



# SUPERROB : GESTION ET SUPERVISION DE FLOTTES DE ROBOTS MOBILES AUTONOMES

PARTIE 1 – PLANIFICATION

13 FÉVRIER 2020

bruno.bachelet@uca.fr  
LIMOS, UCA-CNRS

JOURNÉE I-SITE CAP 20-25  
CHALLENGE 2  
THÈME AGROTECHNOLOGIES

INRAE

LIMOS

ACTÉ  
LABORATOIRE  
activité > connaissance  
transmission > éducation

lapsco  
laboratoire de psychologie  
sociale et cognitive

## ▶ Objectifs

- ▶ Planification des tâches des robots
- ▶ Système de supervision acceptable pour les utilisateurs
- ▶ Gestion des données des robots et de leur environnement

⇒ **Replanification en cas d'imprévus**

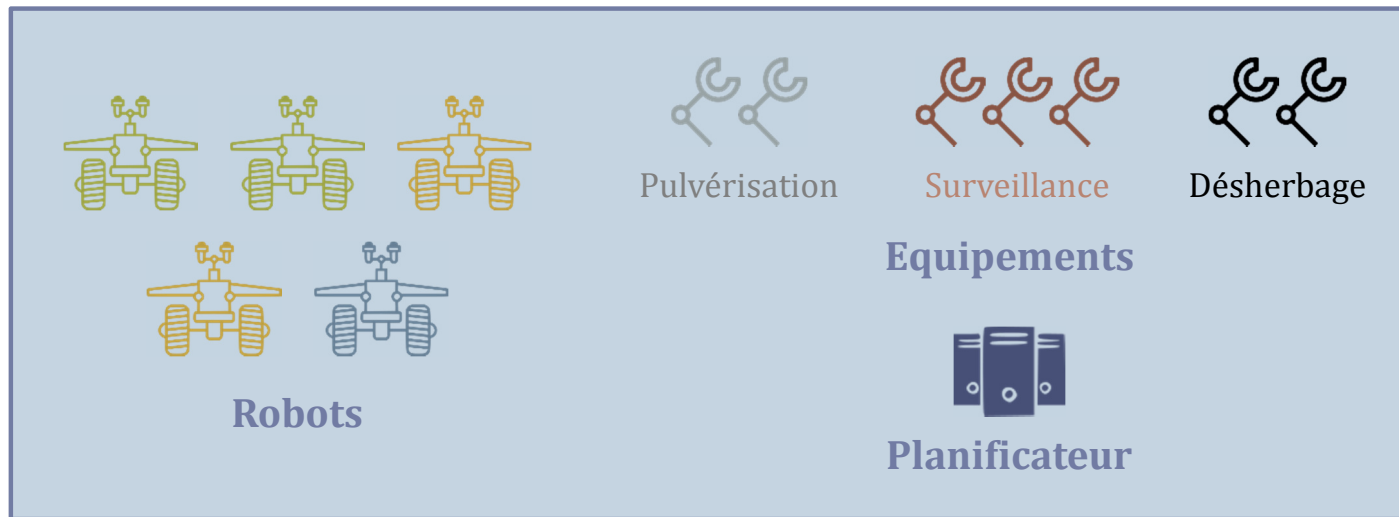
## ▶ Fédération de chercheurs

- ▶ INRAE-TSCF / LIMOS (UCA-CNRS) / ACTé (UCA) / LAPSCO (UCA-CNRS)
- ▶ Co-encadrement doctorat
  - ▶ Université du Havre
  - ▶ Université fédérale du Minas Gerais (Brésil)
- ▶ Chercheur invité
  - ▶ Université de Technologie de Poznan (Pologne)

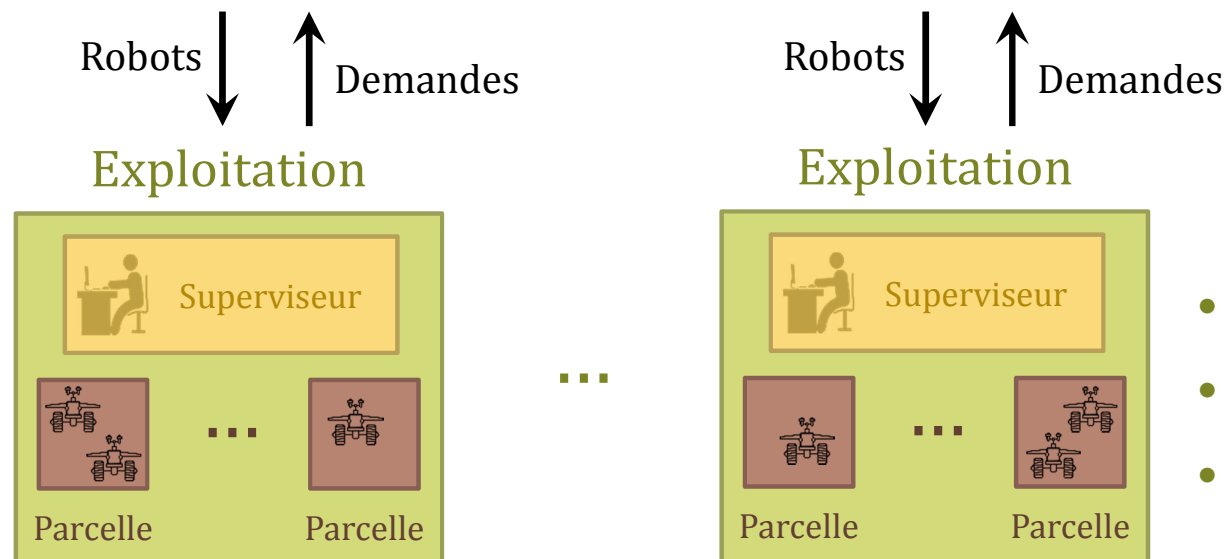
- ▶ Flotte de robots hétérogène
  - ▶ Taille moyenne ( $\sim 1/2$  tonne)
  - ▶ Multifonction
    - ▶ Possibilité de changer les équipements
    - ▶ Pulvérisation, désherbage, reconnaissance...
  - ▶ Energie électrique
- ▶ Opérations sur les robots en atelier
  - ▶ Robots stockés dans un entrepôt
  - ▶ Montage des équipements à l'entrepôt
  - ▶ Recharge des batteries à l'entrepôt
- ▶ INRAE-TSCF dispose de 2 robots + site expérimental



- ▶ Coopérative agricole
  - ▶ Mutualisation des robots et des équipements (type CUMA)
  - ▶ Rôle décisionnel de répartition des robots
    - ▶ Modélisation du système
    - ▶ Algorithmes de planification
  
- ▶ Exploitations
  - ▶ Déploiement des robots sur les parcelles
  - ▶ Rôle de surveillance des robots
    - ▶ Outils de diagnostic et de contrôle
  - ▶ Remontée des demandes de besoins à la coopérative
  
- ▶ Objectif : planification et supervision



- Planification des tâches
- Entretien des robots
- Préparation des robots
- Transport des robots

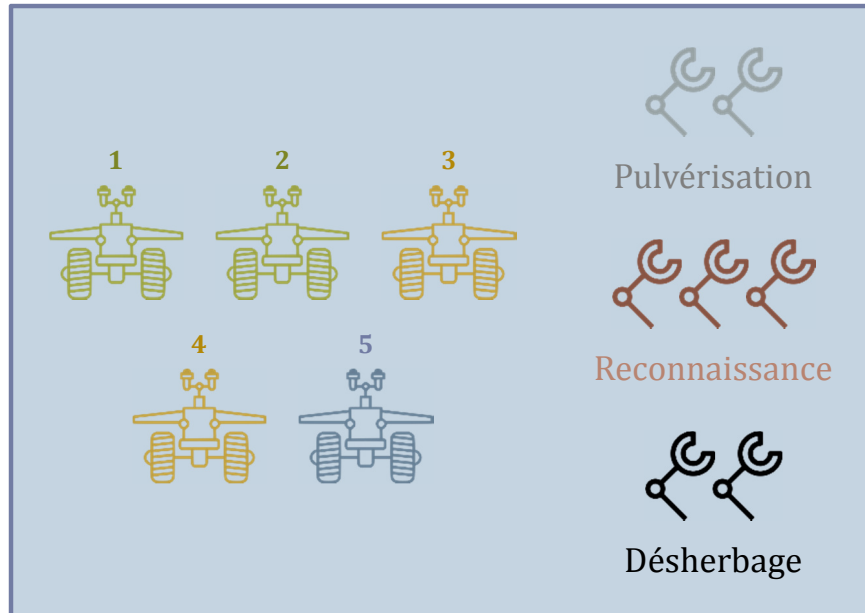


- Déploiement des robots
- Surveillance
- Prise de contrôle à distance

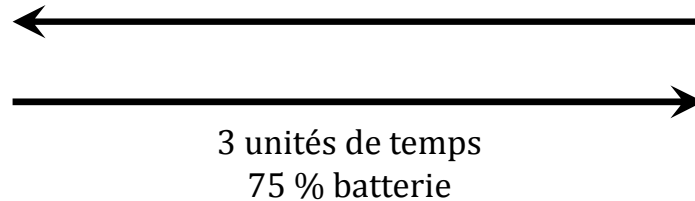
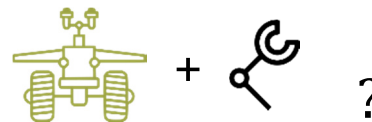
- ▶ Planning prévisionnel des tâches
  - ▶ Sur la base des demandes des agriculteurs
  - ▶ Outil pour estimer les performances des robots
    - ▶ Temps nécessaire pour effectuer la tâche
    - ▶ Energie consommée
- ▶ Gestion des imprévus  $\Rightarrow$  surveiller + réagir
  - ▶ Remontée des informations des capteurs
    - ▶ Diagnostic au niveau du robot
    - ▶ Diagnostic au niveau du superviseur
  - ▶ Réaction face à un aléa (niveau superviseur)
    - ▶ Prise de contrôle à distance du robot
    - ▶ Demande de replanification
  - ▶ Stockage des informations
    - ▶ Pour diagnostic
    - ▶ Pour planning plus fiable

# CAS D'UNE SEULE EXPLOITATION

## Entrepôt



- **Reconnaissance** → parcelles **1..5**  
Fenêtre de temps : **[1;6]**  
Priorité: **basse**
- **Désherbage** → parcelle **3**  
Fenêtre de temps : **[4;8]**  
Priorité : **moyenne**



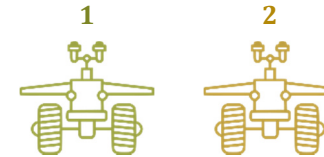
Planning  
prévisionnel




# IMPRÉVU : MALADIE

► Cas avec 2 robots et 3 parcelles

► Demande

► Reconnaissance sur les 3 parcelles



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Parcelle 1		<div><div>2</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div>															
Parcelle 2		<div><div>1</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div> <div><div>!</div><div>Maladie</div></div>															
Parcelle 3									<div><div>1</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div>								



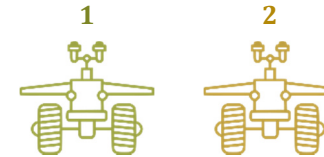





# IMPRÉVU : MALADIE

► Cas avec 2 robots et 3 parcelles

► Demande

► Reconnaissance sur les 3 parcelles



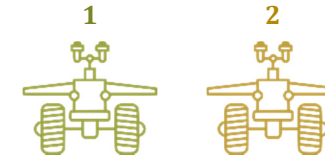
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Parcelle 1		<div><div>2</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div>														
Parcelle 2		<div><div>1</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div>						<div><div>!</div><div>Maladie</div></div>								
Parcelle 3		<div><div><div>• Interruption reconnaissance</div><div>• Demande pulvérisation</div></div></div>							<div><div>1</div><div></div><div>Reconnaissance</div></div>							

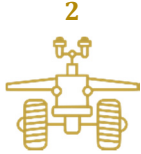
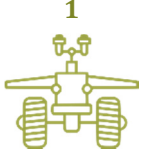
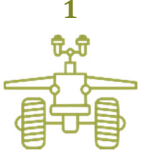

# IMPRÉVU : MALADIE

► Cas avec 2 robots et 3 parcelles

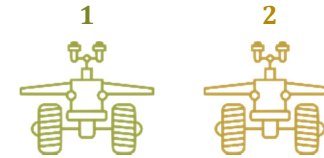
► Demande




► Reconnaissance sur les 3 parcelles



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Parcelle 1		 Reconnaissance														
Parcelle 2		 Reconnaissance							 Pulvérisation							
Parcelle 3		<div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interruption reconnaissance</li> <li>• <b>Demande pulvérisation</b></li> <li>• Nouveau planning</li> </ul> </div>								 Reconnaissance						

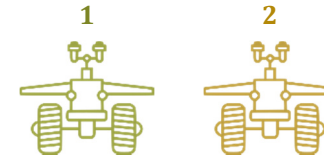
- ▶ Cas avec 2 robots et 3 parcelles
- ▶ Demande
  - ▶ Pulvérisation sur les 3 parcelles






	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Parcelle 1		<div><div>2</div><div></div><div>Pulvérisation</div></div>															
Parcelle 2		<div><div>1</div><div></div><div>Pulvérisation</div></div>															
Parcelle 3						<div><div>!</div><div>Vent &gt; 15 km/h</div></div>			<div><div>1</div><div></div><div>Pulvérisation</div></div>								

!  
Vent > 15 km/h

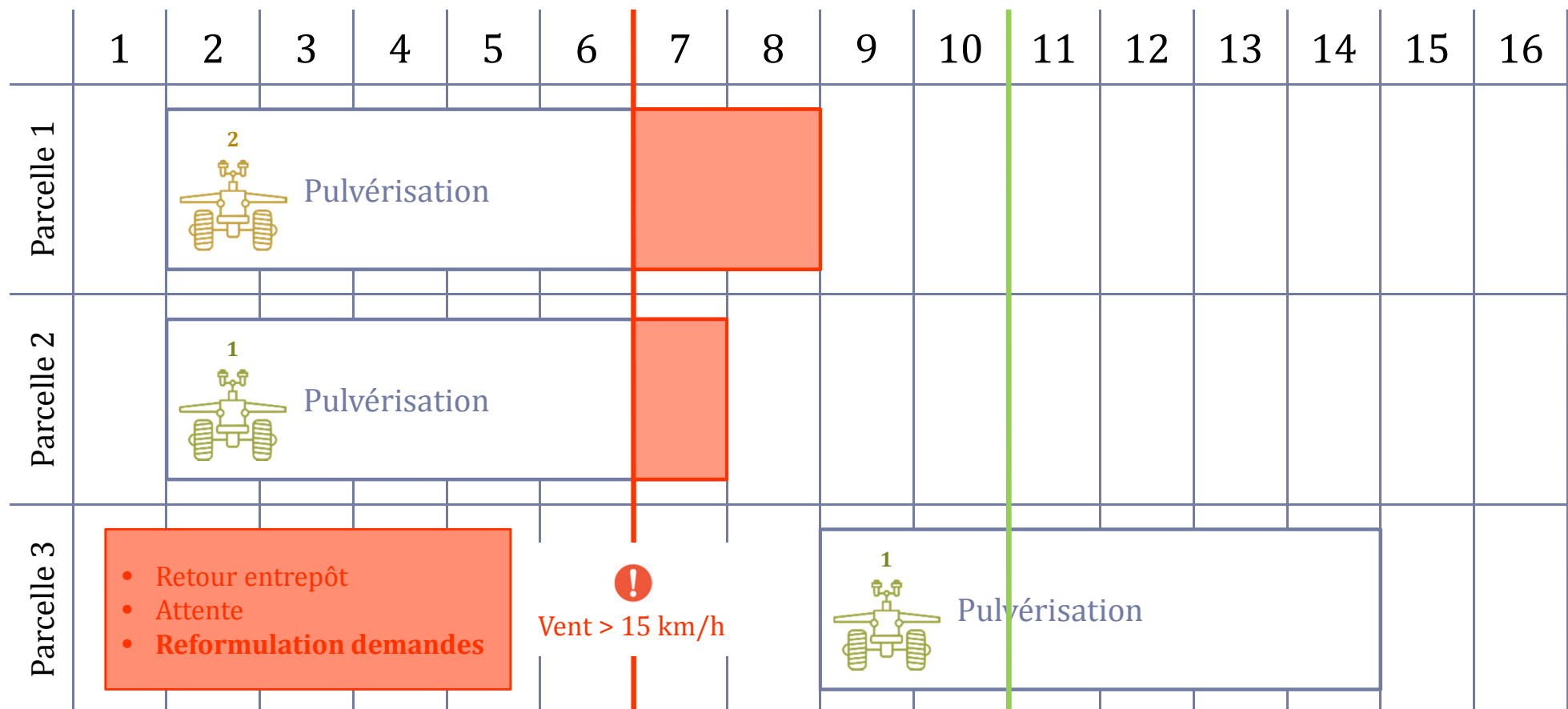
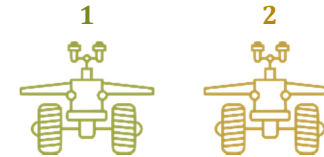
- Cas avec 2 robots et 3 parcelles
- Demande
  - Pulvérisation sur les 3 parcelles



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Parcelle 1		<div><div>2</div><div> Pulvérisation</div></div>					<div><div>!</div><div>Vent &gt; 15 km/h</div></div>										
Parcelle 2		<div><div>1</div><div> Pulvérisation</div></div>															
Parcelle 3	<div><div><ul style="list-style-type: none"><li>• Retour entrepôt</li><li>• Attente</li></ul></div></div>								<div><div>1</div><div> Pulvérisation</div></div>								

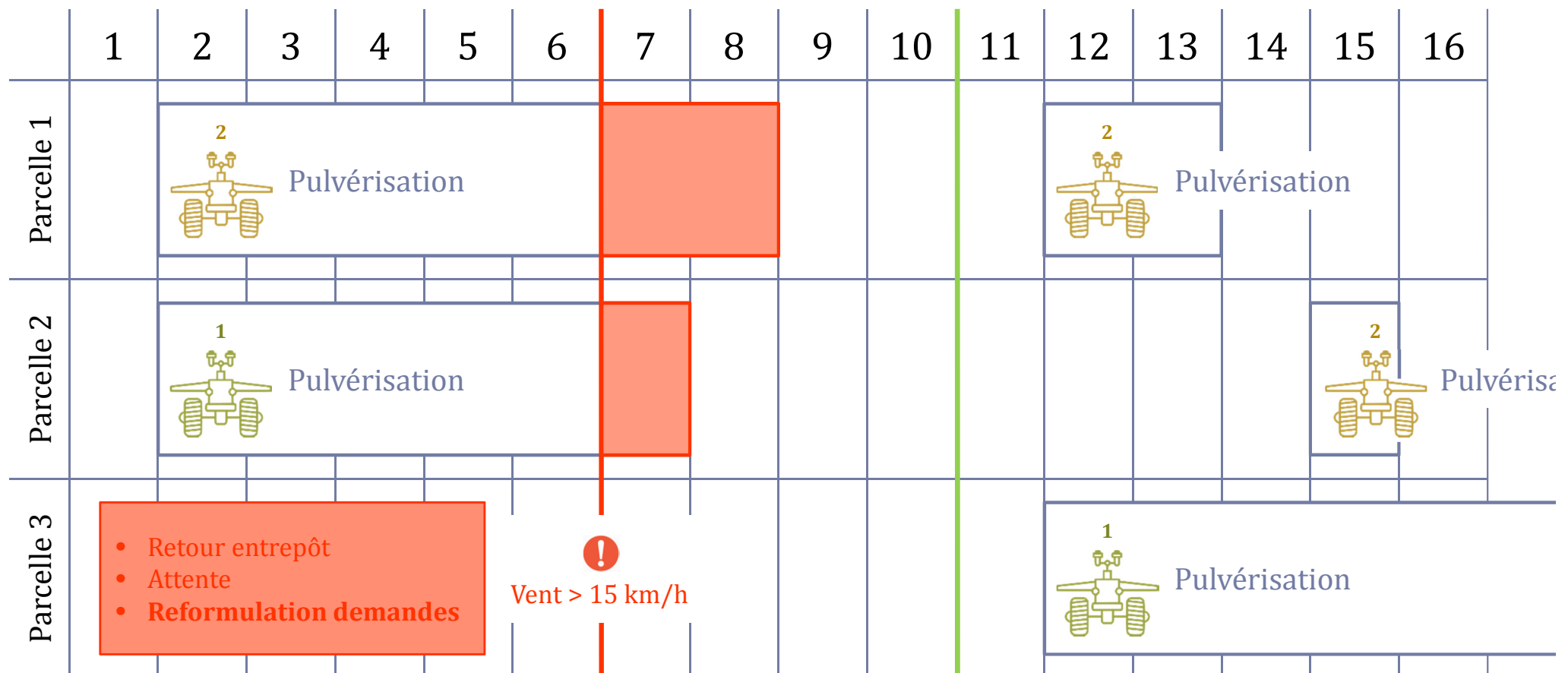
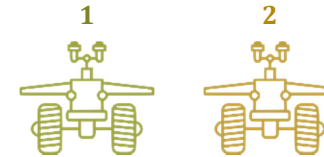
# IMPRÉVU : MÉTÉO

- Cas avec 2 robots et 3 parcelles
- Demande
  - Pulvérisation sur les 3 parcelles



# IMPRÉVU : MÉTÉO

- ▶ Cas avec 2 robots et 3 parcelles
- ▶ Demande
  - ▶ Pulvérisation sur les 3 parcelles



# CONCLUSION – PARTIE PLANIFICATION

- Doctorat Mateus Vilela : Octobre 2019 – Septembre 2022
- Formalisation du système finalisée
  - Quelques hypothèses fortes
  - Plusieurs robots en même temps sur une parcelle
    - Même tâche et de même type
  - Modèle d'énergie simplifié
    - Consommation et recharge linéaire
- La suite : résolution du problème de planification
  - Modélisation (mathématique ?) du problème de planification
  - Choix des méthodes de résolution
    - Programmation linéaire, métaheuristiques, couplage optimisation-simulation...
- D'abord étudier la planification prévisionnelle...
  - Connaissance *a priori* des demandes
- ... puis la replanification
  - Nouvelles demandes au fil de l'eau suite aux imprévus