

Comparer métaphylaxie et détection précoce

Une modélisation flexible et modulaire



Sébastien Picault
P. Ezanno, S. Assié

BIOEPAR, INRA
CRIStAL, Univ. Lille

12 mars 2019, ModStatSAP

Contexte et objectifs

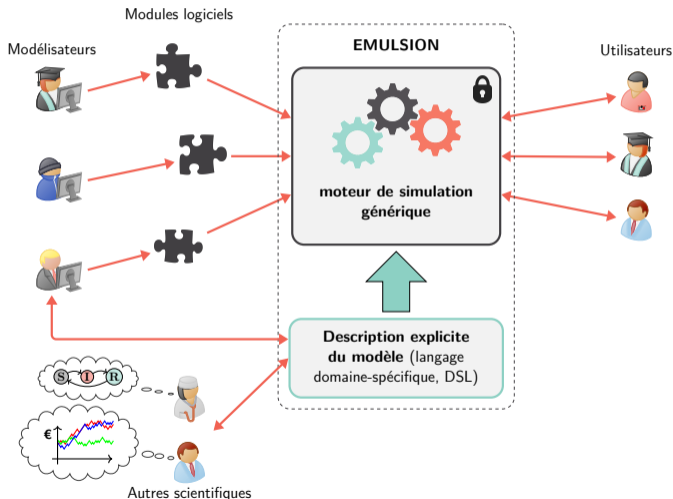
Les bronchopneumonies infectieuses (BRD) :

- ▶ maladies respiratoires multi-pathogènes (*M. haemolytica*, *M. bovis*...)
- ▶ petits lots (10) de jeunes bovins de boucherie → forte stochasticité
- ▶ prise de poids réduite (→ pertes économiques)
- ▶ deux objectifs majeurs :
 - ▶ réduire la durée totale d'infection à l'échelle du lot
 - ▶ raisonner l'usage des antibiotiques
- ▶ évaluer / comparer / combiner les mesures de maîtrises possibles

Objectifs méthodologiques :

- ▶ permettre une vérification des hypothèses du modèle par le vétérinaire
- ▶ faciliter la révision des hypothèses par les modélisateurs

Méthodes d'IA: framework EMULSION

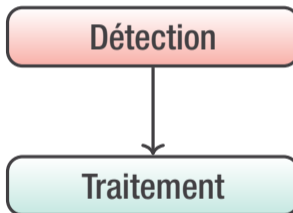


Cadre générique pour la modélisation épidémiologique

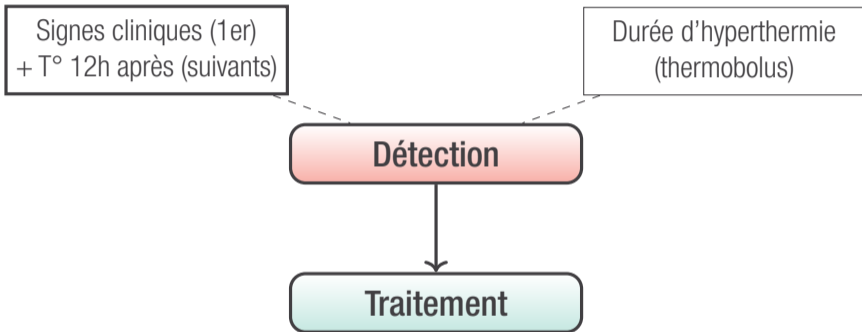
- ▶ modèle = texte structuré
- ▶ exploitable par le moteur de simulation
- ▶ interactions facilitées modélisateurs / autres scientifiques
- ▶ pas (peu) de code à écrire

[Picault & al. 2017]

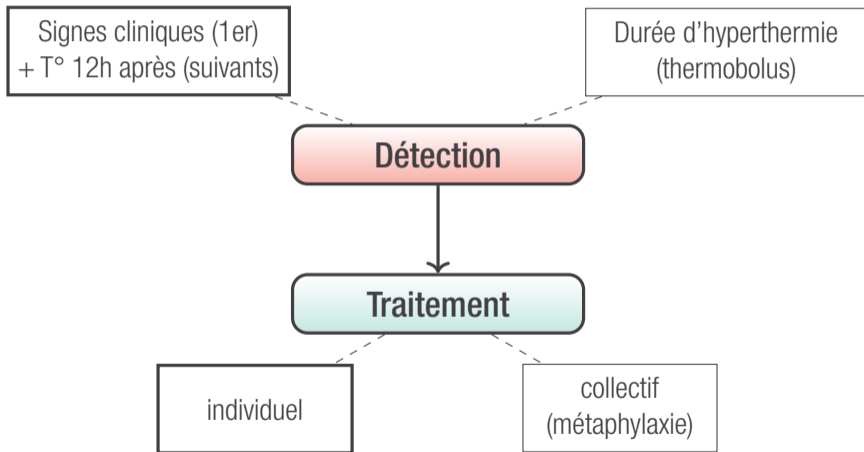
Stratégies de maîtrise : détection et traitement



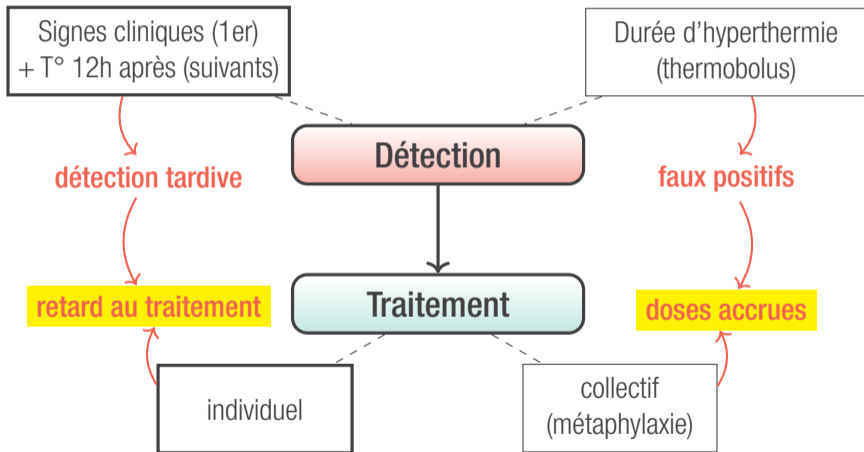
Stratégies de maîtrise : détection et traitement



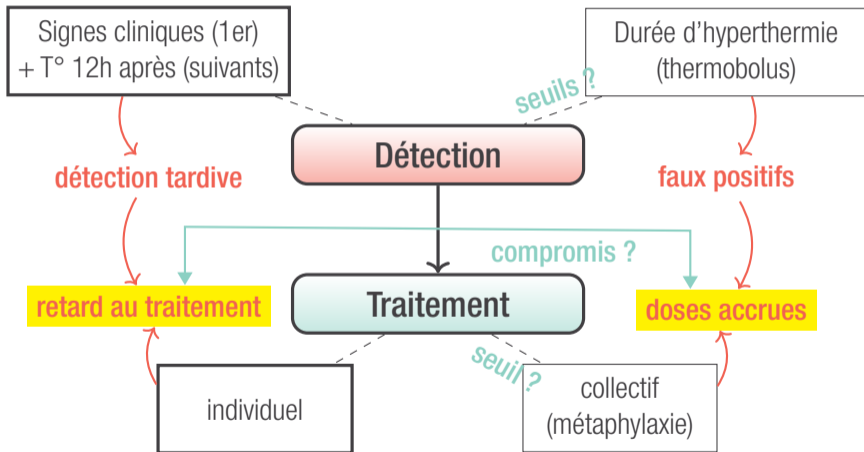
Stratégies de maîtrise : détection et traitement



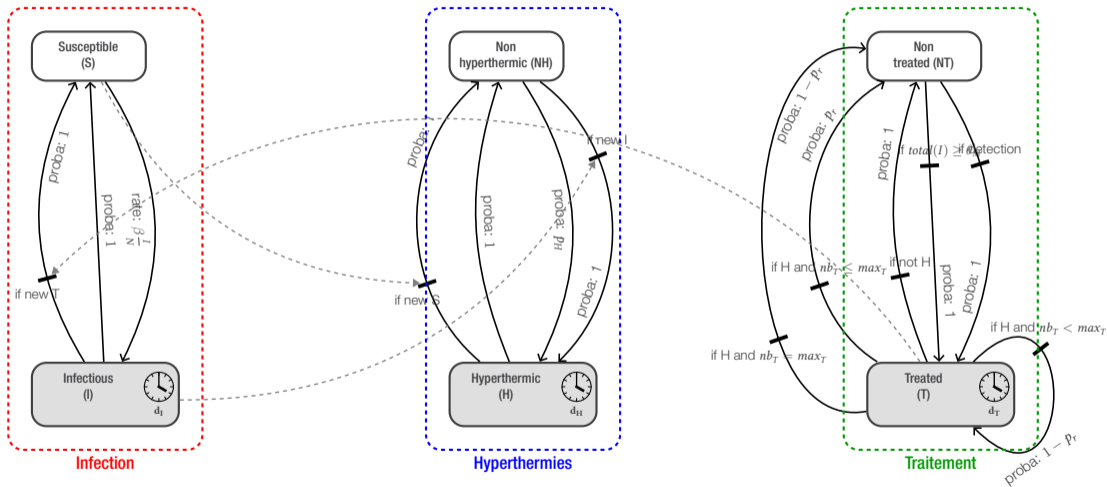
Stratégies de maîtrise : détection et traitement



Stratégies de maîtrise : détection et traitement



Modularité : trois processus couplés



Le modèle EMULSION : morceaux choisis

Processus (state machines)

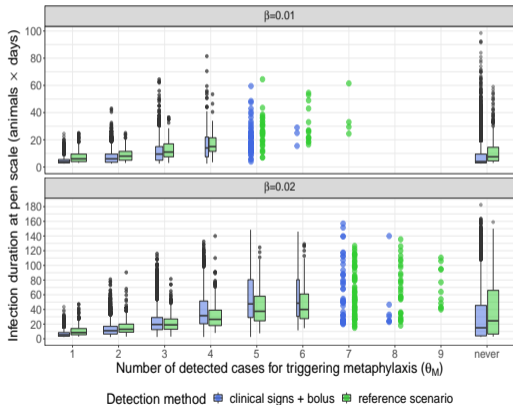
```
state_machines:
  health_state:
    desc: 'Description of the infectious process'
    states:
      - S:
          name: Susceptible
          desc: 'Suceptible of becoming infected'
      - I:
          name: Infectious
          desc: 'Infected and able to transmit
          pathogens. When becoming I, the animal
          also becomes hyperthermic (H), both
          states having the same duration. I
          animals have different shedding levels,
          depending on the pathogen. When becoming
          S again, the animal also returns to
          normal temperature'
          duration: dur_I
          on_enter:
            - become: hyperthermic
    transitions:
      - {from: S, to: I, rate:
          total_force_of_infection}
      - {from: I, to: S, proba: 1}
```

Paramètres et expressions

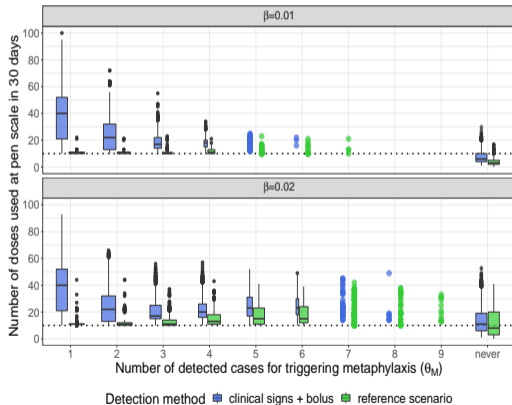
```
parameters:
  init_pen_size:
    desc: 'Initial size of the pen'
    value: 10
    source: 'consistent for a given pen type'
  total_force_of_infection:
    desc: 'The force of infection depends on the
    sum of individual infectiousness and exposure
    to general microbism of the herd'
    value: 'external_risk +
    (pen_force_of_infection / total_pen)'
  detection:
    desc: 'Condition for detecting sick
    animals. If clinical signs are visible, they
    are always taken into account. Otherwise,
    detection may rely either on the usage of an
    intrarumen bolus, or on the detection of
    rectal hyperthermia by farmer.'
    value: 'OR(has_clinical_signs,
            IfThenElse(has_bolus,
                        bolus_detection,
                        farmer_detection))'
```

Effets de la métaphylaxie

Durée d'infection (lot)

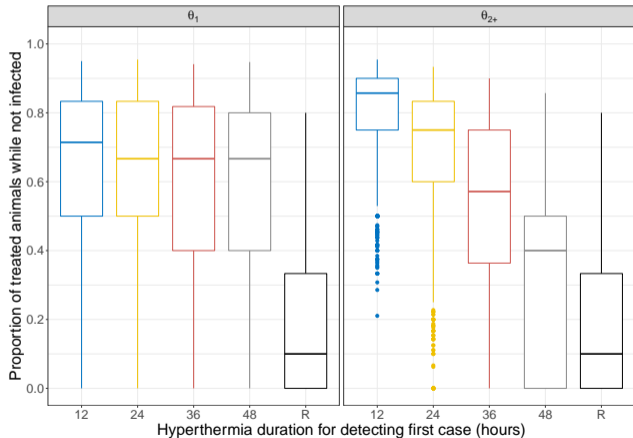


Nombre de doses (lot)

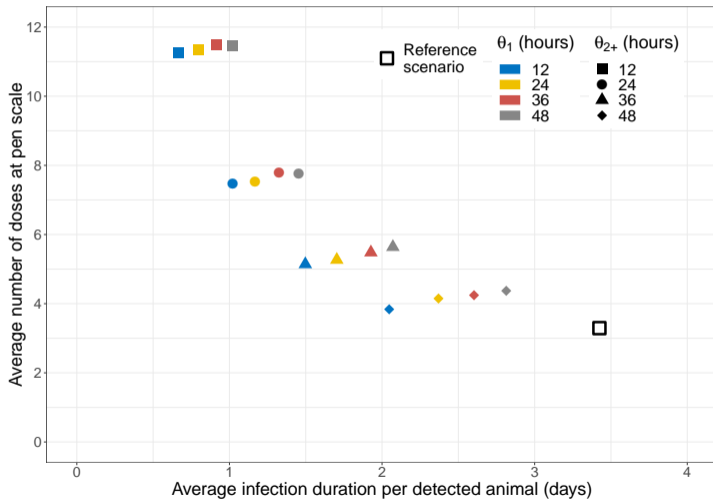


Limiter les faux positifs : durées-seuils d'hyperthermie

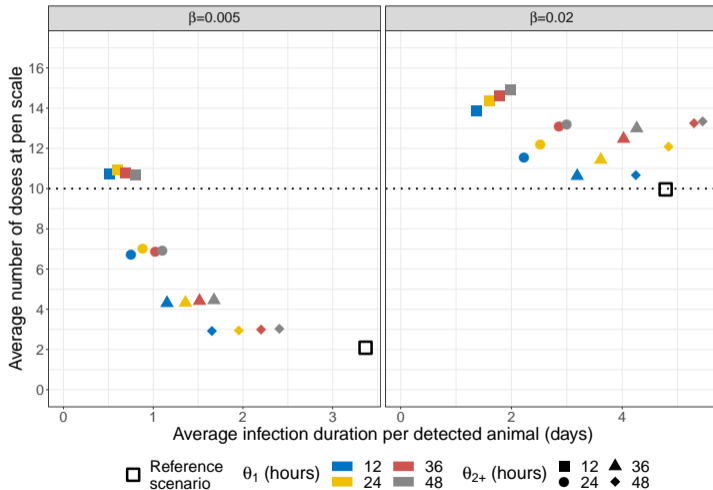
Seuil pour 1er cas vs. cas suivants



Durée d'infection vs. doses d'antibiotiques



Impact du taux de transmission



Résultats : BRD

Bilan

- ▶ comparaison de scénarios : méthodes de détection × protocoles de traitement
 - ▶ identification des domaines d'efficacité des mesures de maîtrise
 - ▶ métaphylaxie pour taux de transmission élevés
 - ▶ traitement individuel sinon
 - ▶ utilisation efficace des capteurs pour une détection précoce [SVEPM, 2019]
→ à tester sur le terrain !
-
- ▶ étude pour des lots de plus grande taille
 - ▶ prise en compte plus fine de la diversité des pathogènes

Résultats: EMULSION

Bilan

- ▶ questionnaire nouveau (raisonnement des traitements)
→ modélisables sans fonctionnalités nouvelles
- ▶ accélération du temps de développement ($\simeq 1$ personne \times mois)
- ▶ co-construction, révision, validation du modèle avec non-modélisateurs

- ▶ extension progressive du DSL + moteur de simulation
- ▶ maladies diversifiées : fièvre Q, BVD, RVF, campylobactériose, brucellose, SDRP...
- ▶ workshop de formation : SVEPM 2019
- ▶ diffusion open source : <https://sourcesup.renater.fr/emulsion-public>