



➤ AP1 GdR robotique : Robotique et sobriété

Modélisation générique des impacts environnementaux d'un robot agricole lors de la réalisation d'un itinéraire agroécologique : applications, limites et perspectives.

Guillaume Jeanneau

21 Mai 2026

Plan

- 1 Introduction
- 2 Évaluation des impacts environnementaux : modèle, analyse et conception
- 3 Perspectives

Introduction

1 Introduction

2 Évaluation des impacts environnementaux : modèle, analyse et conception

3 Perspectives

➤ Mon parcours scientifique



Fils d'artisan, petit fils d'agriculteur

CPGE PCSI-PSI 2012-2014 

Magistère
mécatronique
2014-2018 

Master
international
de recherche
ARIA ROBA 

Formation d'excellence à :
- Sciences de l'ingénieur
- Mécanique
- Électronique
- Télécommunications
- Mathématiques appliqués
- Gestion des ressources et de l'énergie
- Robotique

Doctorat Automatique,
Robotique et Productique
2018-2022

Conception d'un
robot parallèle sous-
actionné pour des
interactions avec un
opérateur.

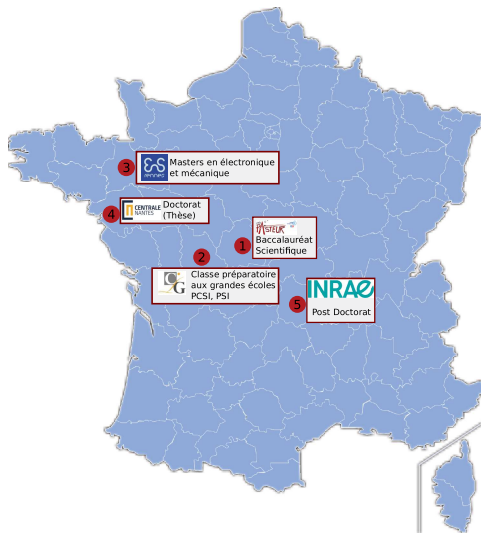
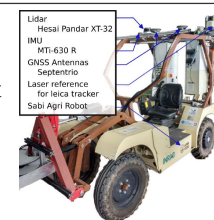


Localisation robuste par
l'utilisation d'un Radar

Post-doctorat 2022-2025 

Ingénieur de recherche 2026 

Localisation robuste de robot
agricole par l'utilisation d'un
Lidar.



➤ Pourquoi des recherches dans le domaine agricole

Agriculture aujourd'hui

- Limites planétaires
- Biodiversité décroissante
- Santé humaine
- Dépendance énergétique
- Manque de main d'oeuvre (France)

Quelques chiffres

- 5 cultures (riz, maïs, blé, soja, coton) représente 50% de la surface mondiale
- 2 cultures (blé et maïs) représente 50% de la surface française
- La taille des exploitations grossissent



Fig. 1 : Présentation de Lionel Aletto, peuplements monospécifiques dans les pays du Nord.

> Agroécologie

Définition

Alternative à une agriculture intensive basée sur l'artificialisation des cultures par l'usage d'intrants de synthèse (engrais, pesticides...) et d'énergies fossiles. Elle promeut des **systèmes de production agricole** valorisant la **diversité biologique** et les **processus naturels** (cycles de l'azote, du carbone, de l'eau, équilibres biologiques entre organismes ravageurs et auxiliaires des cultures...)¹



Cultures annuelles



Systèmes prairiaux



Agroforesterie



Sylvopastoralisme



Arbres - Arbustes

- Besoin de diversification des cultures spatiale
- Besoin de compromis



1. Laurent HAZARD et al. « Agroécologie ». In : *Dictionnaire d'agroécologie* (2016)

➤ Projet de l'unité TSCF



IoT pour une observation sobre de l'environnement

Automatisation des agroéquipements

Pratiques agroécologiques innovantes

Analyse et modélisation de l'environnement

Intégration et appropriation

Fig. 2 : Illustration d'un système de production robotisé généré par IA, Roland Lenain

➤ Évaluation des impacts environnementaux : modèle, analyse et conception

1 Introduction

2 Évaluation des impacts environnementaux : modèle, analyse et conception

3 Perspectives

➤ Les questionnements de recherche :

- Évaluation des impacts environnementaux de la tâche agricole incluant l'outil robotique.
- Développer des outils permettant de répondre à ces enjeux.
- Développer des outils permettant la conception :
 - Des itinéraires culturaux
 - Des outils robotiques
- Développement de modèles versatiles permettant à terme le dimensionnement :
 - Conception du robot
 - Influence des lois de commandes
 - Dimensionnement des robots
 - Conception d'un itinéraire cultural incluant la robotique
- Identification des paramètres clés influant les impacts environnementaux et adaptation des modèles.
- Conception de la tâche agroécologique à l'issue de ces modélisations.

➤ Scénario et interfaces du modèle

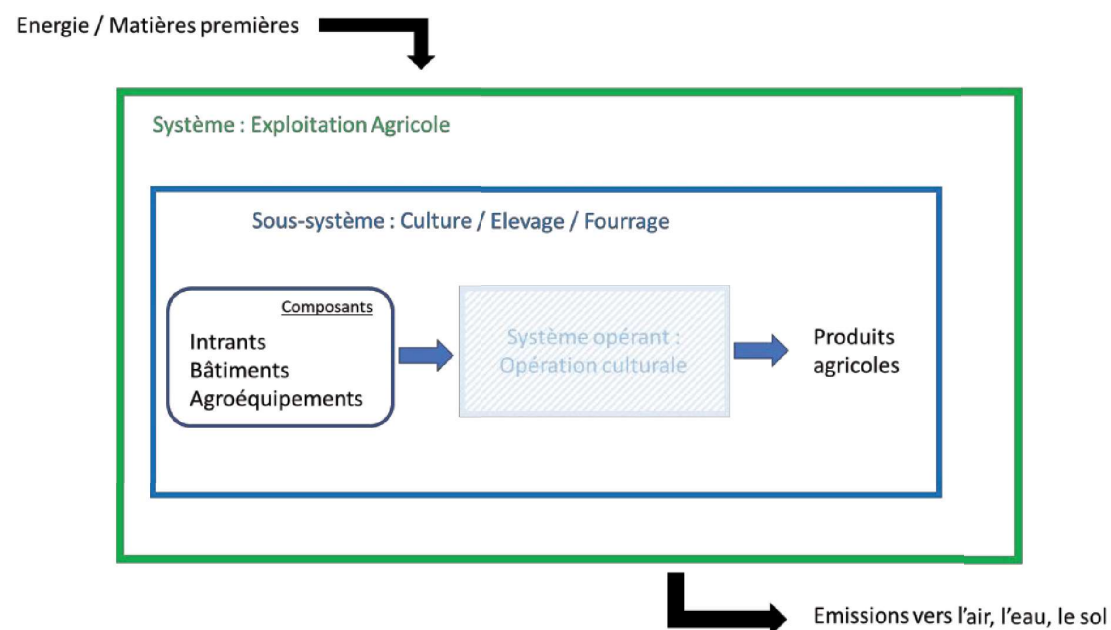


Fig. 3 : Systèmes considérés

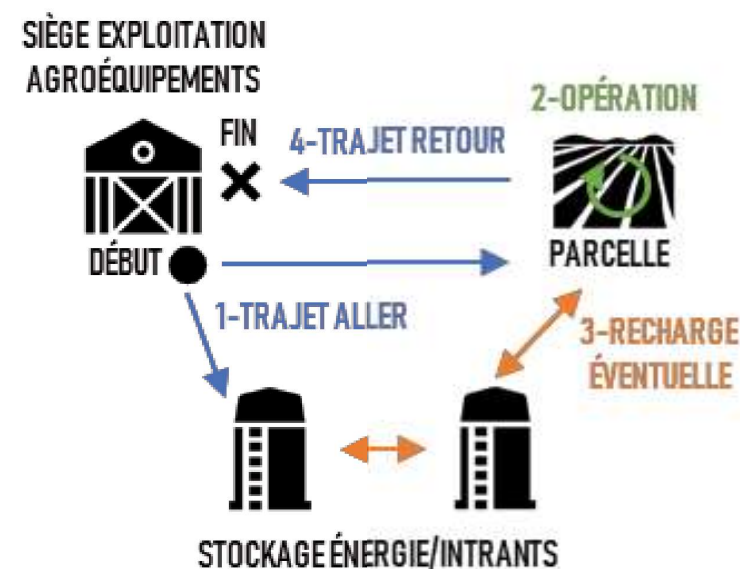


Fig. 4 : Simulation d'une opération culturale : définition d'un scénario type

➤ Programme scientifique du post-doctorat

Couplage ingénierie système et ACV

- Impacts environnementaux de la robotique
- Réalisation d'une tâche agroécologique

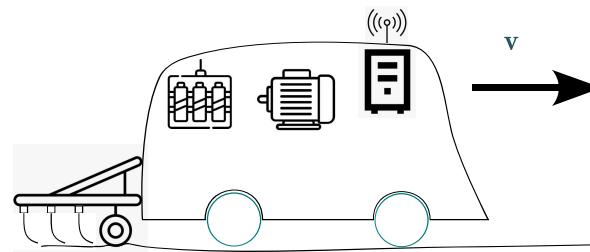
➤ Programme scientifique du post-doctorat

Couplage ingénierie système et ACV

- Impacts environnementaux de la robotique
- Réalisation d'une tâche agroécologique

Modélisation du système robotique

- Suivi d'une trajectoire
 - Cinématique du robot
 - Cinématique Outil
- Interaction avec le sol
 - Roues
 - Outils
 - Compaction
- Chaîne énergétique
 - Modélisation dynamique
 - Batteries
 - Moteurs
- Électronique



➤ Programme scientifique du post-doctorat

Couplage ingénierie système et ACV

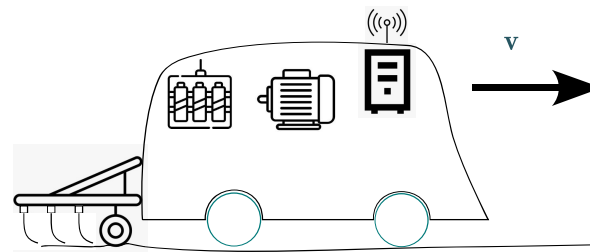
- Impacts environnementaux de la robotique
- Réalisation d'une tâche agroécologique

Modélisation du système robotique

- Suivi d'une trajectoire
 - Cinématique du robot
 - Cinématique Outil
- Interaction avec le sol
 - Roues
 - Outils
 - Compaction
- Chaîne énergétique
 - Modélisation dynamique
 - Batteries
 - Moteurs
- Électronique

Simulation

- Identification des paramètres clés
 - Dimensionnement
 - Système
 - Batteries
 - Moteurs
 - Définition de scénarios
 - Type de tâche



➤ Programme scientifique du post-doctorat

Couplage ingénierie système et ACV

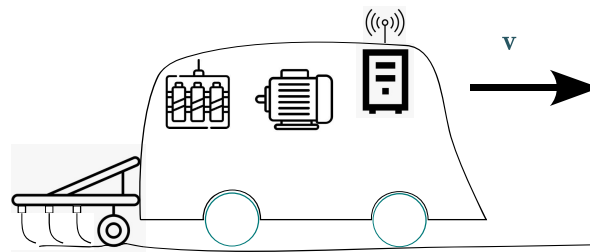
- Impacts environnementaux de la robotique
- Réalisation d'une tâche agroécologique

Modélisation du système robotique

- Suivi d'une trajectoire
 - Cinématique du robot
 - Cinématique Outil
- Interaction avec le sol
 - Roues
 - Outils
 - Compaction
- Chaîne énergétique
 - Modélisation dynamique
 - Batteries
 - Moteurs
- Électronique

Simulation

- Identification des paramètres clés
 - Dimensionnement
 - Système
 - Batteries
 - Moteurs
 - Définition de scénarios
 - Type de tâche



Validation et analyse des modèles

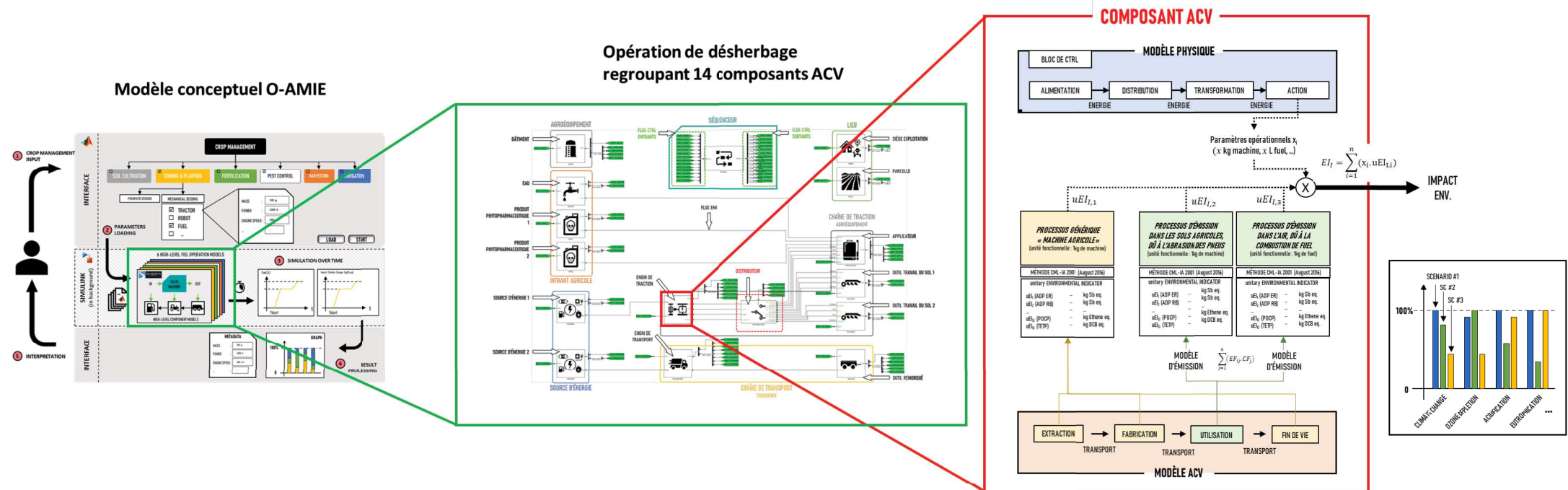
- Utilisations de données existantes :



Fig. 5 : Association d'orge et de pois conduites avec des outils robotiques dans le projet Ninsar

- Définition de nouveaux plans d'expériences
 - Chaîne d'actionnement
 - Interaction avec le sol
- Interprétations
 - Évaluer une opération culturale complète

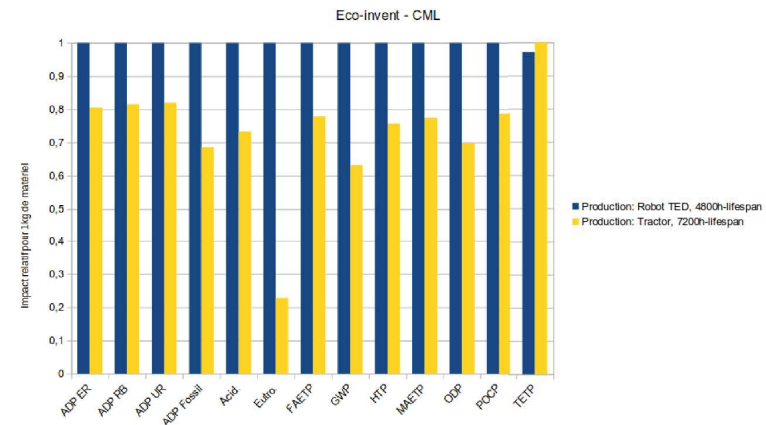
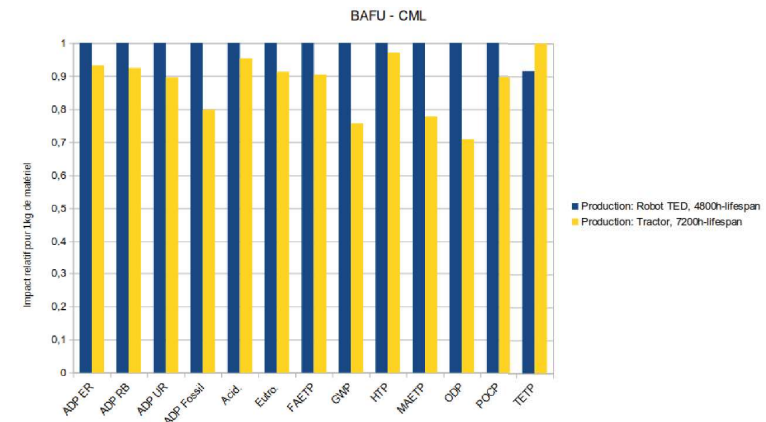
➤ Le modèle OAMIE :



➤ Modélisation ACV :

Première étape, inventaire du cycle de vie.

- Réalisation de l'inventaire -> Avoir les données constructeurs
- Prise en main de la base de données BAFU
- Création d'une base de données physiques.



➤ Simulation de la phase d'usage

- Simulation physique des composants robotiques
 - Analyse relative des différents composants sur l'ensemble du cycle de vie
 - Évaluation des consommations énergétiques
 - Évaluation de l'usure de la batterie
 - Obtenir des ordres de grandeurs.
 - ...

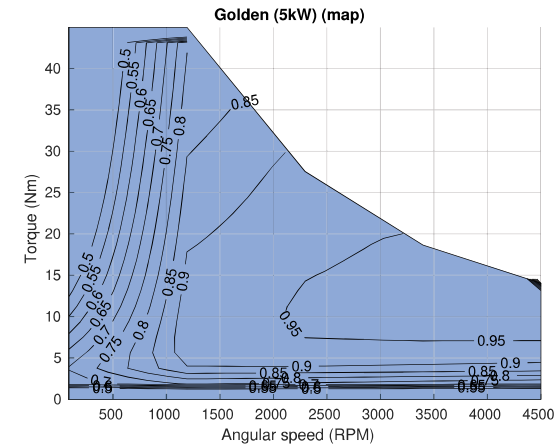


Fig. 6 : Carte de rendements moteurs

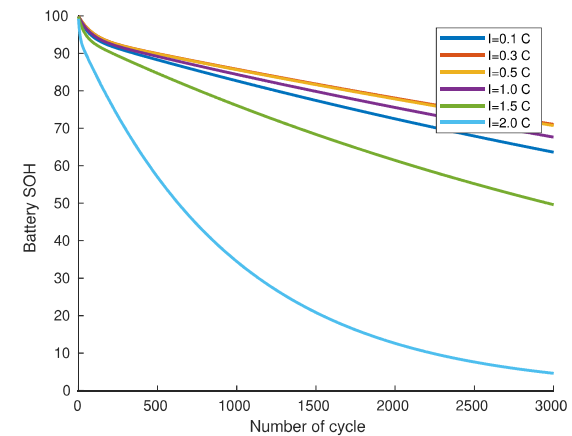


Fig. 7 : Durée de vie d'une batterie

➤ Validation expérimentale

- Validation des modèles (énergétique en particulier)
- Comparer et analyser les interactions avec le sol
- Détermination de profils de puissances réalistes
- Vérifier la versatilité des modèles
- Vérifier la faisabilité des scénarios



Vibroculteur

Semoir



Rouleau



Herse étrille



Bineuse

➤ Analyse des résultats et interprétations

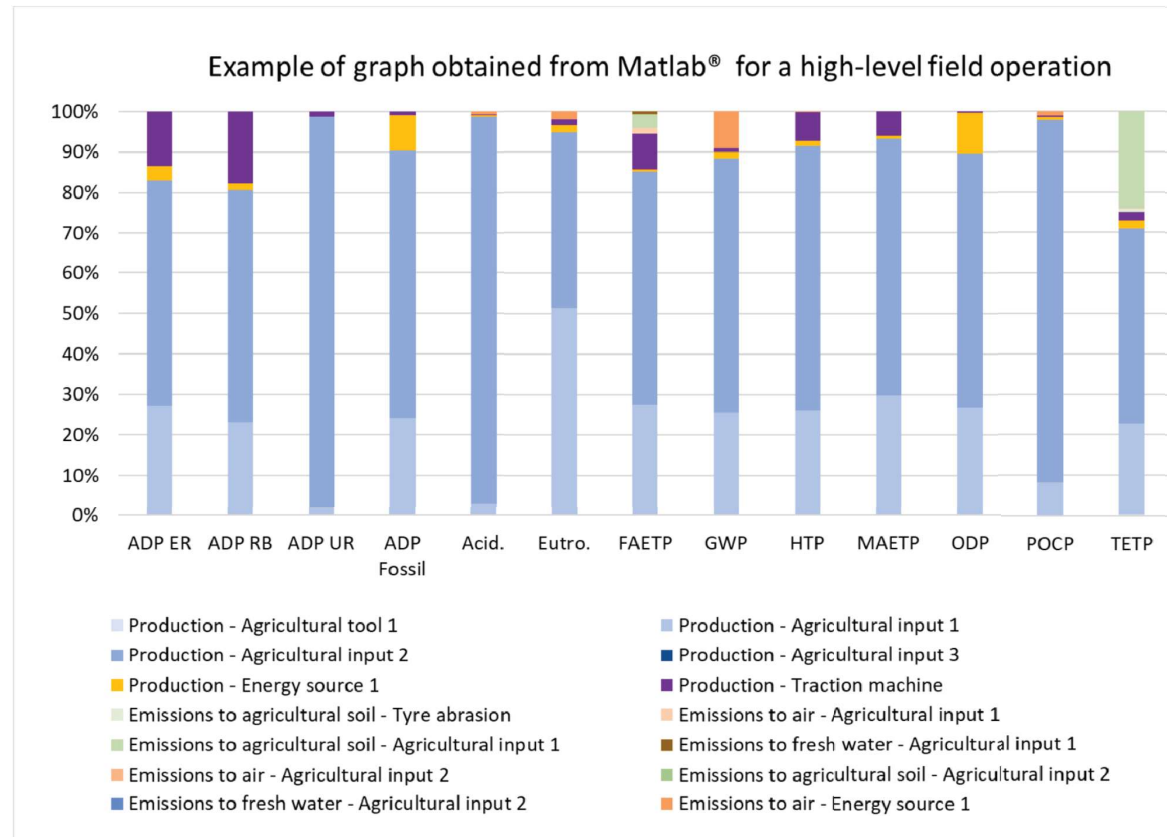


Fig. 8 : Exemple de résultats ACV : identification des composants les plus impactants.²

2. PRADEL, DAVID et GAUDIN, « O-AMIE : A tool combining systems engineering and life cycle assessment to eco-design agricultural practices and assess their environmental impacts ».

Guillaume Jeanneau

AP1 GdR robotique : Robotique et sobriété

21 Mai 2026

16 / 21

Perspectives

- 1 Introduction
- 2 Évaluation des impacts environnementaux : modèle, analyse et conception
- 3 Perspectives

Perspectives

- Enrichissement des modèles d'un outil permettant l'analyse de nouvelles pratiques agroécologiques utilisant la robotique.
- Permettre d'obtenir des métriques sur des outils et méthodes en ruptures avec les méthodes traditionnelles.
- Définition de scénarios et de référentiels utiles pour les agriculteurs et concepteurs d'agroéquipement.
- Écoconception de pratiques agroécologiques intégrant des outils robotiques.

Perspectives

Pour aller plus loin

- Sécurité : depuis la sécurité informatique à la sécurité physique
- Faisabilité pratique des nouvelles approches
- Utilisation de l'intelligence artificielle : nombreux coûts à prendre en compte
- Prise en compte de l'humain et des faisabilités démographiques.

Opportunités

- Permet l'évaluation d'outils plus simple techniquement.
- Très généralisable.

➤ Merci de votre attention !



➤ Références I

-  HAZARD, Laurent et al. « Agroécologie ». In : *Dictionnaire d'agroécologie* (2016).
-  PRADEL, Marilys, Romain DAVID et Fabien GAUDIN. « O-AMIE : A tool combining systems engineering and life cycle assessment to eco-design agricultural practices and assess their environmental impacts ». In : *Computers and Electronics in Agriculture* 227 (2024), p. 109558.