

## Thème « modélisation et simulation »

### Chercheurs :

**LMPT** Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique

# MODELISATION et SIMULATION

## Modélisation de la Digestion

La compréhension du devenir de l'aliment dans le tube digestif est un enjeu majeur de l'élevage moderne car une amélioration de la prévision des apports nécessaires permettra, d'une part, de diminuer les quantités de nourriture fournies aux animaux et, d'autre part, de limiter les rejets dans l'environnement.

Il s'agit de décrire le transport, la dégradation et l'absorption des aliments dans cette partie de l'intestin, au moyen d'un système d'équations différentielles ordinaires. Ces équations prennent en compte les impulsions qui font avancer le bol alimentaire, l'hydrolyse enzymatique des différents types d'aliments (amidon, protéines, lipides), l'absorption au niveau des villosités intestinales ainsi les effets liés à la présence plus ou moins importante d'eau solubilisation,...etc).

Ces équations sont résolues numériquement à l'aide du logiciel libre SCILAB.

## Neurones à GnRH

La fonction de reproduction des mammifères des deux sexes est contrôlée par un petit groupe de neurones dans notre cerveau au niveau de l'hypothalamus. Ces neurones sécrètent de manière pulsatile, une neurohormone appelée GnRH (Gonadotropine Releasing Hormone). Le contrôle de cette pulsabilité, indispensable pour son action biologique est assurée par un mécanisme complexe mettant en jeu plusieurs substances comme le Calcium ou l'ATP qui jouent un rôle fondamentale dans chacune des cellules de notre corps.

Les modèles mathématiques de neurones (à GnRH ou autres) se situent à l'interface entre les systèmes dynamiques (comme le célèbre modèle de FitzHugh-Nagumo qui décrit la propagation de l'influx nerveux), les systèmes d'équations de réaction-diffusion et les probabilités; le fonctionnement des réseaux de neurones semble impliquer des phénomènes stochastiques ( grande variabilité des chaque neurone du réseau, par exemple dans le diagramme ci-contre la fréquence des événements calciques de chaque neurone )

Ces modèles mathématiques permettent au biologiste de comprendre l'essentiel des phénomènes, de produire des expériences *in silico* alors qu'elles sont irréalises *in vivo* et à l'avenir de tester sa réaction à une stimulation hormonale en vue de traitement

Laboratoire de Mathématiques et Physique Théorique  
<http://www.lmpt.univ-tours.fr>

CNRS - UMR6021

INRA

[1]

Guy Barles, Christine Georgelin, Jean-René Licois, Sten Madec, Etienne Sandier, Mohammed El Khalifi.

Collaborations avec A. Duittoz (PRC INRA CNRS, Département de Biologie Animale) et Philippe Lescoat (INRA Nouzilly)

### Présentation :

Il s'agit d'une activité nouvelle au sein du LMPT, issue du projet CASCIMODOT (CALcul SCientifique et MODélisation des universités d'Orléans et de Tours) dont l'objectif est de favoriser des rencontres et des collaborations entre les différents acteurs, de la modélisation au calcul scientifique.

Deux projets pluri-disciplinaires sont en cours au LMPT :

- Le Projet GHESMO ( GnrH pulsatility and Endocrine Systems MOdelling) : collaboration entre A. Duittoz (PRC UMR INRA CNRS, Univ Tours, IFCE, Nouzilly) et Ch. Georgelin (LMPT), il se situe dans le domaine des neurosciences. Cette collaboration a commencé en 2007, il s'agissait dans le projet initial TempoGnRH d'analyser des signaux calciques de manière adaptée à la problématique biologique pour analyser la synchronisation des neurones à GnRH.

L'objectif du projet GHESMO est de développer un modèle mathématique du fonctionnement du réseau de neurones à GnRH dans sa globalité (neurones et cellules gliales) basé d'une part sur l'étroite corrélation, mise en évidence expérimentalement par A. Duittoz et son équipe, entre les épisodes neurosécrétoires de GnRH et les variations de calcium intracellulaire et d'autre part sur l'aspect stochastique, mis en évidence par le projet TempoGnRH, de certains phénomènes impliqués dans la sécrétion. Il s'agit entre autres de comprendre la variabilité de certaines caractéristiques de sécrétion en fonction des espèces.

Plusieurs présentations ont eu lieu au cours des Journées Cascimodot d'Orléans-Tours. Deux posters ont été présentés, l'un au congrès de la Société Nationale d'Endocrinologie en Septembre 2009 à Nice, l'autre au congrès International des Neurosciences qui s'est tenu à Rouen en Juillet 2010. Cliquez [ici](#) [2] pour accéder au poster de l'ICN

Une école d'été sur la modélisation dans les Neurosciences, [NEURENDOMATHS2012](#) [3], sera organisée à Tours en Août 2012 par A. Duittoz et C. Georgelin; elle aura pour objectif principal de mettre en lumière les spécificités des systèmes neuroendocriniens par rapport à la problématique de la modélisation des réseaux neuronaux et dégager des champs ou des outils nouveaux de modélisation.

- Le projet MODINGRE (modélisation de l'intestin grêle) dont l'objectif est la compréhension des phénomènes de la digestion dans cette partie de l'intestin (transport et dégradation du bol alimentaire). Il s'inscrit dans un PEPS CNRS-INRA «Compréhension et Modélisation du devenir de l'aliment dans le tube digestif».

Ce projet a été lancé conjointement par Philippe Lescoat (INRA Nouzilly) et G. Barles, Ch.-Georgelin et J.-R. Licois en 2007. Il regroupe maintenant des équipes de l'INRA de Clermont, Jouy-en-Josas, Nantes, Paris, Saint-Gilles (près de Rennes).

À un premier modèle basé sur des équations aux dérivées partielles, ont succédé plusieurs modèles de plus en plus réalistes basés sur des systèmes d'équations différentielles ordinaires sur la position et la composition du bolus alimentaire. Une réflexion sur la modélisation du transport mais aussi de l'action enzymatique aussi bien à l'intérieur du bol que sur la paroi de l'intestin se poursuit, avec maintenant une nouvelle direction sur les effets de l'eau à la fois sur le transport, la dégradation mais aussi l'absorption par la paroi intestinale. [Cliquez ici pour accéder à la page du projet](#) [4]

### Liens:

[1] <http://www.lmpt.univ-tours.fr/?q=system/files/modelisation-simulation.jpg>

[2] <http://www.lmpt.univ-tours.fr/?q=system/files/posterROUEN2010.pdf>

[3] <http://www.fdpoisson.fr/colloques/NeurEndoMath2012>

[4] <http://www.lmpt.univ-tours.fr/modingre>