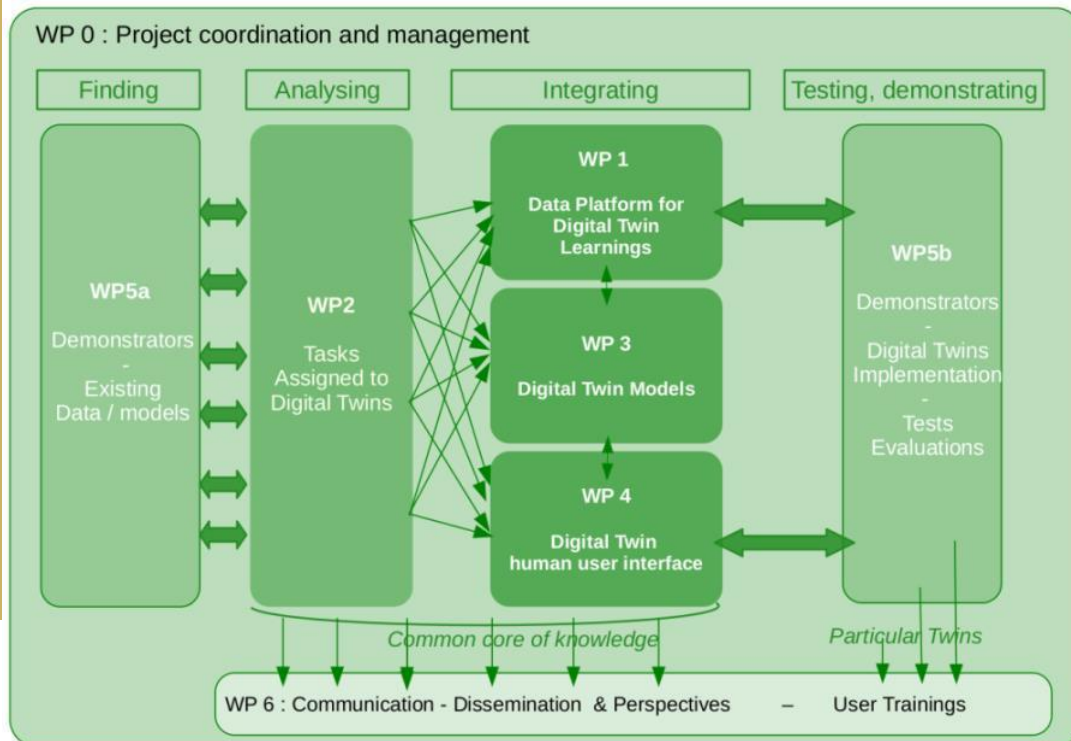


WP3 : modélisation

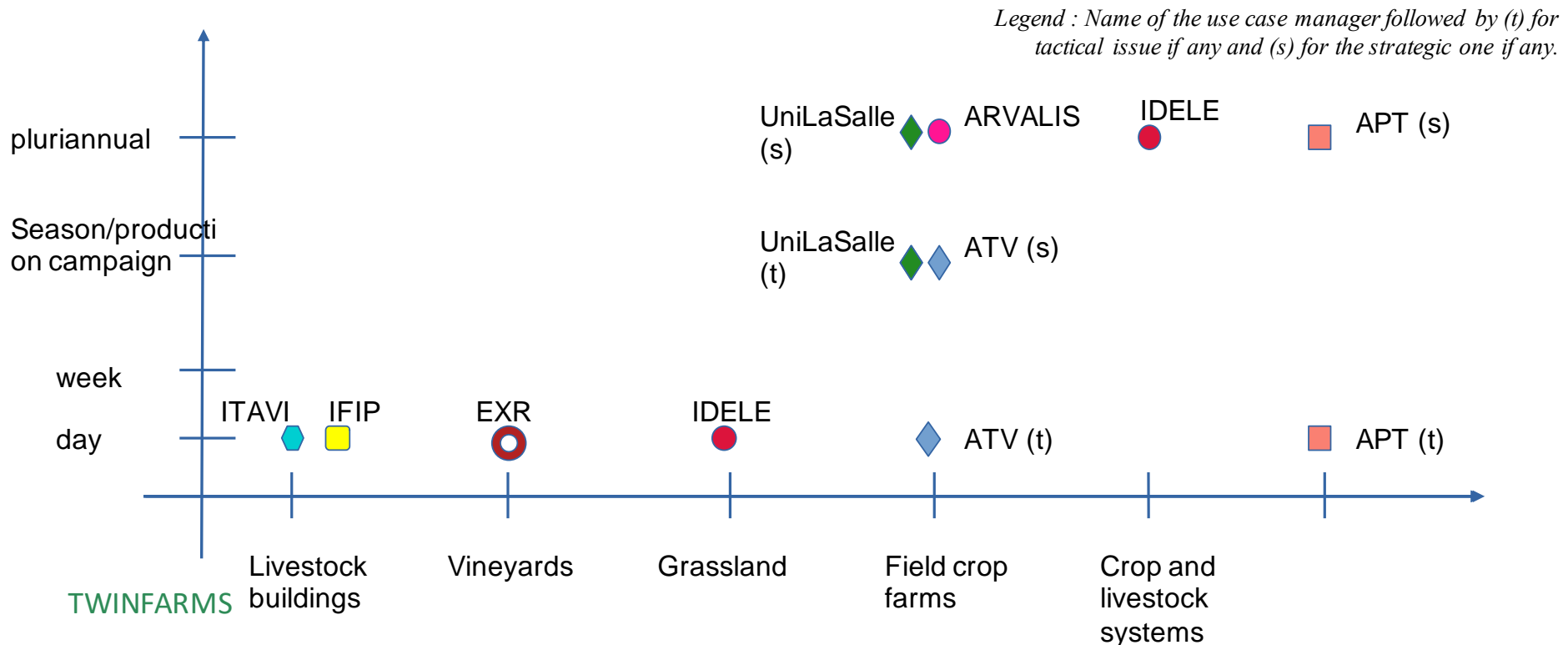


Vincent Guigue (AgroParisTech)
 Laurent Decreusefond (Telecom Paris)
 Jérôme Dantan (UniLaSalle)
 ExxactRobotics

Présentation générale

Objectifs:

- Proposer une méthodologie (plus) **générique**
- Comparer des approches **mécanistes** et **data** + les hybrider
- Traiter les cas d'usage du projet : défi + opportunité

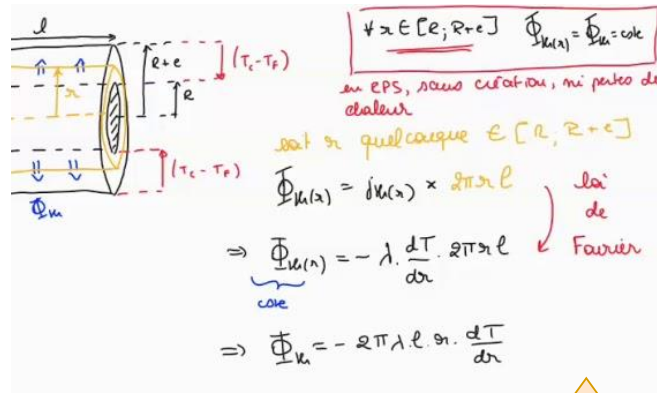


Présentation générale

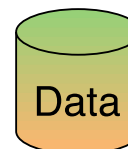
Objectifs:

- Proposer une méthodologie (plus) **générique**
- Comparer des approches **mécanistes** et **data** + les hybrider
- Traiter les cas d'usage du projet : défi + opportunité

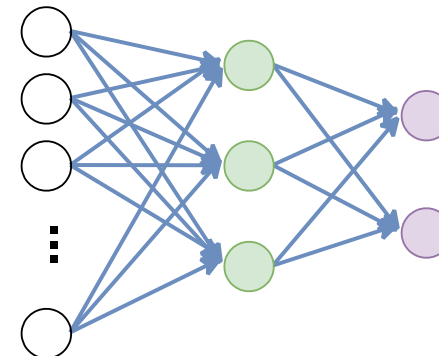
Mecanistic model / simulation



Boundary conditions
Calibration



Data driven



Model training

Approches mécanistes

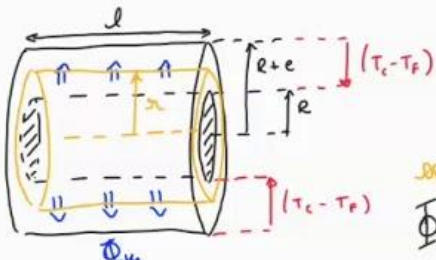
1. Observations & hypothèses préliminaires
 - Identification des entrées / sorties
2. Formulation du problème / mise en équations
 - [OPT] Simplification
 - Physique, équations, équations différentielles
3. Calibration, résolution numérique
 - Exploitation des données

- + Explicable / garanties théoriques
- + Peu de données requises (calibration)
- ~ Coût de la résolution numérique
- Coût de l'expertise / spécificité sur un problème
- Hypothèses / simplifications parfois trop fortes

Chapitre T2 - Conduction thermique

1. Résistance thermique (ECU)

2. Géométrie radiale cylindrique



$$R_m = \frac{(T_c - T_f)}{\Phi_m}$$

$\forall r \in [r; r+c] \quad \Phi_{k(r)} = \Phi_m = \text{cte}$

en EPS, sans convection, ni pertes de chaleur

soit \forall quelque $r \in [r; r+c]$

$$\Phi_{k(r)} = q_k(r) \times 2\pi r l$$

$$\Rightarrow \underbrace{\Phi_{k(r)}}_{\text{cte}} = -\lambda \cdot \frac{dT}{dr} \cdot 2\pi r l \quad \left. \begin{array}{l} \text{loi} \\ \text{de} \\ \text{Fourier} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow \Phi_m = -2\pi \lambda l r \cdot \frac{dT}{dr}$$

Approches mécanistes

Les questions du modélisateur:

- Que cherchez-vous à prédire?
- Y arrivez-vous actuellement?
 - A partir de quelles intuitions?
 - A partir de quelles équations?
 - A partir de quelles grandeurs? (= entrées)

Chapitre T2 - Conduction thermique

1. Résistance thermique (ECU)

2. Géométrie radiale cylindrique

$R_{th} = \frac{(T_c - T_f)}{\Phi_{th}}$

$\forall r \in [R; R+e] \quad \Phi_{th}(r) = \Phi_{th} = \text{cste}$

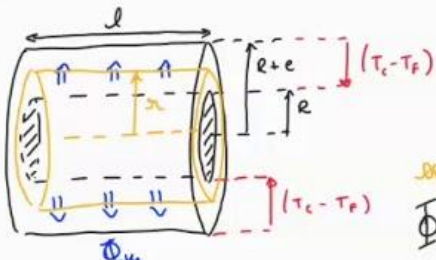
en EPS, sans convection, ni pertes de chaleur

soit r quelconque $\in [R; R+e]$

$\Phi_{th}(r) = d\Phi(r) \times 2\pi r l$

$\Rightarrow \underbrace{\Phi_{th}(r)}_{\text{cste}} = -\lambda \cdot \frac{dT}{dr} \cdot 2\pi r l$ } loi de Fourier

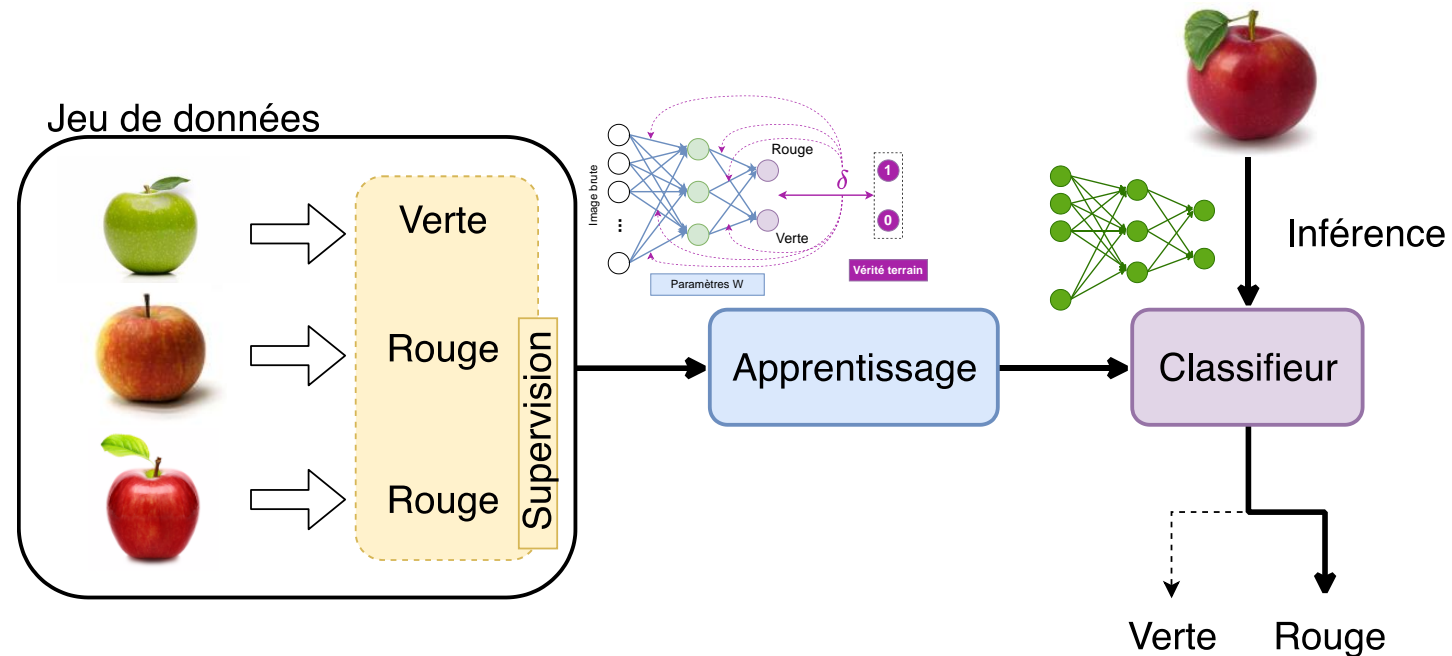
$\Rightarrow \Phi_{th} = -2\pi \lambda \cdot l \cdot r \cdot \frac{dT}{dr}$



Numérisation de la connaissance existante

Approches données

1. Observations & hypothèses préliminaires
 - Identification des entrées / sorties
2. Formulation du problème DATA [++simple & générique]
 - Nombreux paramètres / modèle peu-pas explicite
3. Optimisation = coller aux données observées

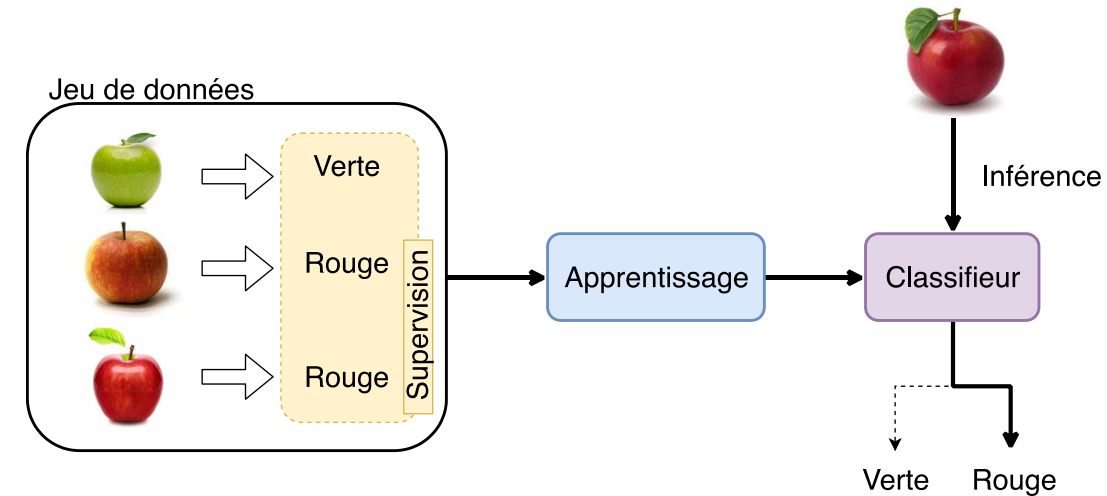


- + => - Pas-peu explicable / moins de garanties théoriques
- + => - Plus / beaucoup de données requises
- ~ => ~ Coût de l'optimisation numérique [mais une seule fois]
- => + Moins d'expertise / plus générique

Approches données

Les questions du data-scientist:

- Que cherchez-vous à prédire?
- Y arrivez-vous actuellement?
 - A partir de quelles intuitions?
 - ~~A partir de quelles équations?~~
 - A partir de quelles grandeurs? (= entrées)
 - Avez-vous un historique de ces données + prédictions cibles?
 - Quel est le format des données? (excel vs pdf)
 - Ces données sont-elles complètes / de qualité?



Hybridation

Objectifs:

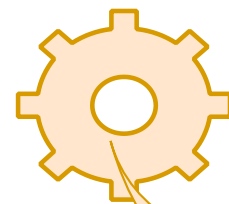
- Garder le meilleur des deux mondes
- Palier les faiblesses de certains modèles dans certaines situations

Technique I

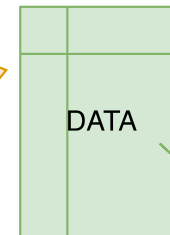
- Bon modèle...
- Mais lent/coûteux

Mecanistic model / simulation

Slow / costly
Accurate

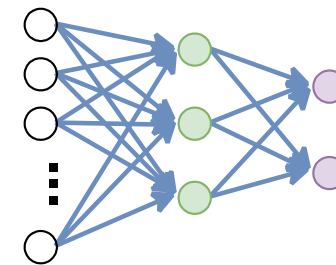


Model : data
generation



Data driven

Fast
Approximation



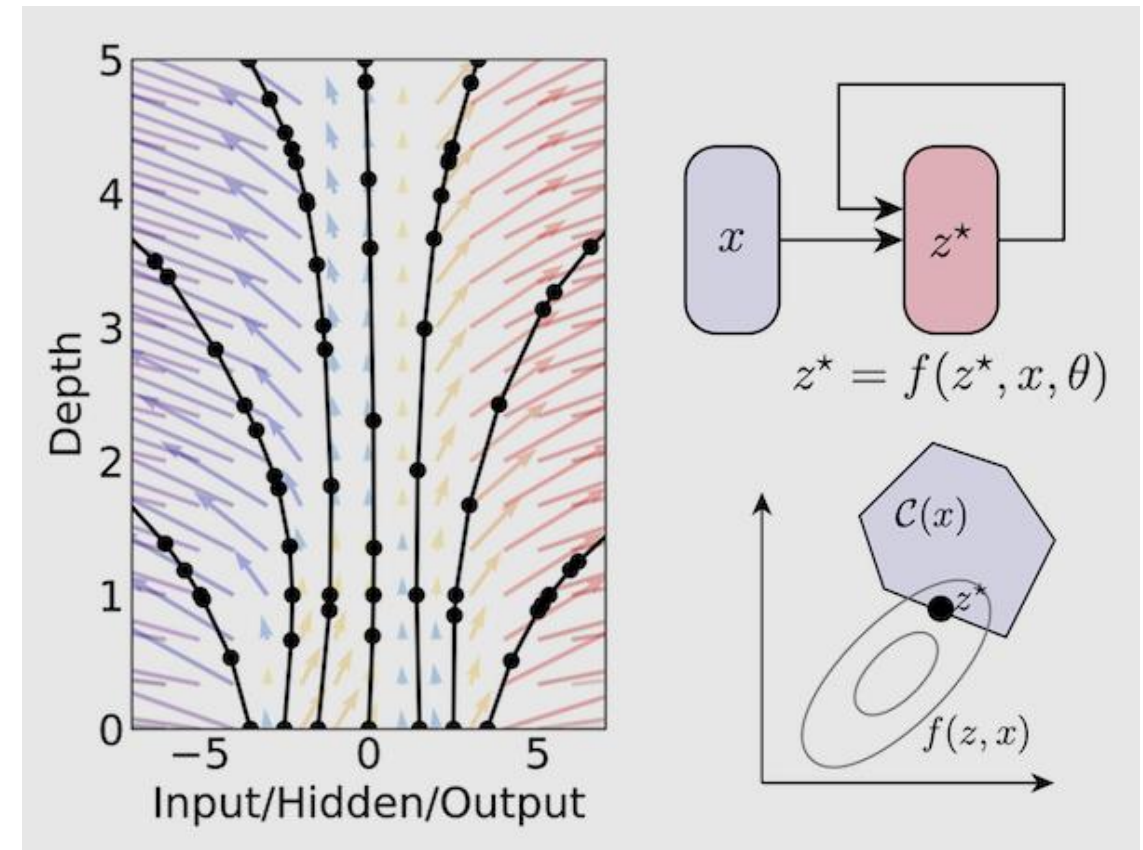
Hybridation

Objectifs:

- Garder le meilleur des deux mondes
- Palier les faiblesses de certains modèles dans certaines situations

Technique 2

- PINNs = physics informed neural network
- Injecter de la modélisation dans le NN...
- ... Tout en restant suffisamment générique
- Neural ODE

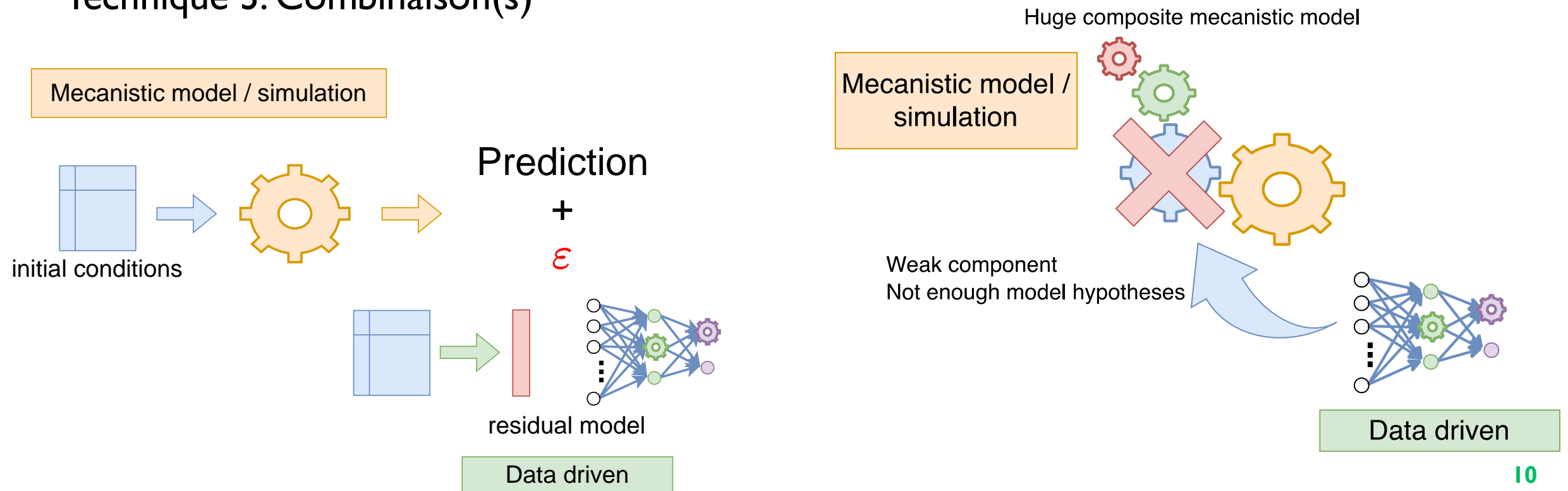


Hybridation

Objectifs:

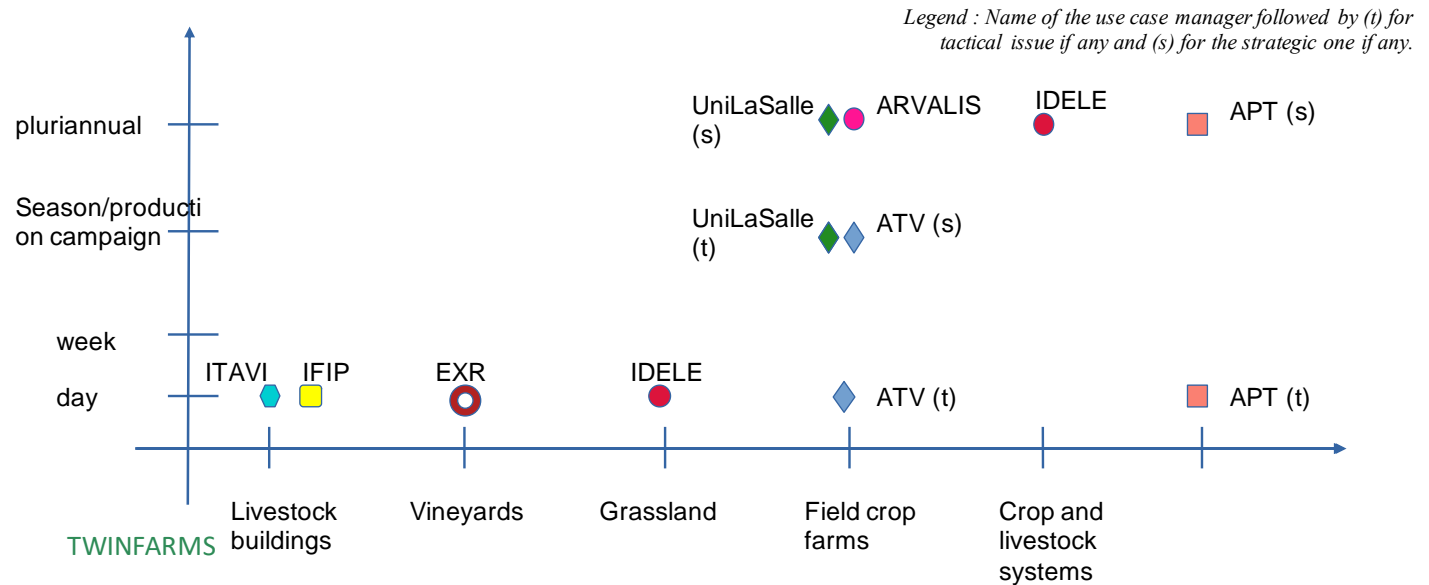
- Garder le meilleur des deux mondes
- Palier les faiblesses de certains modèles dans certaines situations

Technique 3: Combinaison(s)



Répartition (préliminaire) des use cases

- Séries temporelles contextualisées
 - Elevage / Méthaniseur
=> AgroParisTech
- Expertise / décision séquentielle
 - Eau
 - Fermes prototypes
=> Telecom Paris
- Vigne / vision
=> Exxact Robotics
- Modélisation des sols
=> UniLaSalle



Répartition non figée, non exclusive => gestion / interlocuteur privilégié