



**HAL**  
open science

# Représenter l'apprentissage humain dans des problèmes ouverts

Axel Palaude, Chloé Mercier, Margarida Romero

► **To cite this version:**

Axel Palaude, Chloé Mercier, Margarida Romero. Représenter l'apprentissage humain dans des problèmes ouverts. Dataquitaine 2023 - IA, Recherche Opérationnelle & Data Science, Kedge Business School Bordeaux, Mar 2023, Bordeaux, France. hal-04028721

**HAL Id: hal-04028721**

**<https://inria.hal.science/hal-04028721v1>**

Submitted on 14 Mar 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# Représenter l'apprentissage humain dans des problèmes ouverts

Palaude, Axel, axel.palaude[at]inria.fr , Mnemosyne (centre Inria de l'Université de Bordeaux, LaBRI, IMN), Bordeaux

Mercier, Chloé, chloe.mercier[at]inria.fr, Mnemosyne (centre Inria de l'Université de Bordeaux, LaBRI, IMN), Bordeaux

Romero, Margarida margarida.romero[at]univ-cotedazur.fr, LINE, Bordeaux et Université Côte d'Azur, Nice

Thématique : Analyse des données

*Résumé : La résolution de problèmes ouverts est un défi complexe quant à son analyse au niveau de l'apprentissage humain, car le caractère ouvert multiplie d'une part les actions possibles du point de vue de l'apprenant, et d'autre part les observables à tenir compte du point de vue de l'observateur. Collecter et analyser ce genre de données à l'aune de techniques d'intelligence artificielle permet d'explorer ce cadre en essayant d'extraire des observations des comportements généraux ou des représentations réduites de l'apprentissage.*

*Mots clés : résolution de problèmes, problème ouvert, clustering de séquences, modèles de Markov cachés, stratégies*

## 1. Introduction

L'étude de la résolution de problèmes se confronte à la difficulté de la diversité de tâches de ce type de problèmes. Pour les problèmes bien définis comme la Tour de Hanoi, il est possible de modéliser les étapes de la résolution du problème sous forme d'algorithme. Cependant, les problèmes de la vie réelle (Real-World Problem Solving, Okuda et al. 2016; Nagel, 1996) présentent un défi de modélisation supérieur. Dans l'étude de la résolution créative de problèmes, CreaCube (Romero et al., 2019) est une tâche qui met le sujet face à un problème volontairement mal défini de par l'ambiguïté de la consigne et la diversité des solutions possibles. A travers cette tâche, l'apprenant participe à une activité avec presque aucune information sur l'objectif final, et doit donc faire preuve de compétences en matière de créativité et de résolution de problème complexe, en interagissant concrètement avec les objets de la tâche (des cubes électroniques). La découverte d'informations nouvelles par le sujet permet la construction d'une représentation interne pour résoudre le problème. Cette représentation est construite à partir de connaissances préalables et actualisée à la suite des interactions réalisées lors du processus de résolution du problème.

Un des objectifs est d'analyser la représentation de ces stratégies et des comportements mis en œuvre par le sujet lors de l'activité. C'est cet objectif qui est détaillé ici.

## 2. Méthodologie

L'étude vise à analyser des séquences de résolution d'un problème complexe. Une exécution de la tâche par un apprenant-sujet est appelée une séquence. Celle-ci est représentée à travers des points d'intérêts – nommés observables – étiquetés par un observateur extérieur à partir de la capture vidéo de la résolution de la tâche. Ces étiquettes intègrent quelle observable est visible, et le point temporel dans la séquence où celle-ci a été observée.

Nous faisons l'hypothèse que les sujets utilisent différentes stratégies qu'ils appliquent sur la séquence de résolution complète ou sur des sous-parties de la séquence. Nous utilisons deux méthodes afin de chercher des comportements récurrents :

Une première méthode est basée sur un modèle de Markov caché simulant un processus markovien (c'est-à-dire un automate à état avec des probabilités sur les transitions) dont tout ou partie des états sont cachés, mais qui ont pour conséquence l'émission d'observables (Griffith et al., 2021). On approxime donc la résolution de CreaCube par un modèle de Markov caché, en plongeant le graphe des observables dans un espace de dimension réduite afin pouvoir traiter les données. Certains états cachés pourraient être des états décisionnels quant à l'adoption d'une stratégie ou des comportements.

Une deuxième méthode est basée sur le clustering de trajectoires. On représente une séquence comme une trajectoire dans un espace à grande dimension. Différents critères de similarité entre ces paires de séquences peuvent être déterminés grâce à la définition de distances d'édition entre les événements dans l'espace de ces trajectoires, ici du Dynamic Time Warping. Il est alors possible d'utiliser un algorithme de clustering pour créer des groupes de séquences pouvant représenter des comportements ou des stratégies-type similaires (Petitjean et al., 2011).

### 3. Originalité / perspective

L'analyse de comportements à l'aune de techniques d'intelligence artificielle propose une extension des possibilités offertes à l'analyse de l'apprentissage en proposant des techniques de classification qui ne se limite pas aux résultats *a posteriori* mais peut également prendre en compte les processus d'apprentissage pendant une tâche, ce qui est important dans le cadre d'activités comme les problèmes ouverts où le processus est plus important que le résultat.

L'analyse de nos données étant basée sur des séquences basées sur des événements étiquetés manuellement à partir des vidéos (Romero et al, 2022), des travaux futurs pourront multiplier les éléments d'analyse comme la prise en compte de la prise en main des cubes par le sujet grâce à des techniques d'analyse d'image. Outre l'extension de notre corpus (actuellement limité à des enfants entre 8 et 12 ans), des travaux futurs pourront également concerner l'extension de l'utilisation de ces méthodes à d'autres activités non nécessairement limitées à des problèmes ouverts. Enfin, les résultats qui seront obtenus lors de nos analyses devront être confirmés ou infirmés par des expériences ultérieures.

### Références

Nagel, N. G. (1996). *Learning through Real-World Problem Solving: The Power of Integrative Teaching*. Corwin Press.

Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational assessment*, 9(1), 45-53.

Romero, M., Viéville, T., & Heiser, L. (2022). Analyse d'activités d'apprentissage médiatisées en robotique pédagogique. Dans Alberio, B., Thievenaz, J. (Eds). *Traité de méthodologie de la recherche en Sciences de l'Éducation et de la Formation*.

Griffith, A. E., Katuka, G. A., Wiggins, J. B., Boyer, K. E., Freeman, J., Magerko, B., & McKlin, T. (2021). Discovering Co-creative Dialogue States During Collaborative Learning. In I. Roll, D. McNamara, S. Sosnovsky, R. Luckin, & V. Dimitrova (Eds.), *Artificial Intelligence in Education* (pp. 165–177). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-78292-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-78292-4_14)[https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_37)

Petitjean, F., Ketterlin, A., & Gançarski, P. (2011). A global averaging method for dynamic time warping, with applications to clustering. *Pattern Recognition*, *44*(3), 678–693. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2010.09.013>

Romero, M., David, D., & Lille, B. (2019). CreaCube, a Playful Activity with Modular Robotics. In M. Gentile, M. Allegra, & H. Söbke (Eds.), *Games and Learning Alliance* (Vol. 11385, pp. 397–405). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7\\_37](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_37)

**Remerciements** : à Frédéric Alexandre et Thierry Viéville pour leur participation au projet AIDE avec nous, leur relecture et leur collaboration à certaines des idées proposées ici.