

# Avis de soutenance de thèse

**Vendredi 20 mars 2020 à 14H30**

**À l'Université Bretagne Sud  
Faculté des Sciences et Sciences pour l'Ingénieur  
Amphithéâtre 250 à DSEG Vannes**

**Madame Hélène FLOURENT**



**En vue de l'obtention du grade de docteur en « Mathématiques et leurs interactions »  
présentera ses travaux intitulés :**

**« Construction et analyse d'outils de Statistical Learning biomimétiques basés sur  
des systèmes d'Equations aux Dérivées Partielles pour l'Assimilation de Données  
d'élevage »**

## **Dont voici le résumé :**

Un des objectifs de ces travaux de thèse a été de montrer que les Equations aux Dérivées Partielles (EDP) pouvaient être des outils intéressants pour construire d'efficaces Intelligences Artificielles, tout particulièrement pour traiter des problématiques liées à l'élevage de précision. L'Assimilation de Données semble être l'outil qui permettra de piloter les élevages de demain. Or pour réaliser de l'Assimilation de Données d'élevage il est nécessaire de disposer d'outils ayant une très forte capacité d'apprentissage et capables de prédire l'évolution de variables biologiques. Pour atteindre ces objectifs nous avons construit des outils de Statistical Learning biomimétiques basés sur des systèmes d'EDP embarquant l'expression mathématique de processus biologiques. Ces équations permettent d'embarquer une modélisation synthétique de la dynamique interne du corps de l'animal. Elles contiennent des paramètres, associés à des facteurs biologiques, qui peuvent être appris sur des données.

Au cours de ces travaux de thèse nous avons montré que ces outils de Statistical Learning se distinguent des outils existants par leur capacité à s'ajuster sur très peu de données, sans surajuster les données d'apprentissage et leur capacité à intégrer des informations au cours du temps. Les outils construits se distinguent également par leur capacité à apprendre une dynamique sur une période donnée et d'appliquer cette dynamique apprise en dehors de la gamme de données d'apprentissage.

Au cours de ces travaux de thèse nous avons également réalisé des études relatives à l'existence, à l'unicité et à certaines propriétés qualitatives de la solution de notre modèle d'EDP principal.

**Mots clés :** *Apprentissage statistique, EDP, prévisions, assimilation de données, couplage de modèles de données, modélisation mathématique biologique, intelligence artificielle*

# Construction and analysis of Statistical Learning tools, based on systems of Partial Differential Equations, for livestock Data Assimilation

## Abstract:

One of the objectives of this thesis is to demonstrate that Partial Differential Equations (PDE) can be powerful to build efficient Artificial Intelligence, especially in the Smart Farming sector. Data Assimilation seems to be the tool that will permit to oversee the breeding farms of tomorrow. Yet, to perform Data Assimilation for livestock data, it is necessary to have tools having a very strong learning capability from data and able to predict the evolution of biological variables. To achieve these objectives, we built biomimetic Statistical Learning tools, based on PDE systems embarking the mathematical expression of key biological processes. These equations permit to involve synthetic modeling of the internal dynamics of the animal body. They contain parameters, corresponding to biological-like factors which can be learned from collected data.

Those thesis works demonstrated that those tools distinguished themselves from the existing ones by their capability to be fitted on few data without overfitted the training data and to integrate information over time. They also distinguished themselves by their capability to learn dynamics on a given period and to apply those learned dynamics out of the ranges of the used training data.

We also performed studies relative to the existence, the uniqueness and some qualitative properties of the solution of our main PDE model.

**Keywords:** *Statistical Learning, PDE, Forecasting, Data Assimilation, Data- Model Coupling, Biological Mathematical Modeling, Artificial Intelligence*

## Membres du jury :

<b>Pr Ernest FOKOUÉ,</b>	<b>ROCHESTER Institute</b>
<b>Pr Jérôme MONNIER,</b>	<b>INSA Toulouse</b>
<b>Pr Emmanuel FRÉNOD,</b>	<b>Université Bretagne Sud, LMBA</b>
<b>Pr Gilles DURRIEU,</b>	<b>Université Bretagne Sud, LMBA</b>
<b>Dr Vincent SINCHOLLE,</b>	<b>NEOVIA</b>
<b>Pr David CAUSEUR,</b>	<b>AGROCAMPUS Ouest</b>
<b>Pr Catherine CHOQUET,</b>	<b>Université de La Rochelle</b>
<b>Pr Liliane BEL,</b>	<b>AgroParisTech</b>

**Les travaux ont été encadrés par Emmanuel FRÉNOD et Gilles DURRIEU**