Mem'Onto: Une formalisation ontologique pour les concepts, théories et modèles de la mémoire en psychologie

Soline Felice[1], Frank Arnould[2], Cassia Trojahn[3]

[1] Univ Toulouse, UT2J, Toulouse INP, CNRS, IRIT, Toulouse, France
[2] Institut de l'Information Scientifique et Technique, INIST, Vandœuvre-lès-Nancy, France
[3] Univ. Grenoble Alpes, INRIA, CNRS, Grenoble INP, France

soline.felice@irit.fr, frank.arnould@inist.fr, cassia.trojahn-dos-santos@univ-grenoble-alpes.fr

Résumé

Depuis l'Antiquité, la mémoire fait l'objet de réflexions successives en philosophie, puis en psychologie, en neurosciences, en histoire ou encore en sociologie. Malgré cette longue tradition d'étude, les échanges autour de la mémoire et des notions qui lui sont liées demeurent souvent traversés par des divergences conceptuelles et des malentendus. De plus, les concepts de la mémoire ne prennent pleinement sens qu'au sein des modèles et des cadres théoriques qui les structurent. C'est dans ce contexte qu'a été développé Mem'Onto, une formalisation ontologique à plusieurs niveaux d'abstraction, destinée à clarifier les usages conceptuels. Son objectif est de faciliter la communication, aussi bien entre spécialistes d'un même champ qu'entre experts issus de disciplines différentes, autour des concepts, théories et modèles de la mémoire. La psychologie de la mémoire constitue une première validation du dispositif, avant son extension à d'autres domaines.

Mots-clés

mémoire, ontologie, théorie psychologique, modèles

Abstract

Since ancient times, memory has been the subject of successive reflections in philosophy, then in psychology, neuroscience, history, and sociology. Despite this long tradition of study, discussions about memory and related concepts are often marred by conceptual differences and misunderstandings. Furthermore, concepts of memory only take on their full meaning within the models and theoretical frameworks that structure them. It is in this context that Mem'Onto was developed, an ontological formalization with several levels of abstraction, intended to clarify conceptual uses. Its objective is to facilitate communication, both between specialists in the same field and between experts from different disciplines, around the concepts, theories, and models of memory. The psychology of memory constitutes an initial validation of the system, before its extension to other fields.

Keywords

memory, psychological theory, ontology, models

1 Introduction

Depuis l'Antiquité, la mémoire constitue un objet de réflexion dont l'étude s'inscrit dans un long héritage intellectuel. D'abord interrogée par des philosophes [20, 23], elle a progressivement gagné le champ de l'investigation scientifique. À partir de la fin du XIXe siècle et du début du XXe siècle, elle suscite ainsi un intérêt croissant de la part des psychologues et des neuroscientifiques [29, 28, 19], mais aussi des historiens ou encore des sociologues, pour n'en citer que quelques-uns. La recherche sur la mémoire, tant chez l'homme que chez l'animal, est aujourd'hui un domaine d'étude particulièrement dynamique.

La mémoire est la capacité des êtres humains à acquérir des connaissances sur le monde, à se souvenir de leurs expériences personnelles et à imaginer des événements futurs [22]. Elle leur permet également d'acquérir et de mettre en œuvre des compétences cognitives et motrices. Elles participent au développement de leur identité personnelle, leur permettent de partager des souvenirs collectifs et influencent leurs relations interpersonnelles.

Le domaine de la mémoire, en particulier en psychologie, est encore confronté à des difficultés conceptuelles et terminologiques. Un même terme peut ainsi désigner plusieurs concepts distincts. Prenons l'exemple du mot "mémoire". Il peut renvoyer à une capacité (« avoir une bonne mémoire des visages »), à un processus (« répéter mentalement un numéro de téléphone jusqu'au moment de le composer ») ou encore à une représentation du passé (« le souvenir d'avoir rencontré le jour précédent un ancien collègue à la gare »). Ce type de problème peut entraîner une erreur qui consiste à croire que l'on parle de la même chose simplement parce que l'on utilise le même terme (jingle fallacy [21]). Des termes différents peuvent aussi désigner un même concept. C'est le cas pour faux souvenir, fausse mémoire, distorsion mnésique et illusion mnésique. Ce type de problème peut provoquer une erreur consistant à croire que des concepts sont différents parce qu'ils portent des noms différents, alors qu'ils désignent la même chose (jangle fallacy [21]). À cela s'ajoute l'absence de consensus sur la définition de nombreux concepts du domaine.

Ces difficultés entravent non seulement la communication

entre spécialistes d'un même champ disciplinaire, mais aussi les échanges avec des experts d'autres disciplines et le travail de terrain, où la mémoire joue un rôle crucial (diagnostic et traitement des troubles de la mémoire, témoignages oculaires, apprentissages scolaires, etc.). Elles perturbent également le progrès de la recherche dans le domaine. Par exemple, il est difficile d'évaluer les avantages de l'entraînement de la mémoire de travail lorsqu'il n'existe pas de définition consensuelle de celle-ci parmi les experts en psychologie. De la même manière, transférer les résultats de recherche sur la mémoire de travail chez le rongeur à l'homme pose problème si ce concept n'est pas défini de la même manière en fonction de la population d'étude.

Malgré des efforts récents de clarification, les concepts fondamentaux de la mémoire manquent encore de formalisation. Qui plus est, ils prennent souvent leur sens au sein des modèles et des théories qui les structurent. Ces discours scientifiques portent soit sur la mémoire en général, soit sur l'un de ses aspects (par exemple, la mémoire de travail, la consolidation des souvenirs avec le temps ou l'organisation des connaissances en mémoire sémantique).

Ces constats suggèrent que les chercheurs, tout comme les étudiants, bénéficieraient grandement de l'existence d'un référentiel formalisé et explicite rassemblant les concepts, théories et modèles de la mémoire. Dans cette perspective, la modélisation ontologique apparaît comme une approche particulièrement adaptée pour répondre à cet objectif.

Une première approche proposant une modélisation des concepts de mémoire sous la forme d'une ontologie est CoTOn [27], une ontologie des théories en cognition. Cette ontologie vise à représenter les théories dans le domaine des neurosciences cognitives en s'appuyant dans un premier temps sur les théories et modèles décrivant la mémoire de travail. Cette spécialisation implique des besoins de représentation orientés vers les expérimentations, et ne couvre pas d'autres aspects centraux de la mémoire tels que les notions de processus, de représentations ou de phénoménologie, par exemple.

Cet article présente Mem'Onto, une Ontologie de la Mémoire qui couvre différentes théories mnésiques et leurs concepts en psychologie cognitive. Elle fournit une première représentation qui généralise CoTOn afin de pouvoir représenter d'autres concepts que ceux de la mémoire de travail. Mem'Onto s'est appuyée sur le modèle SPI de Tulving [31] (Mem'Onto V1) pour, une fois validée, être augmentée à 9 autres théories de la mémoire rassemblant divers éléments centraux de la mémoire. Parmi eux, les systèmes de mémoire (par exemple, la mémoire épisodique, la mémoire à long-terme), les processus mnésiques (par exemple, l'encodage, la sémantisation), les différents types de consciences (par exemple, la conscience anoétique, la conscience autonoétique) ou bien les phénomènes (par exemple, les faux souvenirs, la recollection fantôme). Cette ontologie permet également de représenter différents types de théories de la mémoire (orientées systèmes et orientées processus) en prenant les exemples du modèle MNESIS [13] et de la théorie des traces floues (FTT) [8]. Mem'Onto est une ontologie structurée en quatre niveaux, décrits en détail dans l'article [14]. Ce travail propose une extension des niveaux ontologiques spécialisés appliqués au domaine de la mémoire. Cette ontologie n'a pas vocation à couvrir l'ensemble du champ de la psychologie, mais se concentre spécifiquement sur l'un de ses aspects : la mémoire.

L'article est organisé comme suit. §2 discute des principaux travaux liés à la mémoire. La méthodologie de construction de l'ontologie est présentée dans la §3 et l'ontologie elle même est introduite en §4. L'implémentation de l'ontologie ainsi que son évaluation sont présentés dans les §5 et §6, respectivement. Finalement, §7 conclut l'article et discute les principales directions pour les travaux futurs.

2 Travaux liés

Cette section présente les principaux travaux liés à la représentation de la mémoire, à partir de différents niveaux de représentation et disciplines. Le tableau 1 résume ces travaux.

Le Cognitive Atlas [25, 24] est un projet collaboratif visant à développer une base de connaissances qui reflète les points de vue actuels dans le domaine des sciences cognitives. Cette base de connaissances contient notamment des « concepts » (915 entrées) et des « tâches » (853 entrées) qui peuvent être reliés entre eux par des relations `fait partie de` et `est un type de` (et leurs inverses) associées à une définition adoptée par la communauté des neurosciences cognitives. Parmi les concepts liés à la mémoire, on trouve par exemple la **mémoire de travail**, la **récupération** ou la **mémoire primaire**. Une ressource terminologique qui s'intéresse de près à la mémoire est le Thésaurus en psychologie cognitive de la mémoire humaine (CogMemo)[2]. Il s'agit d'une ressource terminologique bilingue (français-anglais) couvrant les concepts issus de la recherche cognitive sur la mémoire humaine (systèmes et processus mnésiques, effets empiriques, troubles de la mémoire, méthodes d'étude et mesures, théories et modèles). Ce thésaurus contient 1 459 concepts (par exemple, **théorie causale de la mémoire**, **mémoire sémantique**, **hippocampe**) organisés sous forme de relations hiérarchiques (termes génériques et spécifiques), d'équivalence (synonymes) et d'association, dont la plupart sont accompagnés d'une définition et de références bibliographiques. Les propriétés suivantes spécifiant les relations sémantiques sont incluses : `est un outil de diagnostic de`, `est un trouble de`, `est une mesure de`, `est une méthode d'étude de`, `est un modèle de`, `est une théorie de` et `est un composant de`, ainsi que leurs relations inverses. CogMemo est un thésaurus au format SKOS, ce qui le rend peu expressif et limité pour du raisonnement automatique.

La Mental Functionning Ontology [9] est une ontologie de domaine qui examine la représentation ontologique de la mémoire, dédiée à la documentation des maladies mentales et fondée sur BFO (Basic Formal Ontology). Cette ontologie s'articule autour de 418 classes. Cette ontologie considère les souvenirs comme une **disposition mentale**, elle-

même un sous-concept de la **disposition corporelle** réalisée dans un **processus mental**. Il s'agit d'une représentation procédurale et axée sur la maladie, qui s'écarte de notre représentation de la mémoire.
D'autre part, l'ontologie BCIO (Behaviour Change Intervention Ontology) [33] vise à fournir un cadre conceptuel commun dans le domaine des sciences comportementales et s'appuie également sur BFO. Cette ontologie contient plus de 1 000 entités avec quelques concepts liés à la mémoire, tels que la **mémoire associative**, la **mémoire iconique** ou la **mémoire procédurale**. Ces sous-concepts mnésiques héritent du concept de **processus mnésique**, lui-même considéré comme un **processus mental**.
Certaines ontologies considèrent le concept de mémoire d'un point de vue comportemental. L'ontologie neurocomportementale (NBO) [34] représente les processus comportementaux et les phénotypes. Son ontologie fondamentale est la BFO, et elle est composée de plus de 4 548 concepts. Une ontologie plus orientée vers l'expérimentation est CogPo [32], qui représente les paradigmes cognitifs expérimentaux dans le domaine de la neuroimagerie fonctionnelle. Elle le fait en représentant les conditions des paradigmes comportementaux expérimentaux et en les comparant entre elles. L'ontologie des paradigmes cognitifs est un ensemble de 199 concepts, contenant une dizaine de concepts utilisés pour décrire la mémoire, tels que **encodage**, **point de fixation** ou bien **paradigme du rappel épisodique**.
Finalement, CoTOn [27] est une ontologie représentant les théories de la mémoire de travail dans le domaine des neurosciences cognitives. Y sont modélisées des connaissances objectivables sur les entités observables ainsi que leur cadre expérimental, les conceptualisations dépendantes de leur théorie et les concepts cognitifs latents sous-jacents ainsi que leurs termes linguistiques employés par une communauté spécifique. Elle est fondée sur UFO [18] (Unified Foundational Ontology) et couvre divers modèles de mémoire de travail. Cette ontologie opérationnelle contient 7 concepts parmi les 15 concepts présents dans leur modèle de référence, tous conçus avec la mémoire comme concept central. Elle comprend également 1 712 instances issues du Cognitive Atlas (en considérant les concepts du Cognitive Atlas comme des instances étant un choix de modélisation de leur part), ainsi que quelques concepts et leurs définitions, tels que **Théorie**, **Concept cognitif**, **Tâche**, **Condition** et **Indicateur**, qui sont validés par la communauté des neurosciences cognitives.
En résumé, ces ressources portent toutes une orientation ciblée sur le domaine qu'elles couvrent (sciences comportementales, neuro-imagerie, santé, etc.). Elles intègrent des concepts et théories liés à la mémoire mais soit elles ne couvrent qu'un aspect de cette thématique (comme CoTOn avec la mémoire de travail), soit elles manquent d'expressivité (comme CogMemo étant un thésaurus). Notre travail s'appuie partiellement sur l'ontologie CoTOn comme cadre de référence en empruntant une partie de leurs concepts généraux (par exemple **Théorie**, **Auteur** ou **Concept**) afin de réutiliser au maximum les concepts existants en suivant les approches recommandées par le W3C.

3 Méthodologie

La méthodologie de construction de l'ontologie est composée de 3 étapes : (1) l'étude préalable du domaine, des besoins et des ressources ontologiques existantes, (2) la création d'une ontologie adaptée de CoTOn en s'appuyant sur le modèle SPI ; et (3) l'évaluation de la modélisation et l'augmentation à d'autres théories. La phase de conceptualisation a été enrichie en suivant la méthodologie NeOn [17] apportant un cadre pour la réutilisation de ressources existantes dans un processus incrémental.

3.1 Étude du domaine

Une première étape d'analyse de l'état de l'art sur les ressources existantes intégrant des concepts liés à la mémoire est nécessaire. Par la suite, nous avons réutilisé l'ontologie CoTOn [27] en suivant les scénarios recommandés par la méthodologie d'ingénierie NeOn [17].

3.2 Conception de l'ontologie

S'ensuit une étape d'extraction manuelle des concepts mnésiques en s'appuyant sur un article majeur et largement repris du domaine ([31] dans notre cas). En parallèle, les relations entre concepts et leurs propriétés sont également extraites afin de représenter au plus proche la théorie représentée. Concernant la contribution des experts, après avoir identifié les concepts clés, nous échangeons avec un expert en théories et modèles de la mémoire – ayant accepté de collaborer avec nous de manière itérative – afin d'apporter les ajustements nécessaires et valider notre représentation. Après avoir identifié les concepts principaux, une discussion et validation par notre expert a lieu afin d'effectuer les ajustements nécessaires. À l'issue du processus de validation, le modèle est implémenté dans Protégé. Ces concepts liés à la mémoire ont constitué un niveau ontologique spécifique au domaine qui a pu se connecter avec l'ontologie de niveau intermédiaire issue de CoTOn.

3.3 Augmentation de l'ontologie

Suite à la modélisation et à l'implémentation d'une première version de Mem'Onto, nous avons diffusé en ligne un questionnaire en anglais et en français à destination des experts et en particulier des experts du GDR Mémoire. [1] Ce questionnaire a pour but de récolter les usages en termes de modèles et théories de la mémoire. Nous avons pu exploiter ces retours en intégrant dans Mem'Onto les théories les plus employées par les experts [2].

4 Mem'Onto : Une Ontologie de la Mémoire

Dans cette section, nous présenterons Mem'Onto, une ontologie à plusieurs niveaux représentant des théories en psychologie de la mémoire humaine. Cette ontologie s'appuie

1. Le questionnaire à l'intention des experts : https ://tinyurl.com/etudeonto
2. Le lien du site du GDR Mémoire : https ://gdrmemoire.com/

	Domaine	No. Concepts	Ressource spécialisée sur la Mémoire	Reference
Cognitive Atlas	Sciences Cognitives	915	Non	[25][24]
CogMemo	Psychologie Cognitive	1459	Oui	[2][1]
MF	Santé Mentale	418	Non	[9]
BCIO	Changements Comportementaux	+ de 1000	Non	[33]
CogPO	Paradigmes Expérimentaux en Cognition	199	Non	[32]
NBO	Phénotypes Comportementaux	4548	Non	[34]
CoTOn	Cognition	7	Oui	[27]

TABLE 1 – Aperçu des ressources existantes concernant la représentation des concepts liés à la mémoire.

sur CoTOn en la modifiant et l'entendant en fonction des besoins guidés par un use-case : le modèle SPI (Serial, Parallel, Independent) de la mémoire de Tulving. Cette implémentation a souligné le besoin de modéliser plusieurs niveaux conceptuels et modulaires au sein de notre ontologie. Cet apport constitue une première version de l'ontologie que nous avons étendue à 9 autres théories de la mémoire.

4.1 Mem'Onto V1

La première version de Mem'Onto est structurée en quatre niveaux : (1) les concepts issus de notre ontologie fondationnelle (c'est-à-dire l'UFO), (2) l'ontologie intermédiaire (c'est-à-dire une adaptation du CoTOn), (3) l'ontologie de domaine et (4) le niveau des instances[14]. Cette version a été développée en fonction des besoins représentationnels du Modèle SPI. Dans les sections suivantes, nous développerons la deuxième version de Mem'Onto avec notamment l'identification des objectifs, deux exemples de théorie et modèles ainsi que les spécificités de cette deuxième version.

4.2 Identification des objectifs

L'ontologie présentée ici est adaptée de l'ontologie des théories cognitives (CoTOn) comme représentation initiale des concepts de la mémoire. Comme indiqué dans la section 2, CoTOn vise à représenter les connaissances objectivables sur les entités observables d'un cadre expérimental, puis à les utiliser pour annoter des ensembles de données neurocognitives avec des métadonnées spécifiques au domaine. Pour ce faire, elle se concentre sur la représentation des concepts cognitifs, des termes linguistiques couramment utilisés et des mesures objectivables. Avec la mémoire de travail comme cas d'utilisation, cette représentation ne couvre pas certains aspects importants de la mémoire, tels que les notions de "processus", nécessaires à la modélisation du modèle SPI de Tulving, ni de "conscience", de "moi" ou de "phénoménologie" par exemple, présents dans les théories de la mémoire implémentées par la suite.
CoTOn modélise ontologiquement cinq modèles de la mémoire de travail où sont considérés comme des instances de l'ontologie, tant les modèles 2 eux-mêmes que leurs composants. Dans notre travail, nous considérons les instances comme la manifestation concrète d'un concept donné (par exemple, la mémoire procédurale est modélisée comme un concept et une de ses instances pourrait être la mémoire procédurale d'un patient évaluée par une batterie de tests neuropsychologiques). Pour définir la portée de notre travail, nous avons rédigé 5 questions de compétences, leurs requêtes SPARQL respectives et les réponses obtenues afin de représenter ontologiquement le modèle SPI de Tulving.

4.3 Mem'Onto V2

La première version de Mem'Onto [14] reposait sur une modélisation adaptée de CoTOn et s'est appuyée sur le modèle SPI de Tulving de 1995 afin de déterminer les ajustements nécessaires au développement d'une ontologie sur les théories de la mémoire. Cette preuve de concept a ensuite été approfondie avec neuf autres théories. Cinq de ces théories ou modèles étaient les théories de la mémoire de travail présentes dans CoTOn que nous avons modélisées conceptuellement afin de les intégrer dans notre ontologie (i.e. le Early Decomposition Model [26], le Embedded-Processes Model [11], le Late Decomposition Model [16], le Modal Model [5] et le Multicomponent Model [6]). Les cinq autres théories ou modèles sont des théories que les chercheurs utilisent selon les réponses au questionnaire que nous leur avons fait remplir (incluant le modèle SPI de Tulving, i.e. le Autobiographical Memory Model [10], la Fuzzy-Trace Theory [8], le MNESIS Model [13], le TBRS Model [7] et le SPI Model [31]). Pour chacun de ces travaux, nous avons gardé l'acception employée par leurs créateurs, soit "Modèle" soit "Théorie" 2. Il est récurrent que ces formes renvoient au même concept (par exemple la théorie des niveaux de traitement et modèle des niveaux de traitement), nous avons donc choisis explicitement de conserver l'usage des concepts par les chercheurs sans intervention de notre part.

Afin d'expliciter les besoins en matière de représentation, un ensemble de questions relatives aux compétences a été défini (les concepts sont en gras, les instances en italique et les relations en caractères d'imprimerie) :

— **CQ1** : Quelles sont les **Théories** `présentent` dans Mem'Onto ?
— **CQ2** : Dans quelles **Théories** se `trouve` le

Entité	Définition	Exemple
Auteur	Le créateur d'une théorie. [27]	E. Tulving
Théorie	Un ensemble de principes et de lois qui explique ou prédit des phénomènes. adapté de [4]	Fuzzy Trace Theory
Modèle	Représentation graphique, verbale ou computationnelle d'un concept ou d'un processus utilisée à des fins d'investigation ou de démonstration. adapté de [4]	Modèle SPI
Concept	Représentation mentale codant les attributs de classes, de processus ou de relations réels ou imaginaires. [12]	Mémoire de Travail
Terme Linguistique	Désignation familière utilisée au sein de la communauté scientifique pour faire référence à des concepts. [27]	Mémoire de Travail@fr
Processus	Entité qui se déroule dans le temps et dépend d'au moins une entité matérielle. [3]	Encodage

TABLE 2 – Définitions et exemples de classes dans l'ontologie de niveau intermédiaire mise en œuvre dans l'ontologie opérationnelle.

concept de **Mémoire Épisodique** ?

— **CQ3** : À quels concepts le **Processus** de **Sémantisation** est-il `associé` selon le **Modèle MNESIS** ?

— **CQ4** : Quels concepts les **Traces Gists** `favorisent` l'apparition selon la **Théorie des Traces Floues** ?

— **CQ5** : Quelles sont les `sous-classes` du **Moi** (Self) selon la **Théorie de la Mémoire Autobiographique** ?

4.4 Une ontologie pour représenter différents types de théories

Au sein des sciences s'intéressant à la mémoire, des divergences structurelles subsistent entre les types de théories de la mémoire. De nombreux débats sont encore actuels (l'existence ou non d'une trace mnésique, d'un lien causal entre représentation mentale et événement vécu, etc.), nous avons traité au sein de Mem'Onto les représentations coexistant des théories orientées systèmes et celles orientées processus (aussi appelées approches structurelles et approches fonctionnelles respectivement [15]). Les théories orientées systèmes soutiennent l'existence de systèmes où les informations seraient encodées, stockées et récupérées, et où ces informations circuleraient d'un système à l'autre, dépendamment des théories. En outre, les théories orientées processus (dites aussi fonctionnelles) soutiennent que la mémoire est constituée de mécanismes et d'opérations cognitives plutôt que de systèmes de stockage entre lesquels circuleraient des informations. Dans cette section, nous vous présentons deux exemples de théorie de la mémoire, le modèle MNESIS orienté systèmes et la théorie des traces floues orientée processus.

La Théorie des Traces Floues

La **Théorie des Traces Floues** a pour **Auteur** *Reyna* et *Brainerd*. Nous avons structuré les concepts propres à la FTT selon quatre **Concepts** majeurs : les **Représentations Mentales**, la **Phenomenologie**, les **Phenomènes** et les **Processus de Mémoire**.

1. Représentation Mentale. La **Théorie des Traces Floues** (FTT) présuppose l'existence de deux types de **Représentation Mnésique** (sous-concept de **Représentation Mentale**) : les **Traces Verbatim** (représentation littérale détaillée d'un événement) et les **Traces Gist** (représentations thématiques des caractéristiques d'un événement). Les **Traces Verbatim** `suppriment` (élimination de la manifestation d'un phénomène par un concept) les **Faux-Souvenirs** et sont `expérimentées` (de quelle manière un concept est vécu) avec de la **Recollection**. Les **Traces Gist** quant à elles sont `expérimentées` avec un sentiment de **Familiarité** et `favorisent` (un concept augmentant les chances d'apparition d'un phénomène) les **Faux-Souvenirs** et la **Recollection Fantôme**. La **Recollection**[3] est un type de **Phenomenologie** où le souvenir est accompagné de la récupération d'éléments spécifiques au contexte de son acquisition, tandis que le sentiment de **Familiarité**[4] permet de décrire les souvenirs sans avoir accès au contexte de mémorisation.

2. Phenoménologie. Les sous-concepts de la **Phenoménologie** sont la **Familiarité** et la **Recollection**, liées aux **Traces Gist** et aux **Traces Verbatim** respectivement.

3. Phenomène. Deux **Phénomènes** proposés par la **FTT** sont représentés dans Mem'Onto : la **Recollection Fantôme** et les **Faux-Souvenirs**. La **Recollection Fantôme**[5] est un phénomène de remémoration illusoire mais vivace, s'appuyant sur la reconstruction des **Traces Gist** imitant la récupération basée sur des **Traces Verbatim** [2, 30]. Un **Faux-Souvenir** désigne un souvenir erroné

3. URI de la Recollection dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-XBK7Q5XL-7

4. URI de la Familiarité dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-TLSBWWJV-B

5. URI de la Recollection Fantôme dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-SNGHWJPG-V

qu'une personne tient pour vrai [2].

4. Processus de Mémoire. Les trois **Processus de Mémoire** présents dans la **FTT** sont le **Jugement d'Identité**, le **Jugement de Similarité** et le **Rejet de la Recollection**. Le **Jugement d'Identité** et le **Rejet de la Recollection** sont tous les deux `associés` (terme utilisé par les créateurs de modèles et théories servant à relier deux concepts) aux **Traces Verbatim**, le **Jugement de Similarité** étant `associés` aux **Traces Gist**.

Le Modèle MNESIS

Le **Modèle MNESIS** a pour **Auteur** *Eustache* et *Desgranges*. Les entités conceptuelles spécifiques au **Modèle** sont structurées sous trois **Concepts** majeurs : la **Conscience**, les **Systèmes de Mémoire Cognitifs** et les **Processus de Mémoire**. Dans la Figure 2, certaines propriétés ne sont pas représentées (tel que `defines` ou `isRevisedIn` pour des raisons de lisibilité.

1. Conscience. Le **Modèle MNESIS** considère trois types de **Conscience** : la **Conscience Noétique**, la **Conscience Anoétique** et la **Conscience Autonoétique**. Selon [1], la **Conscience Noétique**[6] correspond à notre conscience de connaissances sur le monde, sur la base d'un sentiment de familiarité. La **Conscience Anoétique**[7] caractérise les systèmes de mémoire sans conscience tandis que la **Conscience Autonoétique**[8] fait référence "au type de conscience qui permet à un individu de prendre conscience de son existence et de son identité dans un temps subjectif qui s'étend du passé personnel au futur personnel, en passant par le présent." [1, 31].

2. Apprentissage. Trois types d'**Apprentissage** font partis du **Modèle MNESIS** : l'**Apprentissage Procédural Cognitif**, l'**Apprentissage Procédural Perceptif-Moteur** et l'**Apprentissage Procédural Perceptif-Verbal**. Ces trois sous-concepts du concept d'**Apprentissage** `font partie` de la **Mémoire Procédurale**.

3. Systèmes de Mémoire Cognitifs. Le **Modèle MNESIS** intègre des **Systèmes de Mémoire Cognitifs** proposés par d'autres modèles tel que la **Mémoire de Travail**, le **Buffer Épisodique**, la **Boucle Phonologique**, le **Calepin Visuo-Spatial** et l'**Administrateur Central** qui proviennent du **Modèle à Multicomposants** de Baddeley et Hitch. D'autres **Systèmes de Mémoire Cognitifs** viennent du **Modèle SPI** de *Tulving*, notamment la **Mémoire Épisodique**, la **Mémoire Sémantique**, la **Mémoire Procédurale**, ainsi que la **Mémoire Perceptive** (appelée **Mémoire PRS** par *Tulving*) et également la **Mémoire de Travail**.

4. Processus de Mémoire. Les **Processus de Mémoire** du **Modèle MNESIS** sont l'**Automatisation**, la **Consolidation**, le **Voyage Mental dans le Temps** et la **Sémantisation**. Ils sont tous `associés` à un ou deux **Systèmes de Mémoire Cognitifs** ou sous-concepts de la **Conscience**. L'**Automatisation** est `associé` à la **Mémoire Procédurale**, la **Consolidation** à la **Mémoire Episodique**, le **Voyage Mental dans le Temps** à la **Mémoire Episodique** et la **Conscience Autonoetic** et enfin la **Sémantisation** est `associée` à la **Mémoire Episodique** et à la **Mémoire Sémantique**.

4.5 Reprise de concepts

Un enjeu majeur des sciences de la mémoire réside dans l'emprunt partiel ou total de concepts issus d'autres disciplines ou théories. Comme dans les théories et modèles présentés ci-dessus, de nombreux concepts viennent de théories antérieures et il est nécessaire de modéliser ces emprunts afin de garder une continuité des concepts et de leur sens. Nous avons donc créé des relations permettant de garder un lien entre les concepts et leurs modèles d'origine, au niveau des concepts eux-mêmes et au niveau des théories.

Au niveau conceptuel. Au niveau de chaque **Concept** provenant d'une autre **Théorie**, il est renseigné que le **Concept** est `intégré dans` la **Théorie** cible. Dans le cas où ce **Concept** a subi des modifications entre la **Théorie** "source" et celle "cible", nous indiquons si le **Concept** a subi un changement conceptuel (c'est-à-dire que les auteurs ont précisé reprendre le concept d'une théorie mais en changeant des aspects sémantiques dans la définition du concept, que ces changements soient explicités ou non) ou s'il a subi un changement terminologique (cad le concept n'a plus le même nom). La **Mémoire PRS** proposée dans le **Modèle SPI** est reprise dans le **Modèle MNESIS** mais en s'appelant **Mémoire Perceptive** accompagnée d'un glissement sémantique selon les auteurs.

Au niveau théorique. Dans la déclaration de chaque **Théorie** dans notre ontologie est renseigné chaque **Concept** venant d'une autre **Théorie** avec précisé la **Théorie** ou le **Modèle** source ainsi que le type de reprise (si le **Concept** a été `intégré` tel quel ou si il a été `révisé` (que ce soit terminologiquement ou conceptuellement) vis-à-vis de sa définition d'origine).

5 Implémentation

Suite à la modélisation conceptuelle de cette ontologie, nous l'avons implémentée dans Protege 3 sous la forme de Classes, de Propriétés d'Objets (Object Properties) et d'Instances afin de représenter nos Concepts, Relations et les Auteurs des théories respectivement. Suivant l'implémentation de CoTOn, chacun de nos modèles

6. URI de la Conscience Noétique dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-MZJXHVN9-N
7. URI de la Conscience Anoétique dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-VBNTF4K7-N
8. URI de la Conscience Autonoétique dans CogMemo : http ://-data.loterre.fr/ark :/67375/P66-NLZ8TQF6-1

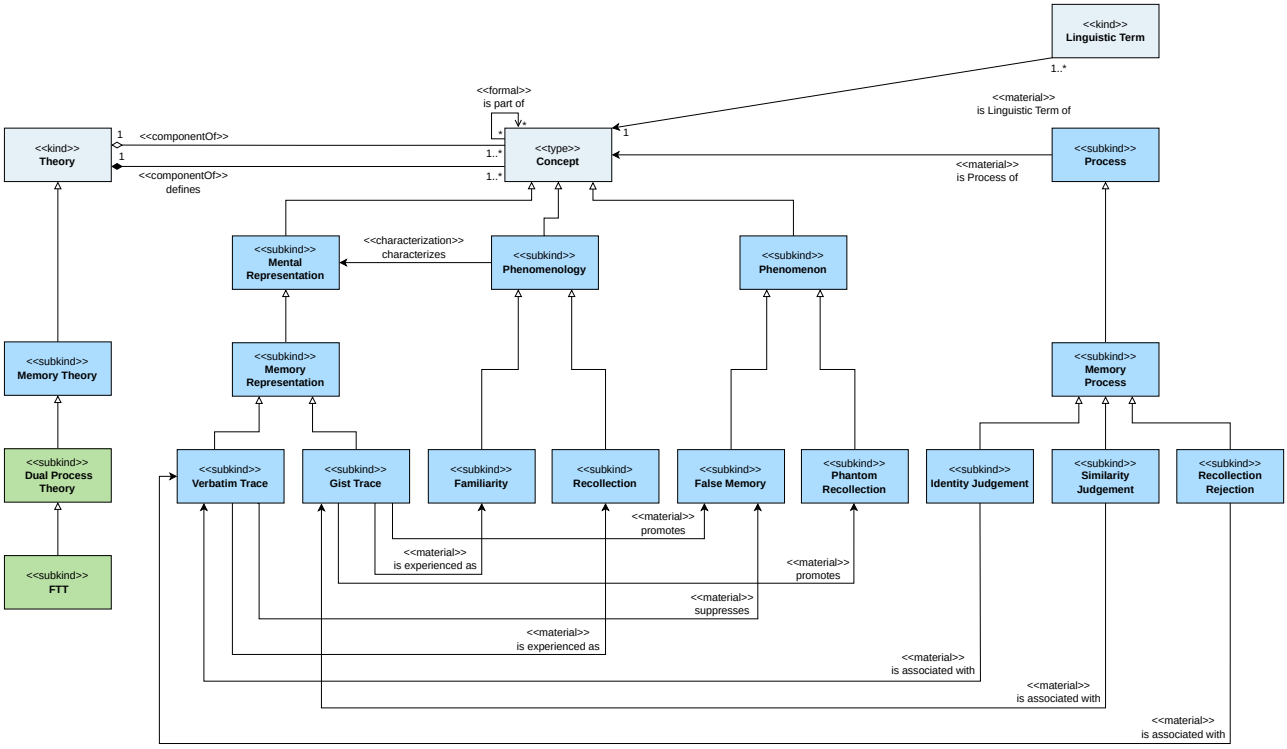

FIGURE 1 – La Théorie des Traces Floues

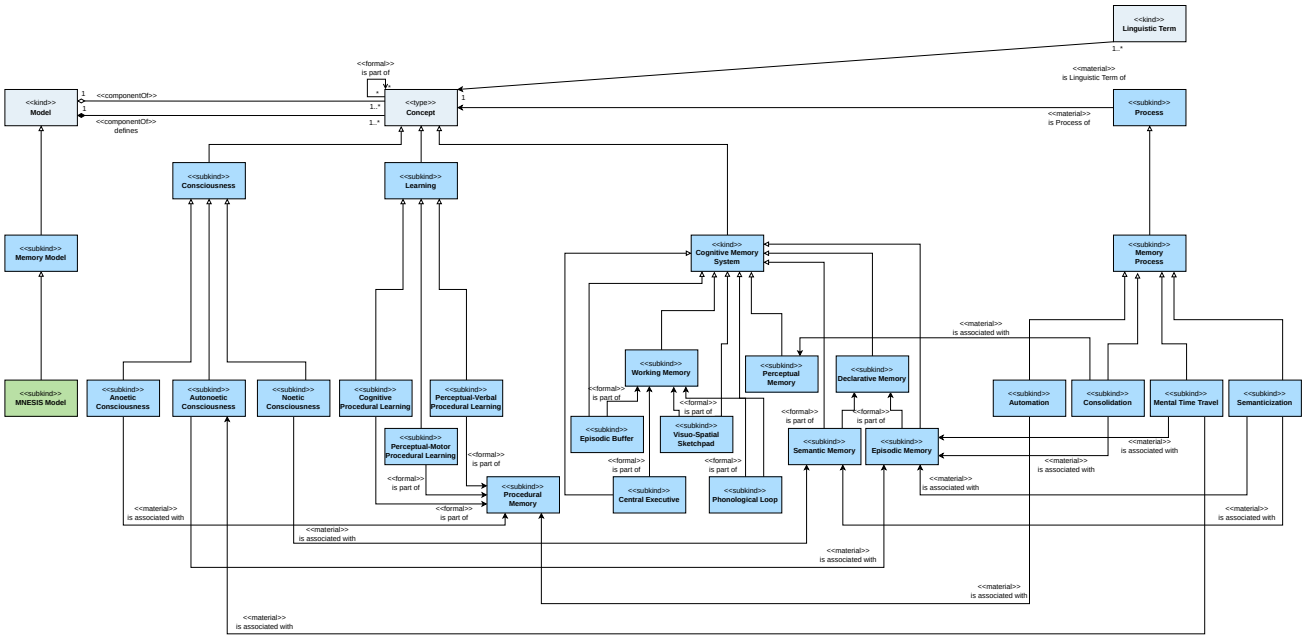

FIGURE 2 – Le modèle MNESIS

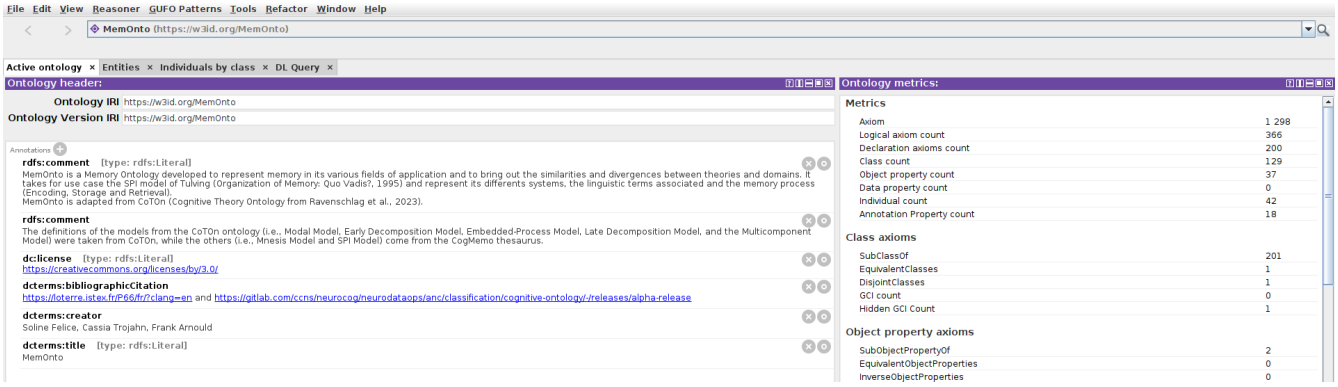

FIGURE 3 – Un fragment des métadonnées et des métriques de la version 2 de Mem'Onto.

et théories est organisé en modules individuels importés dans l'ontologie principale, Mem'Onto. À chaque entité opérationnelle a été attribué un `rdfs:label`, un `skos:prefLabel` et parfois un `skos:altLabel` en anglais si le terme a plusieurs désignations ou abréviations. Chaque concept a une référence bibliographique associée (avec `terms:bibliographicCitation`), une définition avec `skos:definition`. Une définition extraite de la référence bibliographique citée est fournie (avec `rdfs:comment`) si elle existe. Dans chaque modèle et théorie sont renseignés son ou ses créateurs ainsi que sa date de création à l'aide de `terms:created` et `xsd:dateTime`. Les emprunts de concepts explicités partie 4.5 sont implémentés avec la relation `rdfs:subClassOf`. Avec la propriété `owl:intersectionOf` sont regroupés pour chaque modèle : le concept repris (`:memoryComponent`), le modèle ou la théorie source (avec notre propriété `:isComingFrom`) ainsi que le modèle ou la théorie cible ainsi que le type de reprise (avec nos propriétés `:isRevisedIn` et `:isIntegratedIn`). Au sein des concepts, on retrouve les mêmes informations que dans le modèle avec en plus le type de changement (conceptuel avec la valeur `:conceptualModification` ou terminologique avec la valeur `:nameModification`) pour la propriété `:hasChangeType`. Nous avons finalement attribué un identifiant pérenne à l'ontologie[9].

6 Evaluation

Une première évaluation de l'ontologie a consisté à vérifier que celle-ci était en mesure de couvrir les questions de compétence définies. Pour cela, les requêtes SPARQL correspondantes ont été rédigées et testées en utilisant le RDF store Apache Jena Fuseki (Table 3). Les 10 théories rassemblées dans Mem'Onto sont implémentées dans des modules formalisés par des fichiers turtle séparés. Pour la question de compétences 2, les fichiers turtle ont été téléversés dans des graphes nommés individuels afin d'effectuer les requêtes sur les modules indépendamment. L'évaluation conceptuelle de l'ontologie s'est déroulée de manière itérative avec notre expert, des modifications perpétuelles ont été apportées à l'ontologie tout au long de l'ajout de nouveaux modèles et théories. La consistance sémantique de notre ontologie est validée via un raisonneur implémenté dans Protégé (ici HermiT 1.4.3.456).

9. https ://w3id.org/memonto

7 Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté Mem'Onto, une ontologie représentant dix théories sur la mémoire. Cette ontologie modulaire à multi-niveaux permet de modéliser différentes approches de la mémoire en psychologie cognitive (approches structurelles et approches fonctionnelles) ainsi que l'emprunt et la modification de concepts antérieurs. Une première version opérationnelle de cette ontologie a été implémentée dans Protégé. Ce travail ontologique nécessite maintenant d'étendre l'expertise à d'autres spécialistes de la mémoire et d'une validation des modèles et théories implémentés dans l'ontologie.

Dans le cadre de nos travaux futurs, nous envisageons d'étendre et d'adapter cette ontologie à d'autres modèles et théories, notamment des modèles computationnels de la mémoire. Par la suite, nous voudrions l'étendre à d'autres disciplines liées à la mémoire, notamment à la philosophie afin de développer une ontologie interdisciplinaire de la mémoire. Nous prévoyons d'intégrer une gestion des versions des théories et des concepts afin de suivre leur évolution. Une dernière piste serait de proposer une traduction française de chaque concepts de l'ontologie en utilisant un label distinct.

Remerciements

Cette recherche a été financée par la Région Occitanie et l'Université Toulouse Jean Jaurès dans le cadre de la subvention n° 23003132 (Projet RIMO). Cassia Trojahn est partiellement financée par le projet ANR DACE-LD (ANR-21-CE23-0019-02).

Références

[1] Arnould. Psychologie cognitive de la mémoire humaine (thésaurus cogmemo), 2025.

TABLE 3 – Requêtes SPARQL et leurs résultats répondant aux Questions de Compétences.

	Requêtes SPARQL	Résultats

CQ1	`SELECT ?theory WHERE {`
	`  ?theory rdfs:subClassOf :Memory_Model .`
	`}`
		SPI Model, TBRS Model, Late-Decomposition Model, Embedded-Processes Model, MNESIS Model, Autobiographical Memory Model, Modal Model, Early-Decomposition Model, Multicomponent Model, Fuzzy Trace Theory, Dual Process Theory

CQ2	`SELECT DISTINCT ?theory ?graph`
	`WHERE {`
	`GRAPH ?graph {`
	`  :Episodic_Memory rdf:type owl:Class .`
	`  ?theory rdfs:subClassOf :Memory_Model .`
	`  }`
	`}`
		MNESIS Model, SPI Model, Autobiographical Memory Model

CQ3	`SELECT DISTINCT ?associatedMemory`
	`WHERE {`
	`  :Semanticization rdfs:subClassOf :Memory_Process ;`
	`  :isDefinedBy :MNESIS_Model ;`
	`  rdfs:subClassOf ?restriction .`
	`  ?restriction rdf:type owl:Restriction ;`
	`  owl:onProperty :isAssociatedWith ;`
	`  owl:someValuesFrom ?associatedMemory`
	`  .`
	`}`
		Episodic Memory, Semantic Memory

CQ4	`SELECT DISTINCT ?promotedMemory`
	`WHERE {`
	`  :Gist_Trace rdfs:subClassOf :Phenomenon ;`
	`  rdfs:subClassOf ?restriction .`
	`  ?restriction rdf:type owl:Restriction ;`
	`  owl:onProperty :promotes ;`
	`  owl:someValuesFrom ?promotedMemory .`
	`}`
		Phantom Recollection, False Memory

CQ5	`SELECT ?self WHERE {`
	`  ?self rdfs:subClassOf :Self.`
	`}`
		Ought Self, Ideal Self, Actual Self

[2] Frank Arnould. Cogmemo : a standardized, structured and formalized terminological repository on human memory. In *Words about 1 | 2025*, 05 2025.

[3] Robert Arp, Barry Smith, and Andrew D. Spear. *Building Ontologies with Basic Formal Ontology*. The MIT Press, 2015.

[4] American Psychological Association. Apa dictionary of psychology, 2025.

[5] R.C. Atkinson and R.M. Shiffrin. Human memory : A proposed system and its control processes. volume 2 of *Psychology of Learning and Motivation*, pages 89–195. Academic Press, 1968.

[6] Alan David Baddeley. Is working memory still working ? *European Psychologist*, 7 :85–97, 06 2002.

[7] Pierre Barrouillet and Valérie Camos. The time-based resource-sharing model of working memory. *The Cognitive Neuroscience of Working Memory*, 06 2007.

[8] C. J. Brainerd and Valerie F. Reyna. Fuzzy-trace theory, false memory, and the law. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 6(1) :79–86, 2019.

[9] Werner Ceusters. Foundations for a realist ontology of mental disease. *Journal of biomedical semantics*, 1 :10, 12 2010.

[10] Martin Conway and Christopher Pleydell-Pearce. The construction of autobiographical memories in the self-memory system. *Psychological review*, 107 :261–88, 05 2000.

[11] Nelson Cowan. *An Embedded-Processes Model of Working Memory*, page 62–101. Cambridge Univer-

sity Press, 1999.

[12] Yadin Dudai, Henry Roediger, and Endel Tulving. *Memory concepts*. 01 2007.

[13] Francis Eustache and Béatrice Desgranges. Mnesis : Towards the integration of current multisystem models of memory. *Neuropsychol Rev 18*, pages 53—69, 2008.

[14] Soline Felice, Frank Arnould, and Cassia Trojahn dos Santos. Towards a semantic representation of memory entities. In *Proceedings of the Joint Ontology Workshops (JOWO) held at the 15th International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS 2025)*, September 2025.

[15] Jonathan K. Foster and Marko Jelicic. *Memory : Systems, Process, or Function ?* Oxford University Press, 01 1999.

[16] Hélène Giraudo and Jonathan Grainger. *A Supralexical Model for French Derivational Morphology*, pages 139–157. Springer US, Boston, MA, 2003.

[17] Asuncion Gomez-Perez and Mari Carmen Suárez-Figueroa. Neon methodology for building ontology networks : a scenario-based methodology. 01 2009.

[18] Giancarlo Guizzardi, Alessander Bottes Benevides, Claudemir M. Fonseca, Jo ao Paulo A. Almeida, Tiago Prince Sales, and Daniele Porello. Ufo : Unified foundational ontology. *Applied ontology*, 1(17) :167–210, 2022.

[19] William James. *The Principles of Psychology*. Henry Holt and Company, 1890.

[20] R. A. H. King. *Memory and Recollection in Plato's Philebus : Use and Definitions*, page 216–235. Cambridge University Press, 2019.

[21] Kelley Truman Lee. Interpretation of educational measurements. In Lewis M. Terman, editor, *Measurement and Adjustement Series*, pages 62–65. Yonkers-on-Hudson, N.Y. : World Book Company, 1927.

[22] Kourken Michaelian and John Sutton. Memory. In Edward N. Zalta, editor, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Metaphysics Research Lab, Stanford University, Summer 2017 edition, 2017.

[23] Adriaan Pattin. Richard sorabji, aristotle on memory. *Revue Philosophique de Louvain*, 71(9) :165–165, 1973.

[24] Poldrack. Cognitive atlas, 2025.

[25] Russell Poldrack, Aniket Kittur, Donald Kalar, Eric Miller, Christian Seppa, Yolanda Gil, D. Parker, Fred Sabb, and Robert Bilder. The cognitive atlas : Toward a knowledge foundation for cognitive neuroscience. *Frontiers in neuroinformatics*, 5 :17, 09 2011.

[26] Kathleen Rastle and Matthew Davis. Morphological decomposition based on the analysis of orthography. *Language and Cognitive Processes - LANG COGNITIVE PROCESS*, 23 :942–971, 11 2008.

[27] Anna Ravenschlag, Bianca Löhnert, Giancarlo Guizzardi, Maria das Graças da Silva Teixeira, Monique Denissen, and Florian Hutzler. Coton : A cognitive theory ontology for representing diverging conceptualizations of cognitive concepts. *CEUR workshop proceedings*, 3637, 2023. Publisher Copyright : © 2023 Copyright for this paper by its authors. ; Joint Ontology Workshops 2023, Episode IX : The Quebec Summer of Ontology, JOWO 2023, JOWO 2023 ; Conference date : 19-07-2023 Through 20-07-2023.

[28] Richard Semon. *Mnemic Psychology*. George Allen And Unwin Limited, 1923.

[29] George Frederick Stout. *A Manual of Psychology*, volume 45, pages 363 – 364. University Tutorial Press, 1899.

[30] Marche T.A. and C.J. Brainerd. The role of phantom recollection in false recall. *Mem Cogn*, 40 :902—917, 2012.

[31] Endel Tulving. Organization of memory : Quo vadis. In Michael S. Gazzaniga, editor, *The Cognitive Neurosciences*, pages 839–847. MIT Press, 1995.

[32] Jessica Turner and Angela Laird. The cognitive paradigm ontology : Design and application. *Journal of Neuroinformatics*, 10, 06 2011.

[33] Alison Wright, Emma Norris, Ailbhe Finnerty, Marta Marques, Marie Johnston, Michael Kelly, Janna Hastings, Robert West, and Susan Michie. Ontologies relevant to behaviour change interventions : a method for their development. *Wellcome Open Research*, 5 :126, 12 2020.

[34] Zuoshuang Xiang, Chris Mungall, Alan Ruttenberg, and Yongqun He. Ontobee : A linked data server and browser for ontology terms. *Proceedings of international conference on biomedical ontology*, 01 2011.