

Titre : Innover pour la santé animale au travers de l'intelligence artificielle à finalité prédictible – Applications aux maladies respiratoires des jeunes bovins

Mots clés : Capteurs, Intelligence artificielle, apprentissage automatique, modèle épidémiologique mécaniste, santé animale, BRD

La gestion des maladies infectieuses en élevage nécessite de détecter et prévoir les épidémies malgré la complexité des interactions hôte-pathogène-environnement et la difficulté d'extraire des informations pertinentes à partir des capteurs en élevage. Cette thèse propose une approche innovante qui associe directement les données des capteurs à des connaissances issues de la modélisation épidémiologique mécaniste. En combinant l'apprentissage profond, capable d'extraire automatiquement des motifs dans des signaux complexes, et des modèles mécanistes reposant sur l'expertise vétérinaire, nous visons à améliorer le diagnostic à court terme et les prévisions à long terme des maladies en élevage. Les contributions principales de ce travail sont : (1) la fusion des données empiriques d'un capteur avec des simulations mécanistes, tirant parti des observations et des savoirs théoriques ;

(2) l'intégration explicite de l'incertitude dans les prédictions pour en renforcer la fiabilité ; et (3) le développement d'une méthode de différenciation des scénarios pathogéniques afin d'orienter des interventions ciblées. Appliquées aux maladies respiratoires des jeunes bovins (BRD), nos méthodes ont démontré, en conditions réelles et simulées, leur capacité à automatiser le diagnostic et à prévoir l'évolution de la maladie, ouvrant ainsi la voie à une réduction significative de l'utilisation d'antibiotiques et à une amélioration des performances des élevages. Ce travail ouvre de nouvelles perspectives en proposant une méthodologie modulaire alliant capteurs et connaissance, susceptible de constituer un outil de décision innovant pour une gestion sanitaire optimisée.

Title: Innovating for animal health through predictive artificial intelligence – Applications to respiratory diseases in young cattle.

Keywords: Sensors, artificial intelligence, deep learning, epidemiological mechanistic modelling , animal health, BRD

Effective management of infectious diseases in livestock requires detecting and forecasting outbreaks despite the complexity of host-pathogen-environment interactions and the difficulty of extracting relevant information from farm sensors. This thesis proposes an innovative approach that directly couples sensor data with knowledge derived from mechanistic epidemiological modeling. By combining deep learning, which can automatically extract patterns from complex signals, with mechanistic models based on veterinary expertise, we aim to improve both short-term diagnosis and long-term disease predictions in livestock. The main contributions of this work are: (1) coupling empirical sensor data with mechanistic simulations to fill the gap between sensor-based observations and theoretical knowledge;

(2) explicitly incorporating uncertainty into predictions to enhance reliability; and (3) developing a method to differentiate pathogen-specific scenarios to guide targeted interventions. Applied to respiratory diseases in young cattle (BRD), our methods have demonstrated, under both real and simulated conditions, their ability to automate short-term diagnosis and long-term predictions BRD dynamics, thereby significantly reducing antibiotic use and improving farm performance. This work opens new perspectives by proposing a modular methodology that combines sensor data and knowledge, potentially serving as an innovative decision-support tool for optimized health management.