

# Décrire l'intelligence ambiante pour offrir aux personnes fragiles une assistance personnalisée à domicile

**Hélène Pigot,**

Hubert Ngankam, Corentin Haidon, Armel Ayimdji Tekemetieu,  
Sylvain Giroux, Carolina Bottari, Mireille Gagnon-Roy

**Mercredi 12 juillet 2023**

**École d'été interdisciplinaire en numérique de la santé  
EINS**



# Plan

- Intelligence ambiante
- Ontologie de l'environnement
- Ontologie des activités
- Ontologie de l'assistance
- OntoDOMUS
- Conclusion



# Intelligence ambiante Ambient Assisted Living (AAL)

Systèmes sensibles au contexte dont le but est d'améliorer la qualité de vie des personnes avec des besoins spéciaux

✱ DOMUS

- ✱ Personnes avec troubles cognitifs
- ✱ Personnes âgées

Assiste grâce à une information appropriée

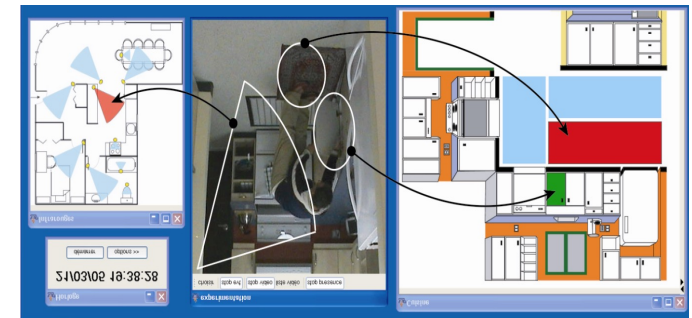
- ✱ Capacités personne
- ✱ Activité en cours
- ✱ Risques encourus

Envoie l'information

- ✱ À la personne
- ✱ Aux proches
- ✱ Aux cliniciens

Approche interdisciplinaire

- ✱ Informatique et clinique



Recueillir l'information

- ✱ Qui? Où? Quoi? Comment?
- ✱ Réseaux de capteurs

Analyser

- ✱ Identifier situation
- ✱ Proposer une intervention
- ✱ Ontologie, Apprentissage profond

Intervenir

- ✱ À qui? Quoi? Où? Comment?
- ✱ Réseaux d'effecteurs

# Enjeux de l'assistance

## Intervenir au besoin

## Accessibilité des interventions

- ☀ Intégration dans le domicile
- ☀ Éviter trop de stimuli
- ☀ Niveau adéquat de compréhension

## Assistance au DOMUS

- ☀ ARIA : conception de l'intelligence ambiante
- ☀ COOK : assistant culinaire
- ☀ Eliot : conception de l'assistance

## COOK

- ☀ <https://domus.recherche.usherbrooke.ca/recherches/projects/cook-assistant-culinaire/>



Cafetalk.com



COOK planification



COOK sécurité

# Étapes de description de l'intelligence ambiante

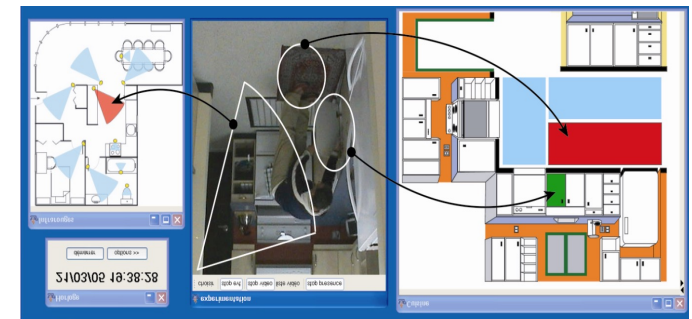
## ❁ Ontologie de l'environnement



## ❁ Ontologie des activités



## ❁ Ontologie de l'assistance



- ❁ Recueillir l'information
  - ☀ Qui? Où? Quoi? Comment?
  - ☀ Réseau de capteurs
- ❁ Analyser
  - ☀ Identifier situation
  - ☀ Proposer une intervention
  - ☀ Ontologie, Apprentissage profond
- ❁ Intervenir
  - ☀ À qui? Quoi? Où? Comment?
  - ☀ Réseau d'effecteurs



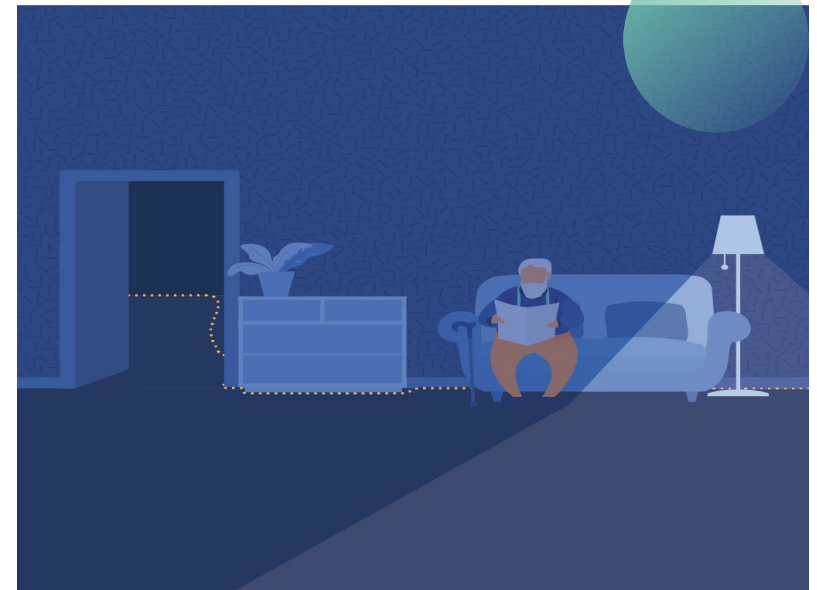
# Ontologie de l'environnement

## ❁ Situation

Julien, âgé de 83 ans a une maladie d'Alzheimer. Il vit seul dans son bungalow. La nuit, son entourage craint qu'il ne sorte seul pour faire ses commissions, même par grand froid. De plus, Julien appelle parfois sa fille à 3 heures du matin pour se rendre à un rendez-vous programmé dans la journée.

## ❁ Solution intelligence ambiante

Pour que Julien reste chez lui, il est préconisé de fournir une assistance qui l'accompagne pour satisfaire ses besoins nocturnes, qui le rassure et l'encourage à se recoucher.



## Description

- ❁ Quels sont les éléments de l'environnement à décrire?
- ❁ Quelles caractéristiques?
- ❁ Quels liens entre les éléments?



# Ontologie de l'environnement



## Description des murs

Un coin de mur  $c \in C$  est défini comme un point de l'espace en trois dimensions :  
 $c = (x, y, z) \in \mathbb{R}^3$ ;

Un mur  $m \in M$  s'étend du sol au plafond entre deux coins sur une épaisseur donnée et est physique ou abstrait :  $m = (c_a, c_b, abstrait, épaisseur, sol, plafond)$  où  $c_a \in C$  et  $c_b \in C$ ,  $abstrait \in \{0, 1\}$ ,  $épaisseur \in \mathbb{R}^+$ ,  $sol \in \mathbb{R}$  et  $plafond \in \mathbb{R}$ ;

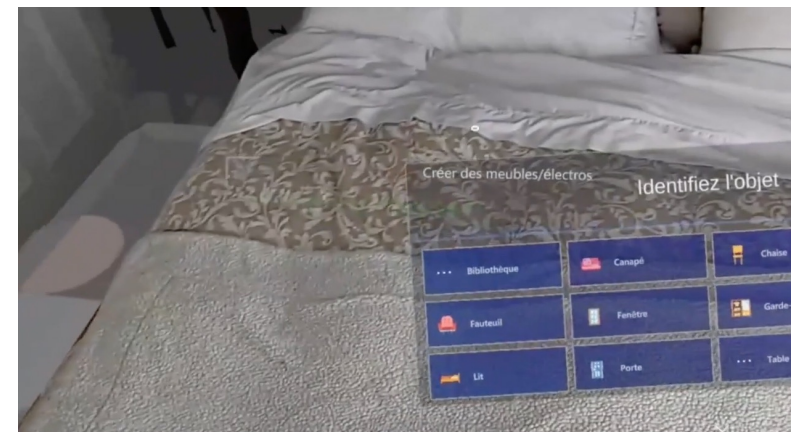
## Description des salles

Une salle  $s \in S$  est délimitée par plusieurs murs, est adjacente à d'autres salles et possède un type de salle (cuisine, séjour, etc.) :  $s = (murs, salles_{adj}, type)$  où  $murs \subseteq M$ ,  $salles_{adj} \subseteq S - \{s\}$  et  $type \in T_s$ ;

## Description des objets

Un objet physique peut être un meuble, appareil électroménager ou objet quelconque. Il appartient à une salle, a une position, une orientation et trois dimensions, ainsi qu'un type (table, lampe, ventilateur, etc.) :

$o = (salle, position, rotation, dimensions, type)$  où  $salle \in S$ ,  $position \in \mathbb{R}^3$ ,  $rotation \in \mathbb{H}^2$ ,  $dimensions \in (\mathbb{R}^+)^3$  et  $type \in T_o$ .



## Film Aria

Montre la création des murs, d'une chambre avec son mobilier caractéristique

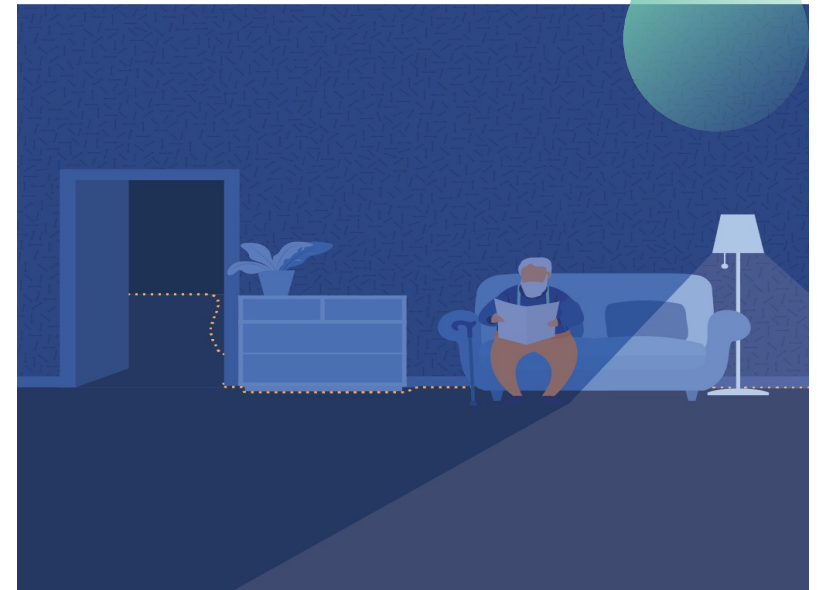
# Ontologie des activités

## ❁ Situation

Souvent la nuit, Julien se lève pour aller aux toilettes puis se dirige vers la cuisine pour boire un verre d'eau. Mais ensuite, quand il va dans son salon, il peut devenir anxieux de se retrouver seul.

## ❁ Solution intelligence ambiante

Dans la nuit, Julien réalise plusieurs scénarios que l'intelligence ambiante veut pouvoir reconnaître et accompagner pour le confort de Julien et sa sécurité. Ainsi, dans la cuisine des lumières tamisées l'aident à prendre son verre et se servir de l'eau. Puis un chemin lumineux lui indique le parcours pour retourner vers sa chambre.



## Boire un verre d'eau

- ❁ Quels sont les éléments impliqués dans le scénario?
- ❁ Quelles sont les sous-tâches?
- ❁ Quel est le séquençement?
- ❁ Comment reconnaître les actions faites par l'IoT?





# Ontologie des activités

## Structure hiérarchique de l'activité

### But

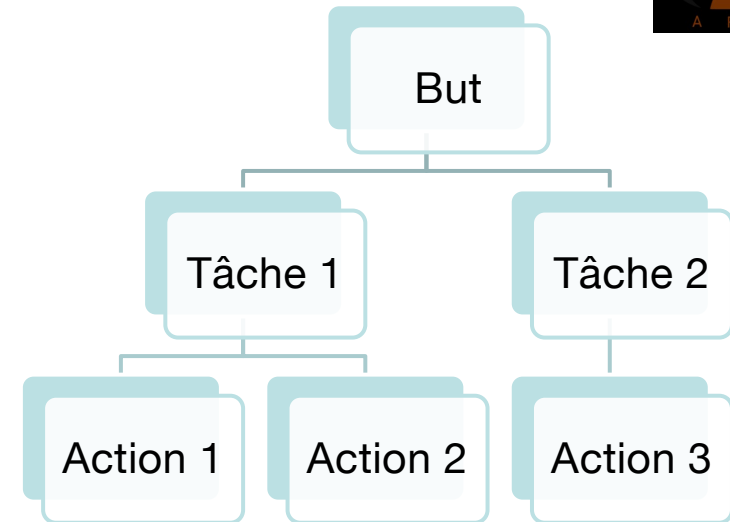
- Comprend un ensemble de tâches.
- Réalisé quand toutes les tâches obligatoires sont complétées

### Tâche

- Étape pour la complétion du but
- Pré conditions nécessaires à la complétion de la tâche
- Post conditions appliquées après complétion

### Action

- Tâche atomique
- Associée à un élément de l'environnement
- Perceptible par un capteur

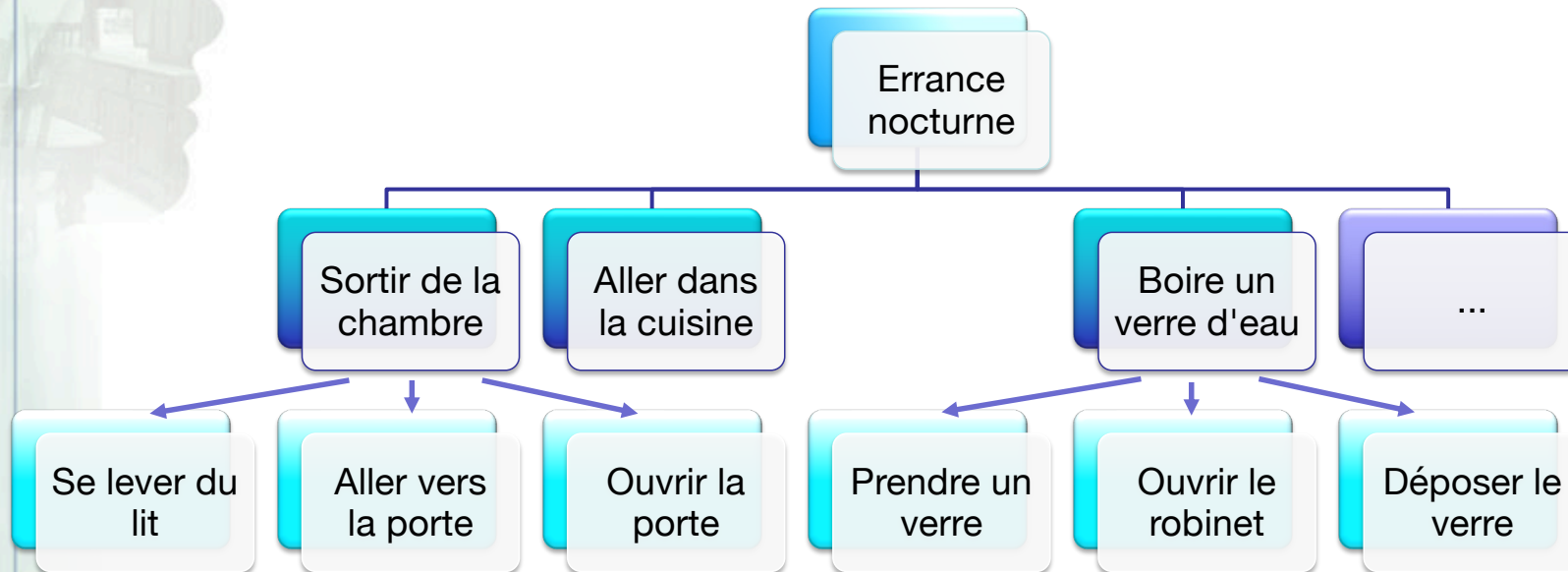


## Scénario d'activités

- Séquence d'activités effectuées par le résident dans un ordre précis, au bon endroit, pour une durée adéquate et en utilisant les objets appropriés
- Scénario idéal : scénario qui correspond aux habitudes du résident et peut comporter des variantes.
- Scénario opérationnalisé : actualisation du scénario idéal dans un environnement incluant des capteurs et des effecteurs



# ARIA : Activité d'errance nocturne



Les activités prennent place dans un environnement



Réalité augmentée aide à la spécification du lieu, des objets et des actions



Tableau de liège support pour la création de l'activité

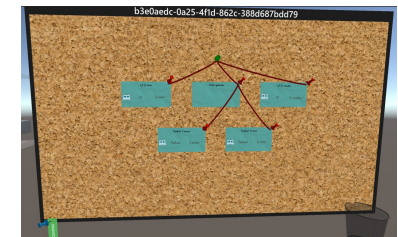


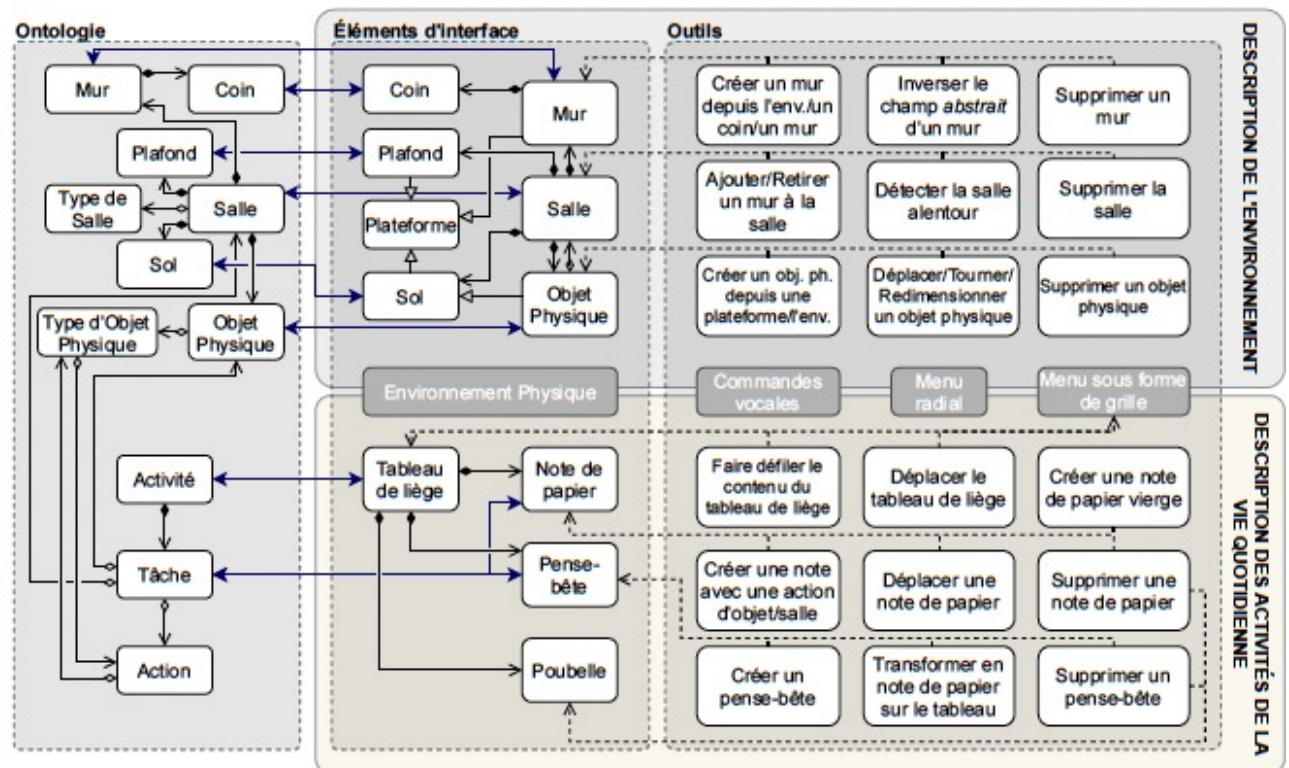
Tableau de liège support pour la création d'une activité

# ARIA : Ontologie de description de l'environnement et des activités



But d'ARIA : aider à la conception de l'intelligence ambiante

- Ontologie de l'environnement
- Ontologie des activités
- Ontologie des outils d'interface



# Ontologie de l'assistance

## ❁ Situation

Dans la journée, Julien prépare lui-même ses repas. Mais il est souvent distrait. Le matin, lors de la cuisson de ses œufs, il lui arrive de sortir de la cuisine pour prendre sa douche. Parfois, il oublie de fermer le rond après la fin de la cuisson.

## ❁ Solution intelligence ambiante

Ces oublis sont de plus en plus fréquents, mais pour que Julien reste chez lui il est souhaitable qu'il garde ses habitudes. Selon les théories d'intervention, il est recommandé de prodiguer des conseils seulement lors d'oublis ou de risques et d'inciter Julien à trouver par lui-même les solutions pour remédier à la situation.



## Conseils de sécurité

- ❁ À quel moment intervenir?
- ❁ Quels conseils donner?
- ❁ Comment réaliser la séquence des conseils?
- ❁ Comment s'assurer de la prise en compte?



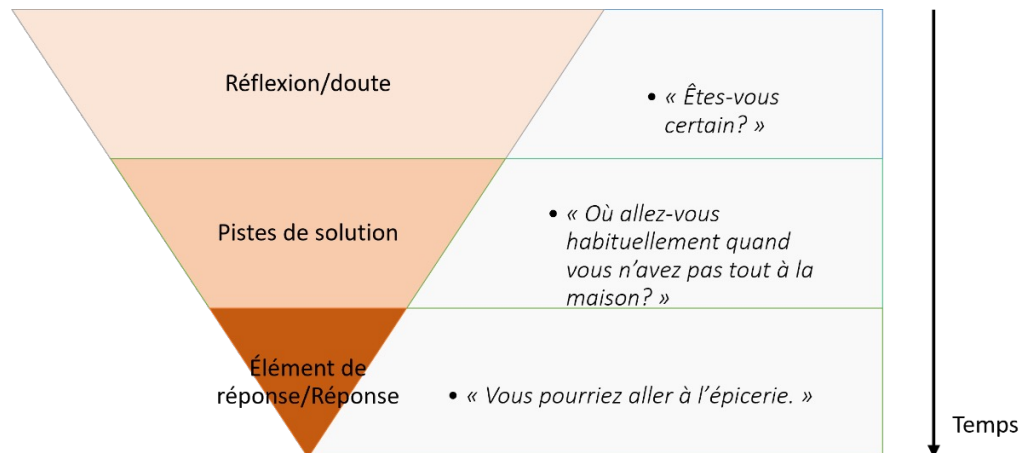
# Ontologie de l'assistance



## Théorie des actes d'assistance <sup>(1)</sup> / langage <sup>(2)</sup>

- ☀ acte locutoire,
- ☀ acte illocutoire (représentatif, expressif, directif, ...)
- ☀ force illocutoire (clarté du message et de l'objet),
- ☀ acte perlocutoire.

## Gradation de l'assistance verbale <sup>(3)</sup>



1. Théorie des actes d'assistance (Bauchet, 2009) ; 2. Théorie des actes de langages (Austin, 1962);  
3. Pyramide des niveaux d'assistance (Bottari et al., 2021)

# Ontologie de l'assistance



## Gradation des actes d'assistance

Grade	Force illocutoire	Message	Réaction
1	Représentatif direct explicite	Le repas est prêt	Aucune
2	Expressif direct implicite	Bien réussi	Aucune
3	Expressif direct explicite		Aucune
4	Directif indirect implicite	Avez vous oublié quelque chose?	Utilisateur
5	Directif direct implicite	Le four est laissé sans surveillance	Utilisateur
6	Commissif indirect explicite		Utilisateur
7	Directif indirect explicite		Utilisateur
8	Directif direct explicite	Allez surveiller le four	Utilisateur
9	Déclaratif direct explicite	Fermeture du four	Système

# Ontologie de l'assistance

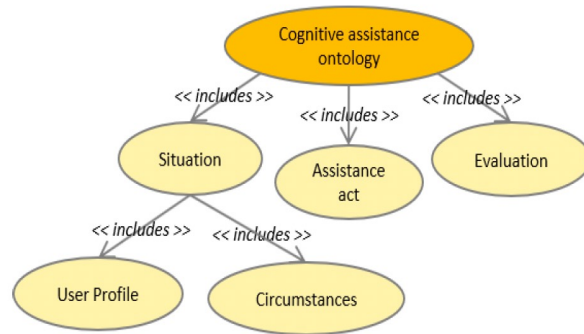
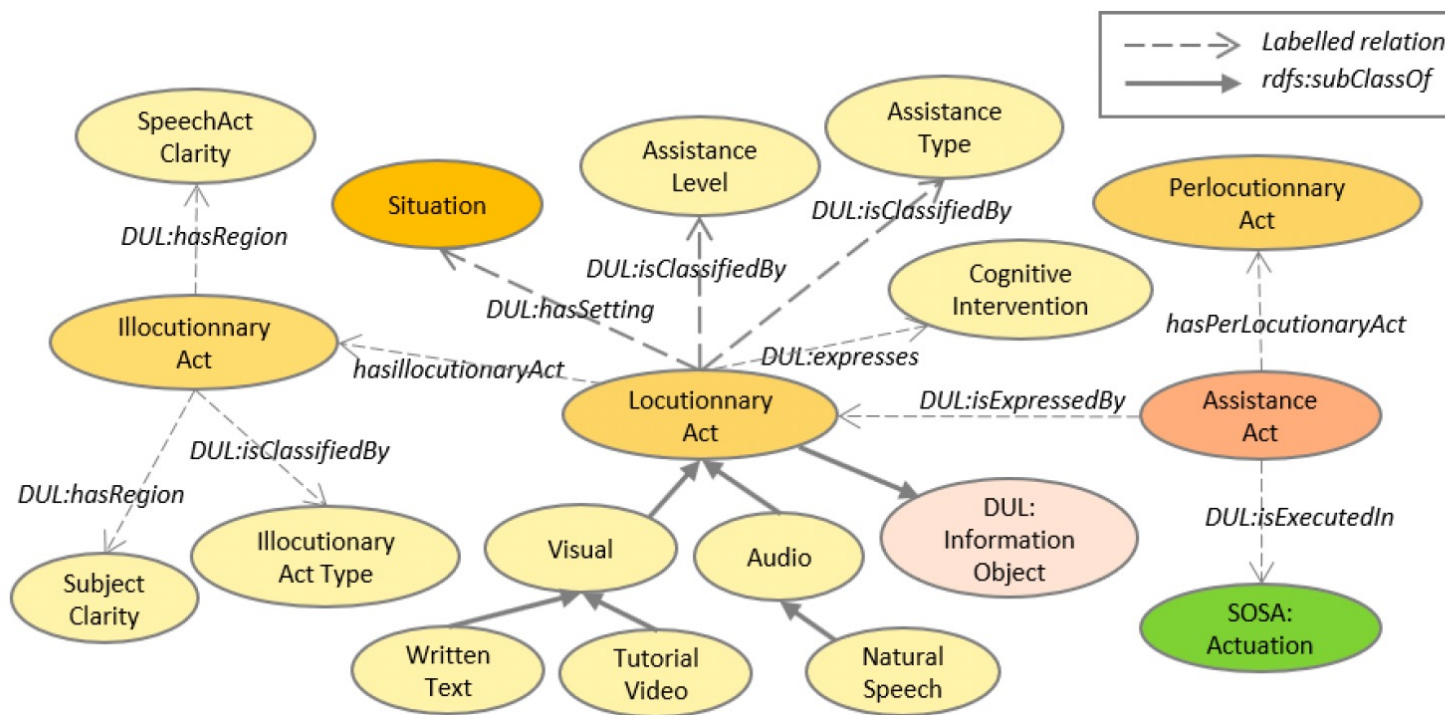


Figure 2. Cognitive assistance ontology: Overall picture



# Utilisation des actes d'assistance lors d'une interaction dynamique



Situation : la porte du four est restée ouverte

Behaviour tree

Dialogue d'assistance

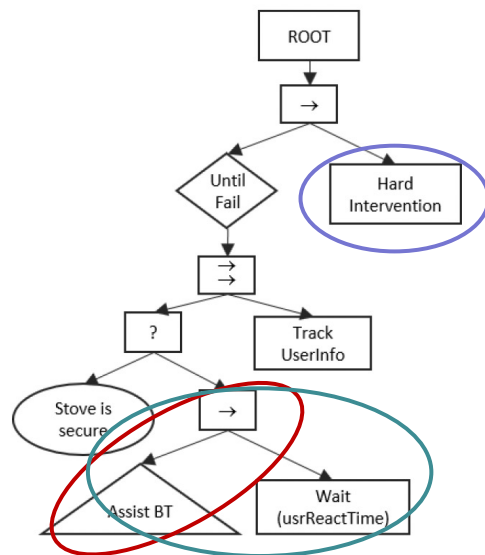


Figure 4: Main BT

Acte illocutoire	Que devriez-vous faire maintenant?	Comment vous assurez que la cuisson est sécuritaire?	Vous devriez aller dans la cuisine et fermer la porte du four.
Acte locutoire	Directif indirect implicite	Directif indirect explicite	Directif direct explicite
Type d'assistance	Faire réfléchir	Appeler à l'action	Donner la solution
Gradation	4	7	8

- Situation requérant une assistance
- Tant que la situation n'est pas résolue
- Acte déclaratif explicite : extinction de la cuisinière



# Ontologie OntoDoMUS

- Reconnaitre des activités de la vie quotidienne et intervenir de façon appropriée selon une approche d'assistance ambiante.

- Aggrégation de 6 ontologies

- Person
- Home
- Device
- Tâche
- Activité
- Assistance

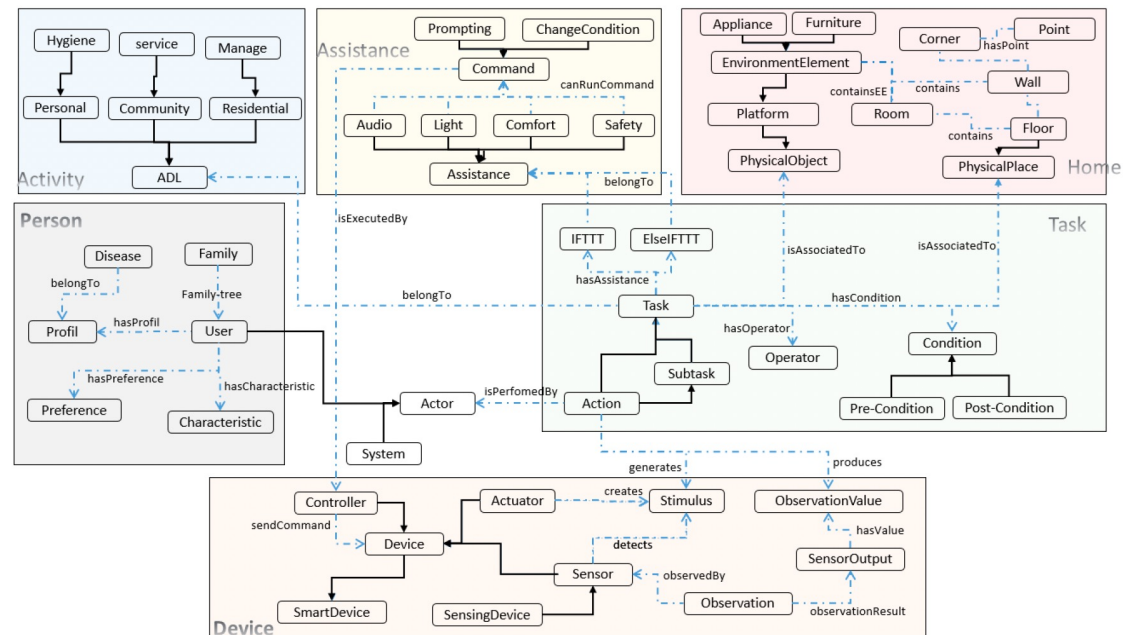


Figure 2. Global view of OntoDomus ontology

# OntoDOMUS

- ❁ Alignée sur l'ontologie fondamentale
  - ❁ DOLCE
  - ❁ DUL (DOLCE + DnS Ultralite)
- ❁ Spécialisation d'Ontologies de domaines
  - ❁ SOSA (Sensor Observation, Sample, Actuator)
  - ❁ SSN (Semantic Sensor Network) réutilise SOSA
- ❁ OntoDOMUS : ontologie applicative du domaine de l'assistance dans les environnements d'intelligence ambiante
- ❁ Moteur de raisonnement Jena
  - ❁ Langage OWL
  - ❁ Requêtes SPARQL et RDF

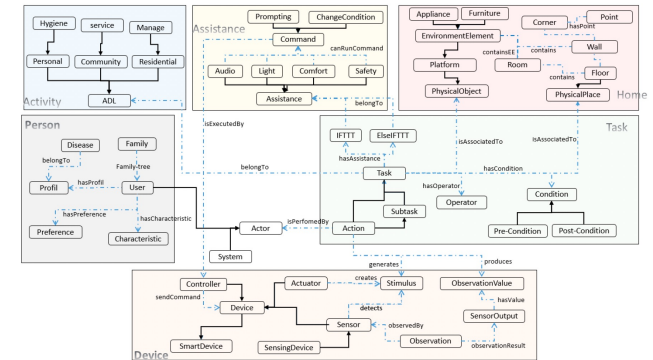


Figure 2. Global view of OntoDomus ontology

# Conclusion

## Apport des ontologies

### Co-conception de l'intelligence ambiante

- Interaction humain  $\leftrightarrow$  IA
- Modèle 3D du domicile
- Modélisation des activités
- Réalité augmentée

### Reconnaissance d'activités

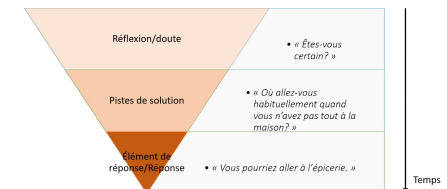
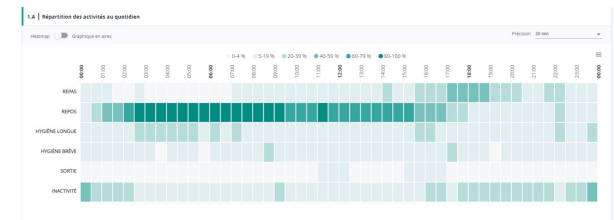
- Dans un habitat intelligent
- Capteurs et règles de décision

### Construction d'un dialogue d'assistance

- Construit sur les théories cliniques

## Perspectives d'OntoDOMUS

- Vers une ontologie modulaire
- Intégration de représentations hybrides :
  - ontologie, apprentissage profond



# Références

## Laboratoire DOMUS

- <https://domus.recherche.usherbrooke.ca>

## Thèses

Corentin Haidon

Hubert Kenfack Ngankam

Armel Ayimdji Tekemetieu

## OntoDOMus

- Kenfack Ngankam, H., Pigot, H., Lorrain, D., et al. (2020). Context awareness architecture for ambient-assisted living applications: Case study of nighttime wandering. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 7. <https://doi.org/10.1177/2055668319887864>.
- Ngankam, H. K., Pigot, H., & Giroux, S. (2022). OntoDomus: A Semantic Model for Ambient Assisted Living System Based on Smart Homes. *Electronics*, 11(7), 1143.

## ARIA – réalité augmentée

- Haidon, C., Pigot, H., & Giroux, S. (2020). Joining semantic and augmented reality to design smart homes for assistance. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering*, 7, 2055668320964121.





# Références

## Assistance cognitive

- Ayimdjji Tekemetieu, A., Pigot, H., Bottari, C., & Giroux, S. (2022). From speech acts to assistance acts for cognitive assistance in ambient assisted living: how to nudge cognitively impaired people to act independently. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-27
- Ayimdjji Tekemetieu A., Haïdon C., Kengfack Ngankam H., Gouin-Valleyrand C., Pigot H., Giroux S.(2021) Context Modelling in Ambient Assisted Living : Trends and Lessons. *Internet of Things - Cases and Studies*, edited by F.P. Garcia Marquez et B. Lev. Springer – chapitre 10. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-70478-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-70478-0_10)
- Ayimdjji Tekemetieu, A., Pigot, H., Bottari, C., Gagnon-Roy, M., & Giroux, S. (2021, November). Modeling an Adaptive Resident-System Interaction for Cognitive Assistance in Ambient Assisted Living. In *Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction* (pp. 183-192).
- Olivares, M., Giroux, S., De Loor, P., et al. (2016). An ontology model for a context-aware preventive assistance system: Reducing exposition of individuals with traumatic brain injury to dangerous situations during meal preparation. In *2nd IET international conference on Technologies for Active and Assisted Living (TechAAL 2016)*. Institution of Engineering and Technology. pp 3 (8.)-3 (8.).

## Ambient Assisted Living

- Rashidi, P., & Mihailidis, A. (2013). A survey on ambient-assisted living tools for older adults. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17, 579–590.
- Pinard, S., Bottari, C., Laliberté, C., Pigot, H., Olivares, M., Couture, M., ... & Bier, N. (2022). Development of an Assistive Technology for Cognition to Support Meal Preparation in Severe Traumatic Brain Injury: User-Centered Design Study. *JMIR Human Factors*, 9(3), e34821.