

# C3PO : Une ontologie pour la planification de cultures et les processus de production agricole

B. Darnala<sup>1,2</sup>, F. Amardeilh<sup>2</sup>, C. Roussey<sup>3</sup>, K. Todorov<sup>1</sup>, C. Jonquet<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> LIRMM, University of Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>2</sup> Elzeard, Villenave-d'Ornon, France

<sup>3</sup> MISTEA, University of Montpellier, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

21 mai 2024

## 1 Introduction

Le maraîchage est un métier complexe qui repose sur plusieurs facteurs comme les cycles de vie des cultures, la météo, ou les besoins commerciaux. Les maraîchers cherchent en partie à diversifier leurs types de production. Des études [1, 5] ont montré que la diversification à la fois spatiale et temporelle améliore la défense naturelle des plantes, prévient les risques relatifs au changement climatique et économique, et améliore la stabilité et la résilience des agroécosystèmes. Pour mener à bien cette diversification et faire les bons choix de planification, les maraîchers planifient leurs cultures en prenant en compte à la fois leurs connaissances agronomiques, mais aussi l'expérience de leurs précédentes cultures. Les maraîchers s'appuient aussi sur l'utilisation d'itinéraire technique de culture (ITK), c'est-à-dire les tâches à réaliser pour mener à bien une culture. Nous avons construit une ontologie appelée *Crop Planning and Production Process Ontology* [2]. Cette ontologie représente la planification maraîchère avec la disposition spatiale et temporelle des cultures, les ITKs et la connaissance sur les plantes nécessaires à l'agriculteur pour pouvoir planifier. Cette ontologie a servi de base à la construction d'un graphe de connaissance utilisé par plusieurs applications.

## 2 État de l'art

Plusieurs ontologies et graphes de connaissance existent pour formaliser les connaissances sur les plantes et sur l'agriculture. Certaines ressources décrivent une partie de la connaissance agronomique comme les graphes de connaissance TAXREF-LD [6] et NCBI taxonomy [4] pour la taxonomie botanique, French Crop Usage (FCU) [10] pour la représentation des familles d'usages agricoles et la Crop Ontology [1] pour la représentation des caractéristiques observables des cultures. D'autres ressources représentent les cultures sur les parcelles comme Agronomy Ontology [3] pour enregistrer les expériences et les observations et le modèle DEMETER [7] pour les cultures et les informations obtenus grâce à des capteurs. Chaque ressource a un point de vue particulier mais aucune ne permet de représenter les spécificités de la planification maraîchère. Cependant, plusieurs ressources ont été liées au graphe de connaissance issu de l'ontologie C3PO.

## 3 Méthodologie de construction d'une ontologie et d'un graphe de connaissance

L'ontologie et le graphe de connaissance ont été produits dans le cadre du développement de plusieurs applications métiers. Pour être en accord avec les processus de développement de ces applications, nous avons implémentés deux méthodologies agiles. La méthodologie LOT [9] décrivant les processus de construction d'une ontologie : la spécification des besoins, la conceptualisation, l'implémentation, la publication, la construction du graphe de connaissance et la maintenance. La phase de conceptualisation a été enrichie en suivant la méthodologie SAMOD [8] apportant un cadre pour la documentation des cas d'usages et des définitions dans un processus agile.

## 4 C3PO : Crop Planning and Production Process Ontology

C3PO est une ontologie composée de plusieurs sous-ontologies appelées modules : 6 modules de domaine pour la connaissance métier et 3 modules de support pour favoriser l'interopérabilité et la réutilisation.

Les modules de support sont les modules Time, Vocabulary et Parameter. Time étend la Time ontology pour représenter des intervalles relatifs de temps qui ne sont pas rattachés à une année spécifiquement, nécessaires pour représenter la connaissance sur les ITKs. Un exemple est un intervalle du 2 mai au 8 juin. Vocabulary est un thésaurus SKOS composés d'instances appartenant à des listes fermées comme les unités ou les types de climats. Parameter représente les paramètres numériques comme le poids ou le volume.

Les modules de domaines sont Plant, Plot, Crop Management, Supply, Admin, Sale. Le module Plant est une taxonomie des plantes basés sur le point de vue d'un maraîcher avec des informations agronomiques sur les plantes. Le module Plot représente la ferme et le découpage parcellaire. Le module Crop Management qui représente les ITKs à trois échelles : une échelle théorique pour le partage de connaissance, une échelle planifiée pour préparer ses productions et une échelle réalisée pour analyser et adapter ses futures

cultures. Le module Admin représente les personnes et les organisations. Le module Supply représente les intrants et les équipements agricoles. Enfin, le module Sale représente la vente et distribution des productions.

Un graphe de connaissance a été construit sur la base de cette ontologie et a été instancié à l'aide de plusieurs sources de données hétérogènes. La connaissance des plantes et des ITKs provient de données recueillies auprès d'experts du domaine. Les graphes de connaissance TAXREF-LD et FCU ont été liés manuellement aux instances du graphe de connaissance de C3PO. Une base de données des produits phytosanitaires a été transformée et ajoutée pour fournir la connaissance sur les intrants. Enfin, les données utilisateurs issues de plusieurs applications (Elzeard, Pépinière, Serre des Savoirs) ont été recueillies dans le graphe de connaissance.

L'ontologie C3PO a pour URL <http://www.elzeard.co/ontologies/c3po> et est actuellement publiée sur GitLab et AgroPortal<sup>1 2</sup>. Une sous-partie du graphe de connaissance contenant les données sur les plantes et les ITKs est accessible sur GitLab et à travers un endpoint SPARQL<sup>3 4</sup>. L'ontologie et cette sous-partie du graphe de connaissance sont distribuées sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International license (CC-BY 4.0).

## 5 Conclusion

La planification des cultures maraîchères est complexe et demande d'appréhender plusieurs types d'informations pour pouvoir prendre des décisions. Pour répondre à cette problématique, nous proposons l'ontologie C3PO et ses modules pour représenter les multiples domaines relatifs à la planification maraîchère. L'ontologie a servi de base à la construction d'un graphe de connaissance composé d'informations importantes pour aider les agriculteurs dans leurs prises décisions et le graphe recueille les données de plusieurs applications métiers (Elzeard, Pépinière, Serre des Savoirs).

## Remerciements

Nous reconnaissons le soutien de l'Office National de la Biodiversité avec la subvention MesclunDurab et de BPI avec le financement I-NOV. Ce travail a également été partiellement réalisé avec le soutien du projet Data to Knowledge in Agronomy and Biodiversity (D2KAB - [www.d2kab.org](http://www.d2kab.org)) qui a reçu un financement de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR-18-CE23-0017) et du projet "Partages de Connaissances" (PACON) du programme transversal MetaBio financé par l'INRAE. Nous remercions Kevin Morel (INRAE), Juliette Raphel (Elzeard) et Guillaume Turlier (Elzeard) pour leur aide en tant qu'experts du domaine et tous les contributeurs des projets MesclunDurab et D2KAB pour leurs commentaires constructifs.

## Références

- [1] E. Arnaud, L. Cooper, R. Shrestha, N. Menda, R.T. Nelson, L. Matteis, M. Skofic, R. Bastow, P. Jaiswal, L. Mueller, and G. McLaren. Towards a reference plant trait ontology for modeling knowledge of plant traits and phenotypes. *proceedings of the 4th Conference on Knowledge Engineering and Ontology Development, 4-7 October 2012, Spain*, 2012.
- [2] Baptiste Darnala, Florence Amardeilh, Catherine Roussey, Konstantin Todorov, and Clément Jonquet. C3po : a crop planning and production process ontology and knowledge graph. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 2023.
- [3] M. Devare, C. Aubert, M-A. Laporte, L. Valette, E. Arnaud, and P.L. Buttigieg. Data-driven agricultural research for development : A need for data harmonization via semantics. *Proceedings of the Joint International Conference on Biological Ontology and BioCreative, Corvallis, Oregon, United States, August 1-4, 2016.*, 2016.
- [4] Scott Federhen. The ncbi taxonomy database. *Nucleic acids research*, 40(D1) :D136–D143, 2012.
- [5] F. Isbell, P.R. Adler, N. Eisenhauer, D. Fornara, K. Kimmel, C. Kremen, D.K. Letourneau, M. Lieberman, H.W. Polley, S. Quijas, and M. Scherer-Lorenzen. Benefits of increasing plant diversity in sustainable agroecosystems. *J. Ecol.*, 105 :871–879, 2017.
- [6] F. Michel, O. Gargominy, S. Terceire, and C. Faron-Zucker. A model to represent nomenclatural and taxonomic information as linked data. application to the french taxonomic register, taxref. *Proceedings of ISWC 2017 Workshop on Semantics for Biodiversity (S4Biodiv 2017), Oct 2017, Vienna, Austria*, pages 1–12, 2017.
- [7] Raul Palma, Ioanna Roussaki, Till Döhmen, Rob Atkinson, Soumya Brahma, Christoph Lange, George Routis, Marcin Plociennik, and Szymon Mueller. Agricultural information model. In Dionysis D. Bochitis, Claus Grøn Sørensen, Spyros Fountas, Vasileios Moysiadis, and Panos M. Pardalos, editors, *Information and Communication Technologies for Agriculture—Theme III : Decision*, pages 3–36. Springer International Publishing, 2022.
- [8] Silvio Peroni. SAMOD : an agile methodology for the development of ontologies. page 1579911 Bytes, 2016. Artwork Size : 1579911 Bytes Publisher : figshare.
- [9] María Poveda-Villalón, Alba Fernández-Izquierdo, Mariano Fernández-López, and Raúl García-Castro. LOT : An industrial oriented ontology engineering framework. 111 :104755, 2022.
- [10] Catherine Roussey. Frenchcropusage : Thésaurus sur les cultures françaises. le thésaurus décrivant les cultures françaises par leur utilisation au format skos. *FAIRsharing.org*, 2018.

1. <https://gitlab.com/serre-des-savoirs/c3po>

2. <https://agroportal.lirmm.fr/ontologies/C3PO>

3. <https://gitlab.com/serre-des-savoirs/c3po-kb>

4. <https://graph.elzeard.co/sparql>