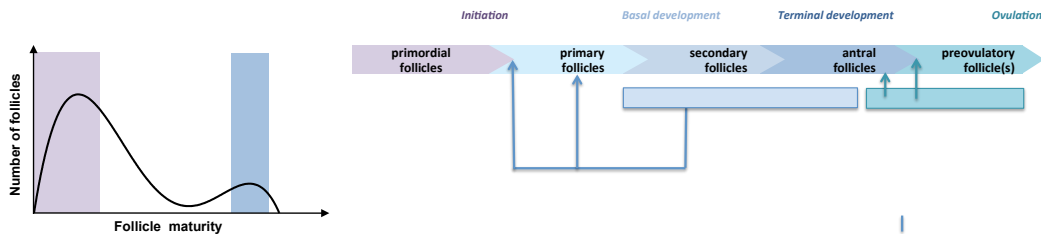


Stage de M2 - Dynamique multiéchelle de population en biologie du développement et de la reproduction

Mars - Juillet 2019

Encadrement : Marie Postel (LJLL-Sorbonne Université, Paris), Frédérique Clément (INRIA-M3DISIM, Saclay), Romain Yvinec (INRA-PRC, Tours)

Le stage s'insère dans un projet [au long cours](#) qui fait intervenir des équipes de biologie et de mathématiques [appliquées](#) sur le thème général du développement folliculaire ovarien [1]. Ce processus est un exemple très complet de morphogenèse, faisant intervenir plusieurs populations de cellules structurées suivant leur phénotype et interagissant à différentes échelles. Une avancée récente, qui a fait l'objet d'un projet pendant [l'école d'été CEMRACS 2018](#), a consisté à comparer différentes modélisations mathématiques, par équations différentielles ordinaires (EDO), stochastiques (EDS), et équations aux dérivées partielles (EDP), de l'évolution du nombre de follicules en fonction de leur maturité (en abscisse sur la figure) et du temps.



Le sujet du stage consistera à approfondir la modélisation EDP [selon](#) trois axes, mathématique, numérique et biologique. Du point de vue mathématique le modèle se présente comme une EDP scalaire monodimensionnelle, à non linéarité non locale par l'intermédiaire d'un terme intégral, couplée par une condition de bord à une ODE non linéaire, et présentant un petit paramètre. Plusieurs questions sont ouvertes, [comme](#) le calcul de solutions explicites [et](#) la convergence asymptotique [lorsque le petit paramètre tend vers 0](#) vers le modèle limite pour des cas plus généraux que ceux [déjà traités](#) ([limite de type perturbation singulière, système lent/rapide](#)). Du point de vue numérique, l'algorithme explicite qui a servi à faire les simulations préliminaires nécessite d'utiliser des pas de temps très petits dans le régime de paramètres intéressant. L'élaboration, la mise en [œuvre](#) et la validation d'un schéma implicite permettrait d'accélérer les simulations et de rendre envisageable la calibration du modèle. En effet, le troisième volet du stage, en lien avec les biologistes impliqués dans le projet, consistera à proposer une paramétrisation des différentes entrées du modèle qui permette de produire des sorties confrontables, dans un premier temps qualitativement, aux mesures expérimentales de la littérature ou en cours d'acquisition dans l'équipe.

Compétences souhaitées :

méthodes numériques pour les ODE et les EDP, langage de programmation Python

Lieu du stage : Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

[1] D. Monniaux, P. Michel, M. Postel, F. Clément, Multiscale modelling of ovarian follicular development : from follicular morphogenesis to selection for ovulation. *Biol. Cell* 108, 1-12 (2016). [10.1111/boc.201500087](https://doi.org/10.1111/boc.201500087).