

Cartographie Sémantique en Environnements Intérieurs

Panagiotis Papadakis

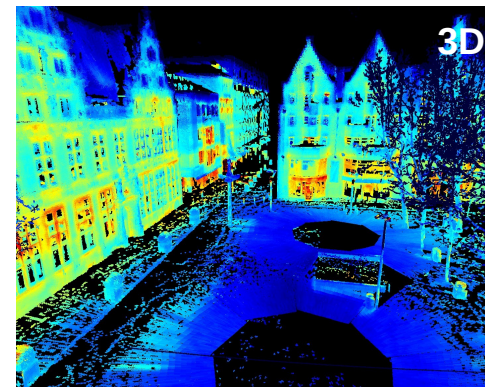
École Nationale Supérieure
de **Techniques Avancées**



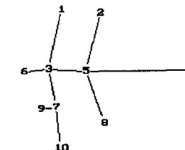
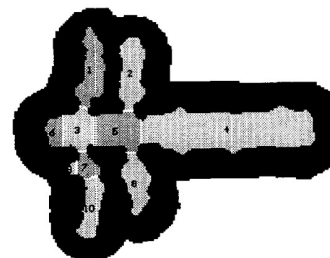
Cartographie pour la robotique

Métrique
80's

2D



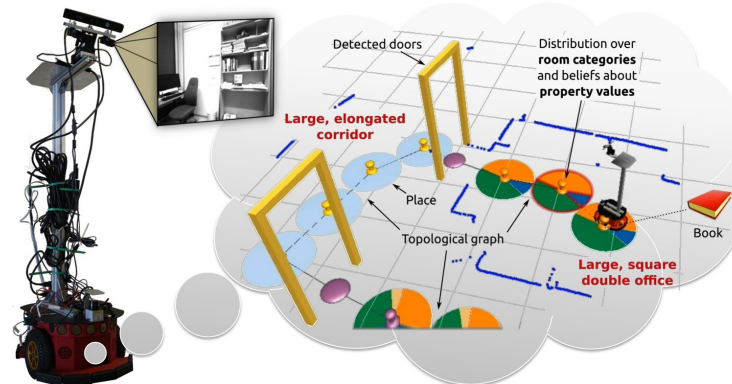
Topologique
90's



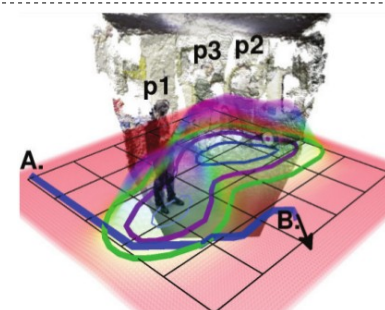
« La capacité d'obtenir de vues partielles d'un environnement et les associer en correspondance avec la structure globale »

Sémantique

Doctorats: Mozas, 2010
Pronobis, 2011



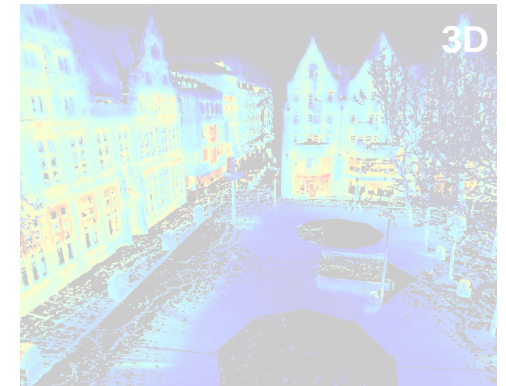
Sociale
2010+



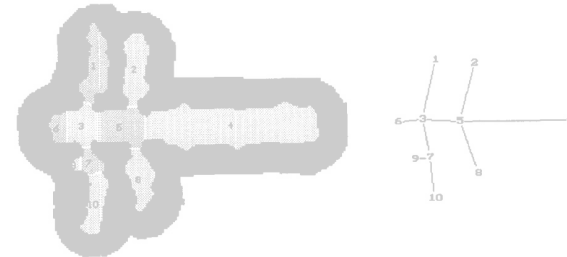
Cartographie pour la robotique

Métrique
80's

2D



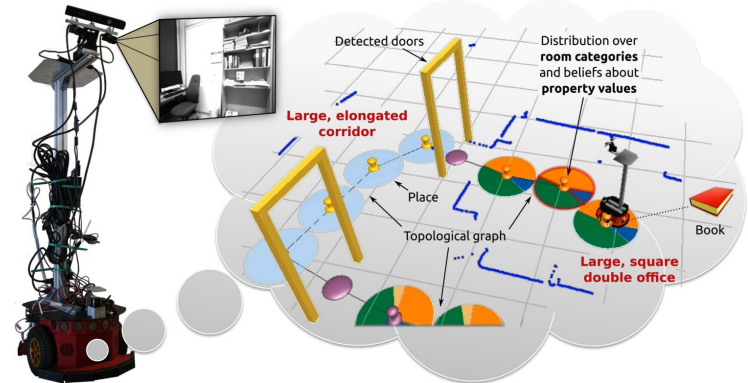
Topologique
90's



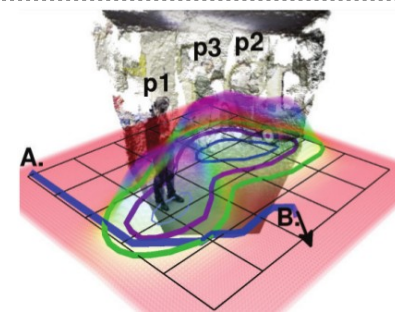
« La capacité d'obtenir de vues partielles d'un environnement et les associer en correspondance avec la structure globale »

Sémantique

Doctorats: Mozos, 2010
Pronobis, 2011



Sociale
2010+



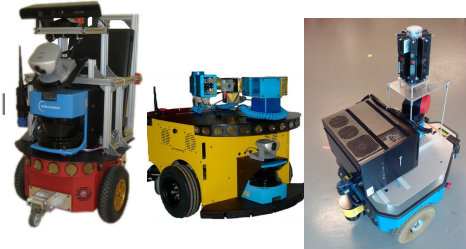
Applications

- ⊕ Robots de ménage
- ⊕ Robots pour la téléprésence
- ⊕ Robots éducatifs
- ⊕ Robots de surveillance
- ⊕ Robots pour l'assistance à la personne

Déficits majeurs

⊕ Champ de **vision limité** et **occlusions fréquentes** causés

- Petite **taille** des **robots** par rapport à leur environne



- **Personnes** coprésentes



- **Objets mobiles**



⊕ **Gamme étendu** de classes d' intérêt:

- **Posés sur le sol** : Table, chaise, canapé, plante en pot, coffre, poubelle, porte, escalier
- **Posés sur table** : Verre, clavier, écran, livre, téléphone, théière, outil, bouteille

⊕ **Objets** peuvent souvent **se mélanger/toucher**

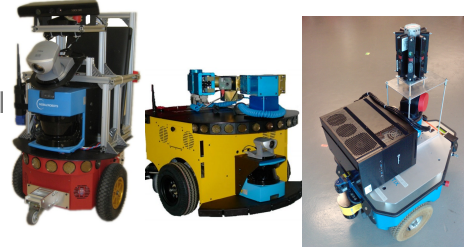


Déficits majeurs

Exigences

⊕ Champ de **vision limité** et **occlusions fréquentes** causés

- Petite **taille** des **robots** par rapport à leur environne



- **Personnes** coprésentes



- **Objets mobiles**



**Modelisation
des occlusions**

⊕ **Gamme étendu** de classes d' intérêt:

- **Posés sur le sol** : Table, chaise, canapé, plante en pot, coffre, poubelle, porte, escalier
- **Posés sur table** : Verre, clavier, ecran, livre, téléphone, théière, outil, bouteille

**Reconnaissance
inter-class**

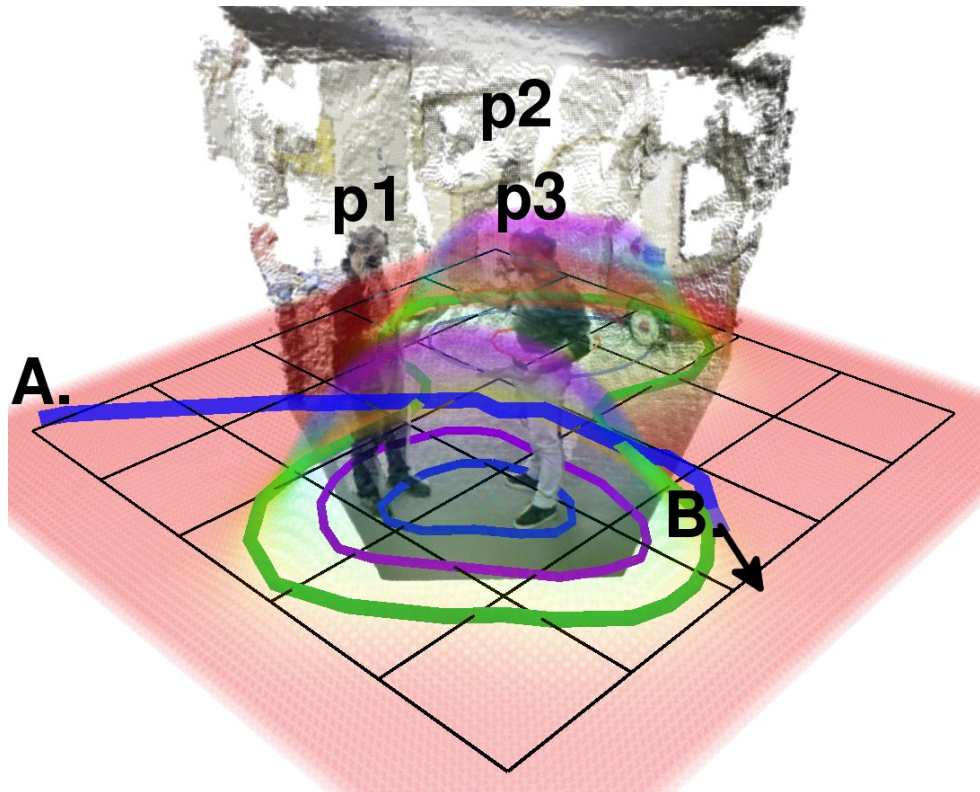
⊕ **Objets** peuvent souvent **se mélanger/toucher**



Cartographie & Navigation sociale

Méthodes & Résultats

Projet **PAL** *Inria*
INVENTORS FOR THE DIGITAL WORLD
(Personally Assisted Living)



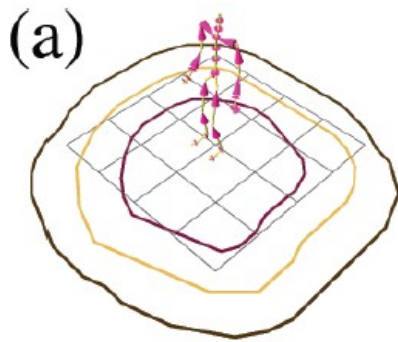
Cartographie & Navigation sociale

Projet **PAL** *Inria*
(Personally Assisted Living)
INVENTORS FOR THE DIGITAL WORLD

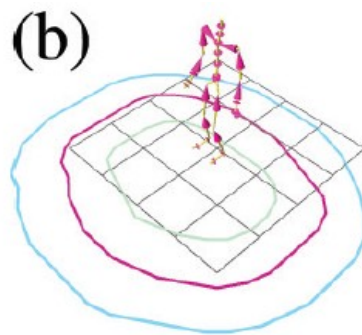
Objectifs

- ⊕ Apercevoir des indices d' **interaction** sociale
- ⊕ **Généralisation** aux personnes **multiples**
- ⊕ **Planification** de chemin « **sociallement-conforme** »

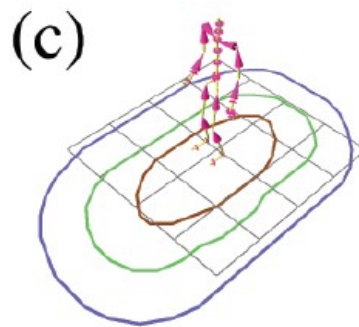
Modèles principaux de sensibilité sociale - Taxonomie



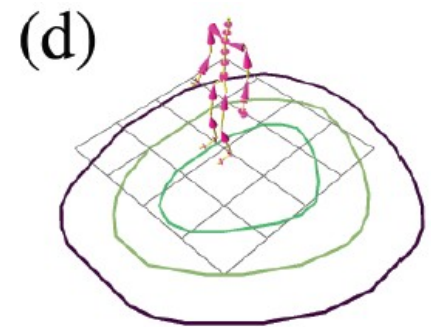
Cercles concentriques



Forme Œuf



Ellipses



Côté dominant

Signaux liés à la sensibilité sociale

$$\mathbf{t} = (t_x, t_y)^T \in \mathbb{R}^2$$

Position

$$\theta \in [0, 2\pi)$$

Orientation

$$d \in \{-1, +1\}$$

Côté gauche, droit

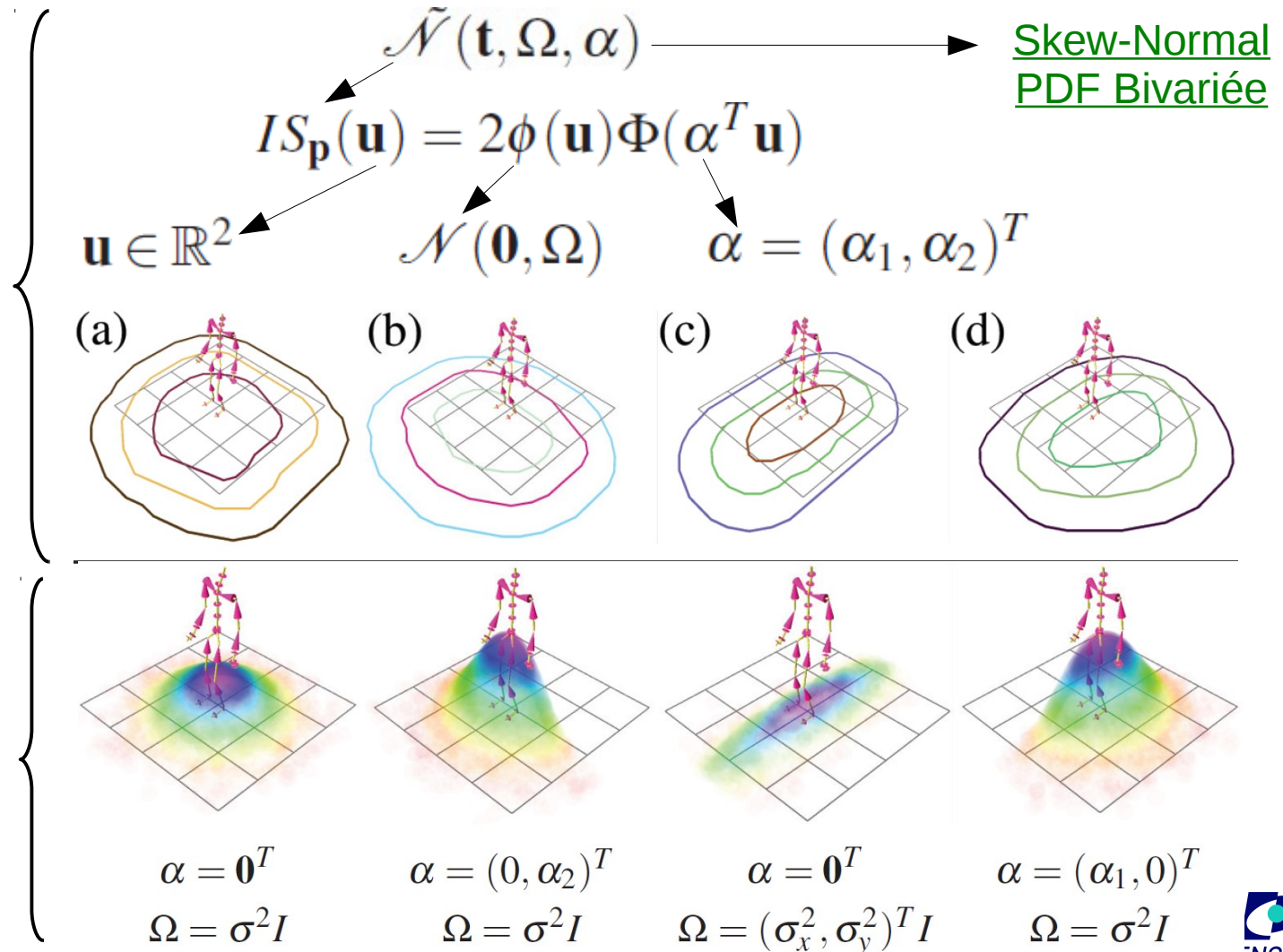
$$\mathbf{p} = (\mathbf{t}^T, \theta, d)^T$$



Interprétation probabiliste

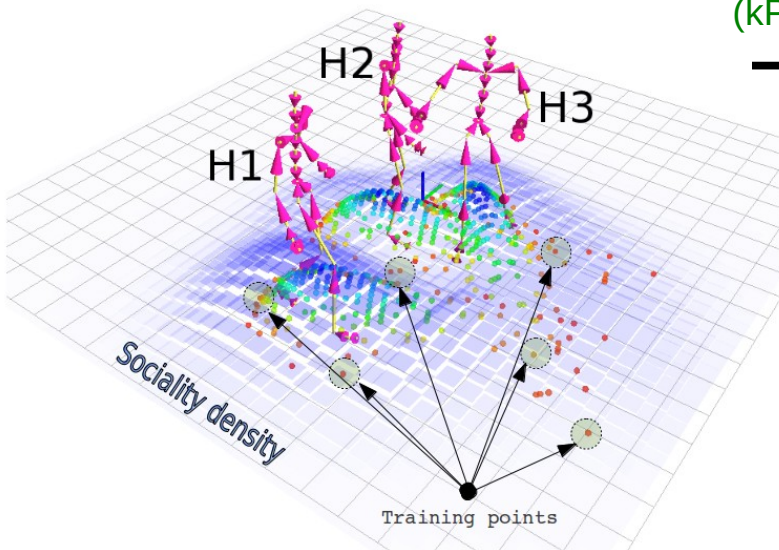
Forme générique
de la fonction
atomique de
sensibilité sociale

Modèles sociaux
principaux
paramétrés

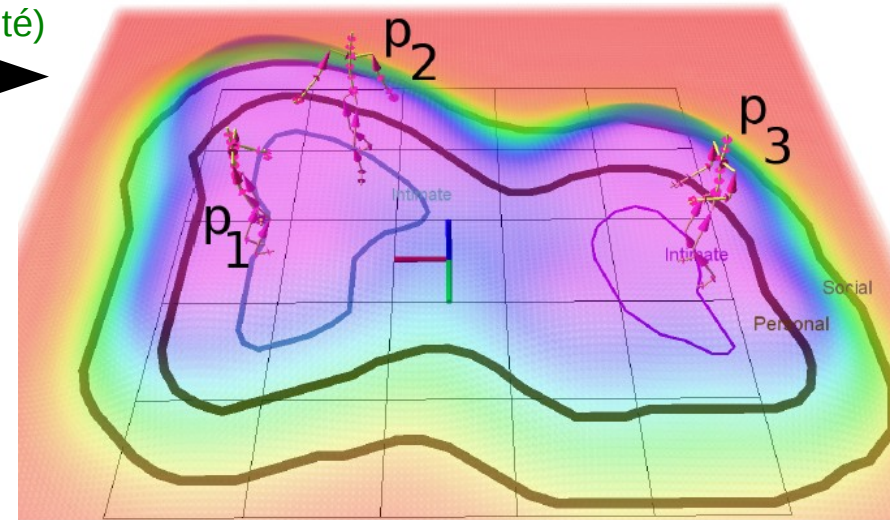


Interprétation probabiliste (plusieurs personnes)

Clustering
des échantillons
(kPCA nouveauté)



Echantillonnage



Zones de sensibilité sociale globale:

- Intime
- Personnelle
- Sociale
- Public

Cas d' utilisation – Exemples avec robot

Interprétation de
comportement social*

video

Planification de chemin
parmi interactions sociales*

video

***Papadakis et al. *Social Mapping of Human Populated environments*, IROS 2013**

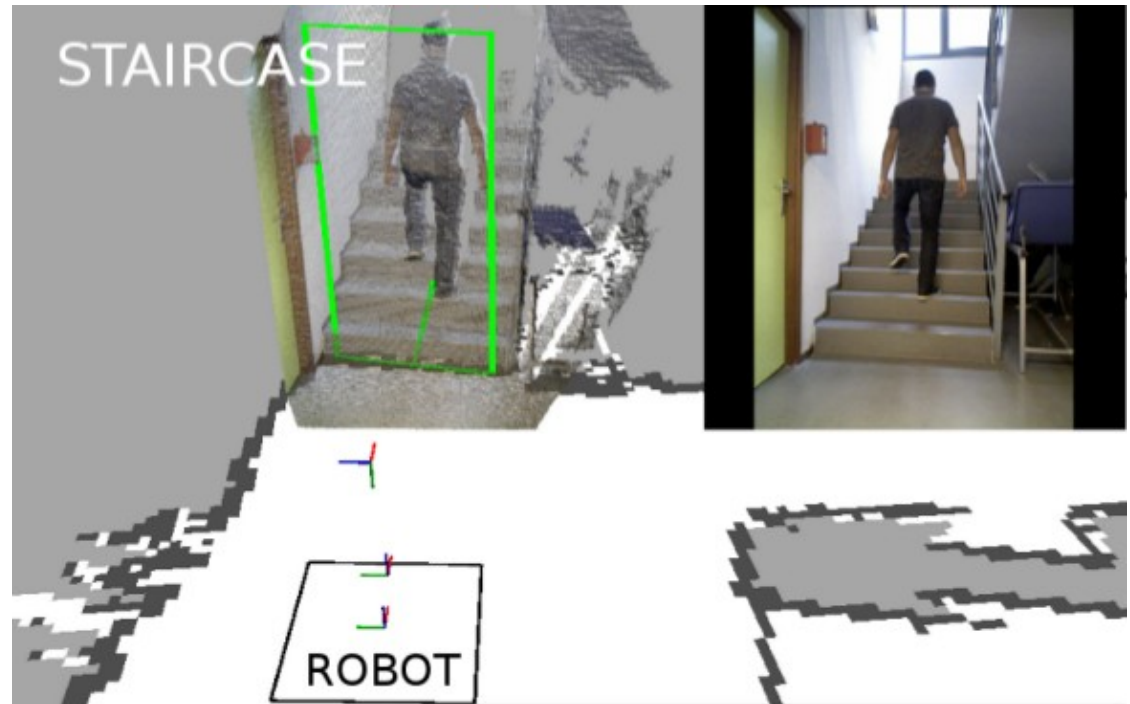
Papadakis et al. *Adaptive Spacing in Human-Robot Interactions*, IROS 2014

Cartographie Sémantique

Basée sur
l'observation
de l'humain

Méthodes & Résultats

Projet **PAL** *Inria*
INVENTORS FOR THE DIGITAL WORLD
(Personally Assisted Living)



Cartographie Sémantique

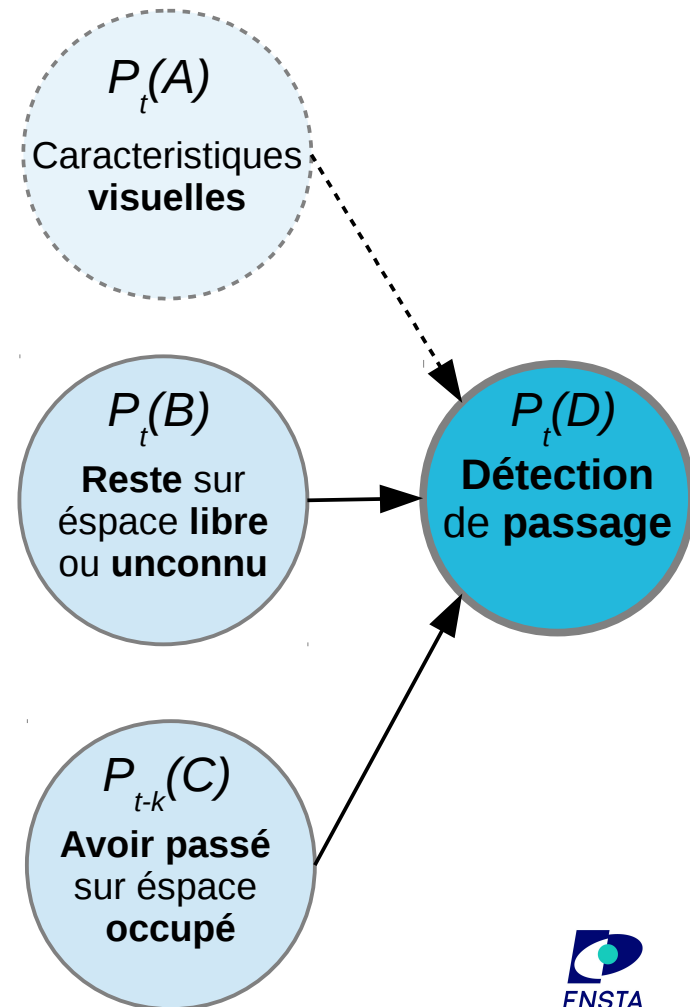
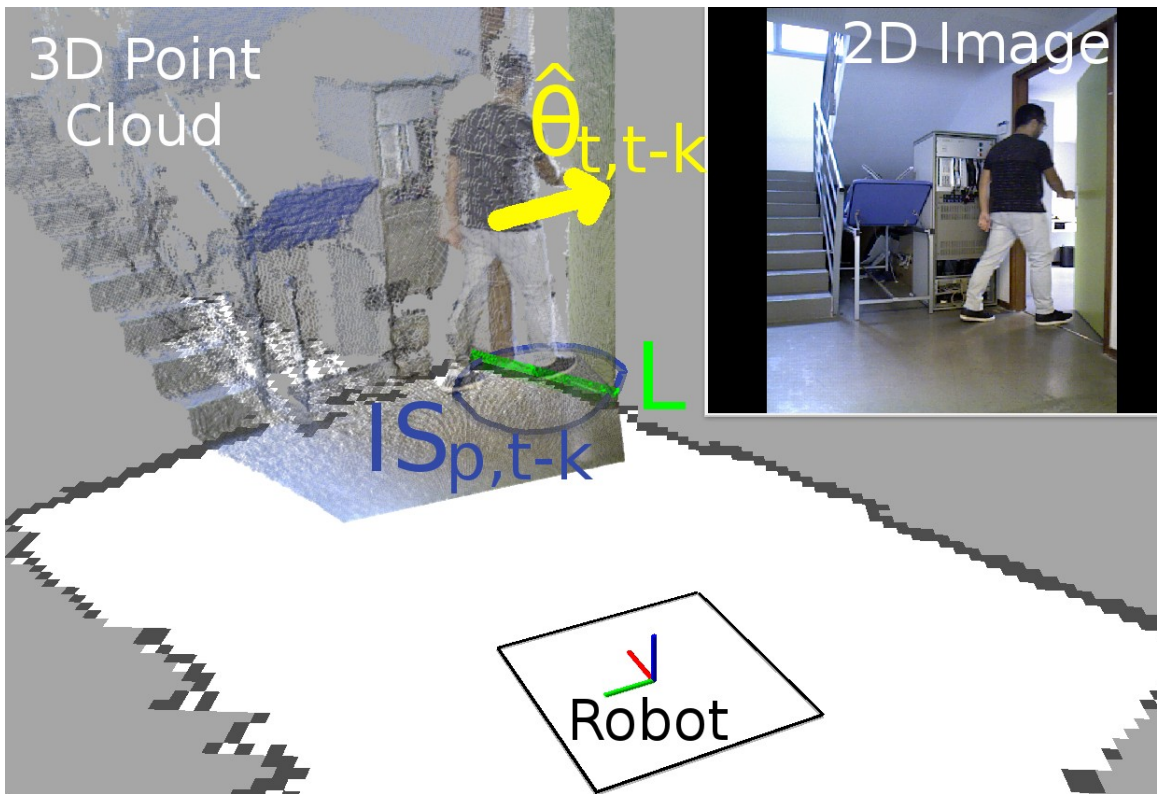
Basée sur
l'observation
de l' humain

Projet **PAL** *Inria*
INVENTORS FOR THE DIGITAL WORLD
(Personally Assisted Living)

Objectifs

- ⊕ Profiter de la **présence** des personnes au sein la cartographie :
 - Détection de **structures larges**
 - Robustesse à la **variance visuelle**
- ⊕ Filtrage de *false-positives*
- ⊕ Étendre d' **espace navigable**

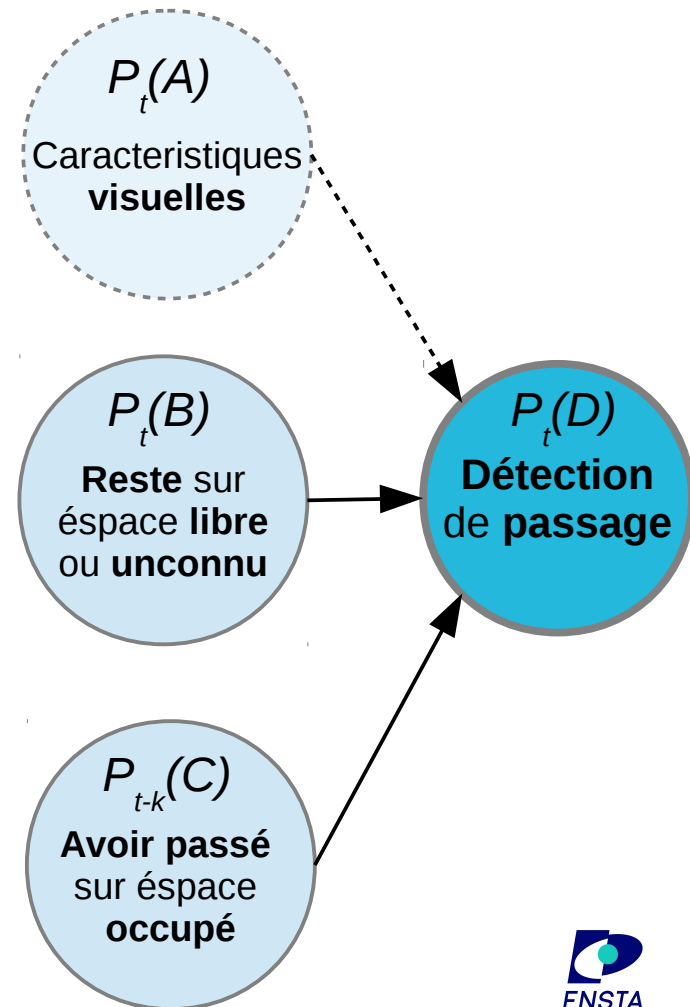
Graphes Bayésiens (fusion de cartographie **métrique & sociale**)



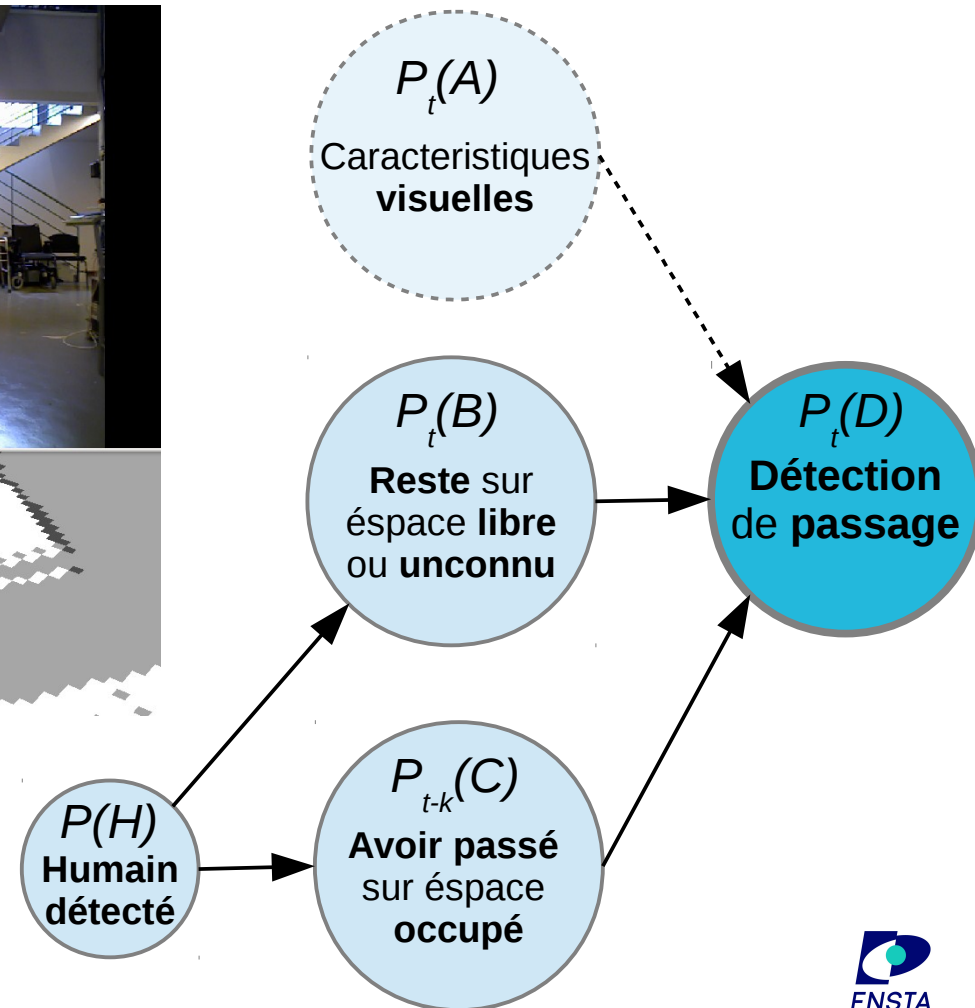
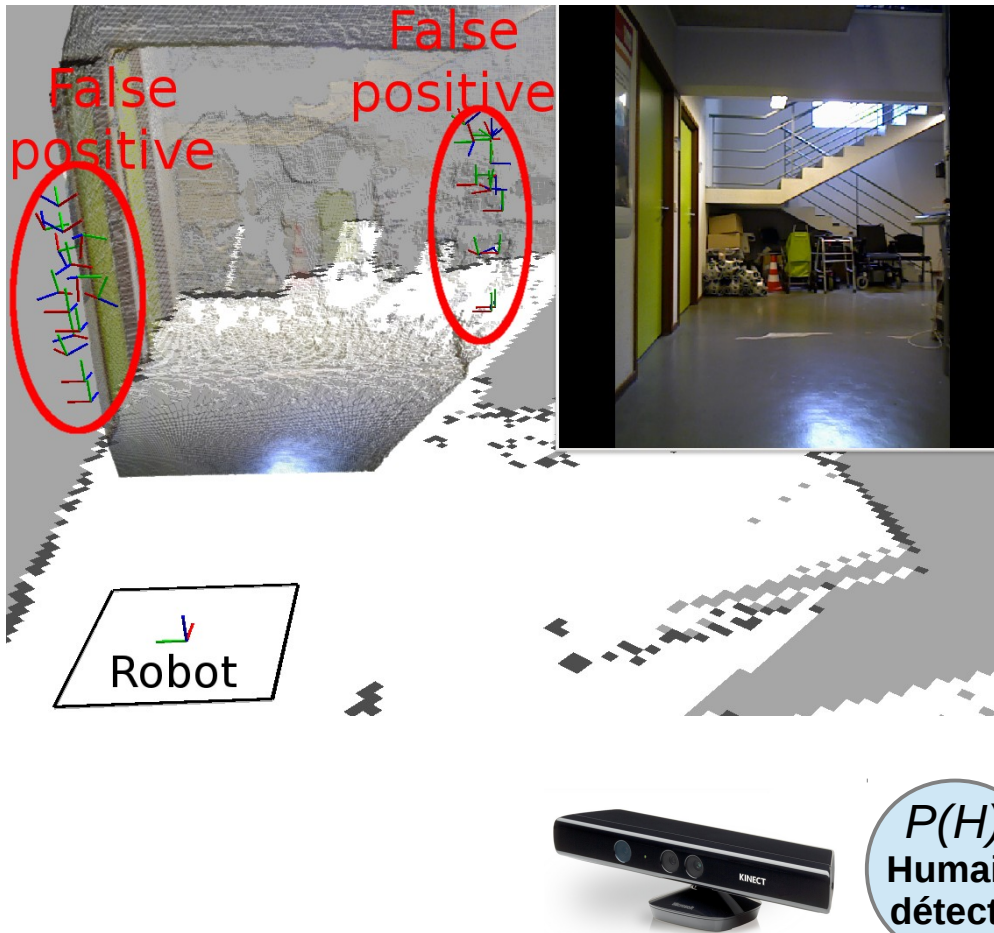
Graphes Bayésiens (fusion de cartographie **métrique & sociale**)



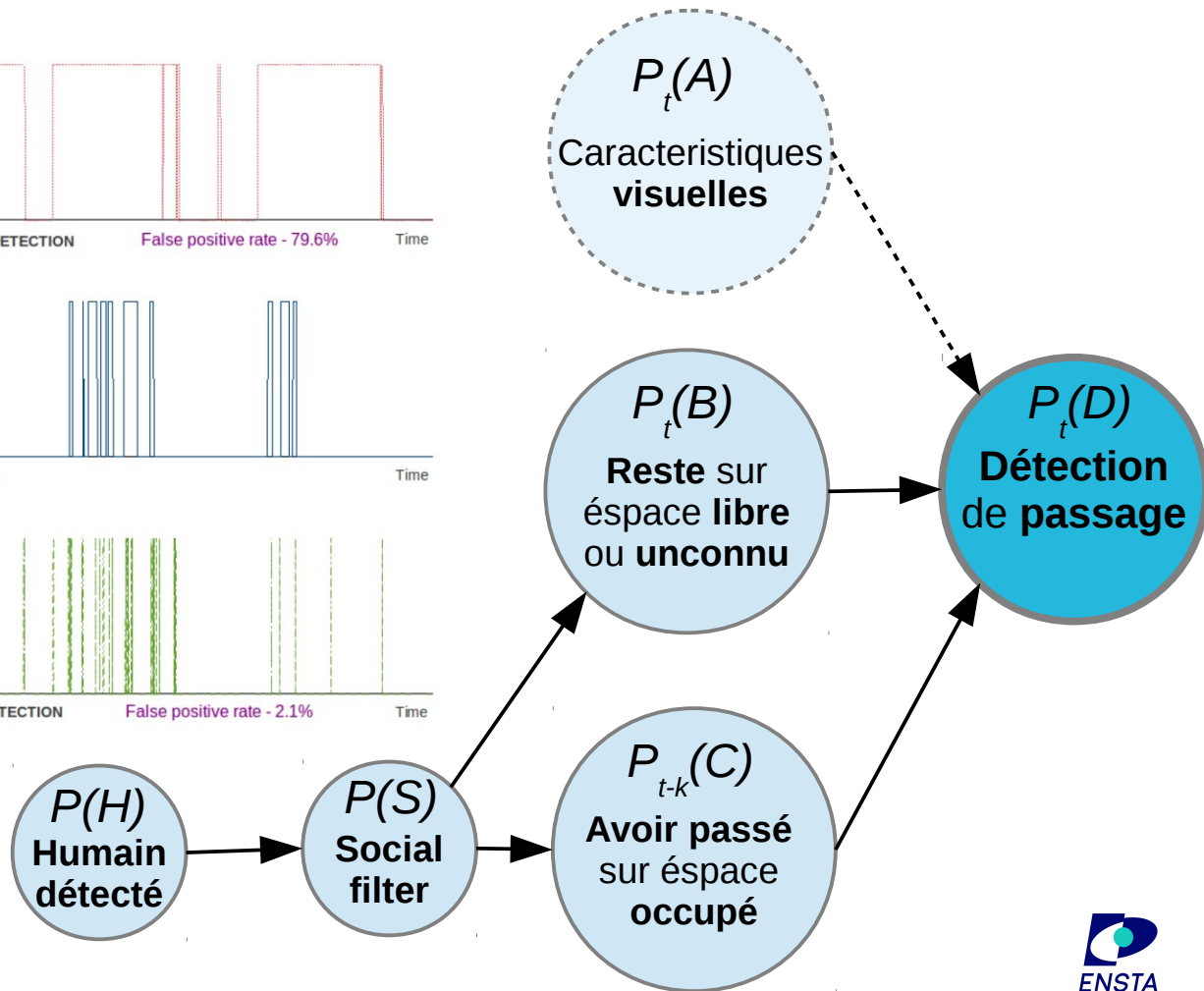
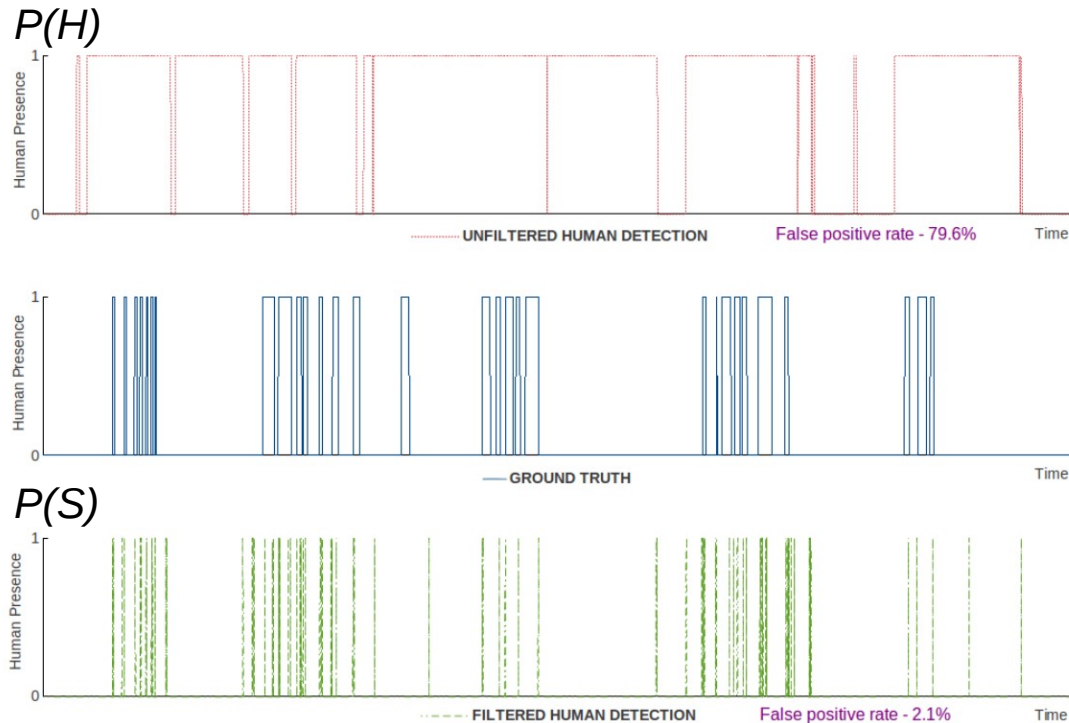
Exemples



Graphes Bayésiens (fusion de cartographie **métrique** & **sociale**)



Graphes Bayésiens (fusion de cartographie **métrique** & **sociale**)



Cas d' utilisation – Exemples avec robot

Détection de passages sans
information visuelle*

video

***Papadakis et Rives.** *Binding Human Spatial Interactions with Mapping for Enhanced Mobility in Dynamic Environments*, **Autonomous Robots**, 2015
provisionally accepted

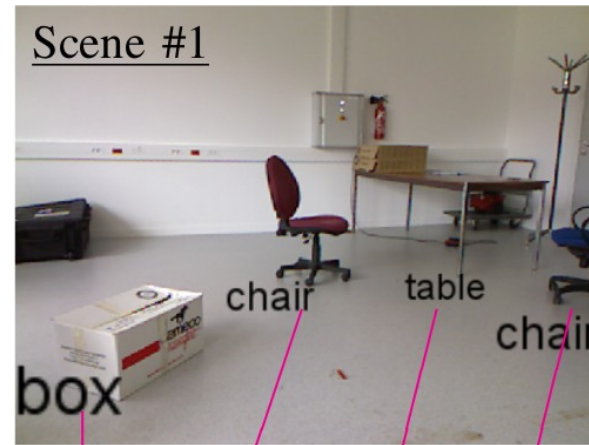
Cartographie Sémantique

Basée sur les
objets

Méthodes & Résultats



PROJET ROME02



Query



Match



Extraction de sémantique avec descripteur global RGB-D*

Fusion

- Couleur, Profondeur & Orientation encodés en **“Projective Light Diffusion Images”**

Caractéristiques

- **Moments centraux de Transformation Ondelettes** - 58 dimensions

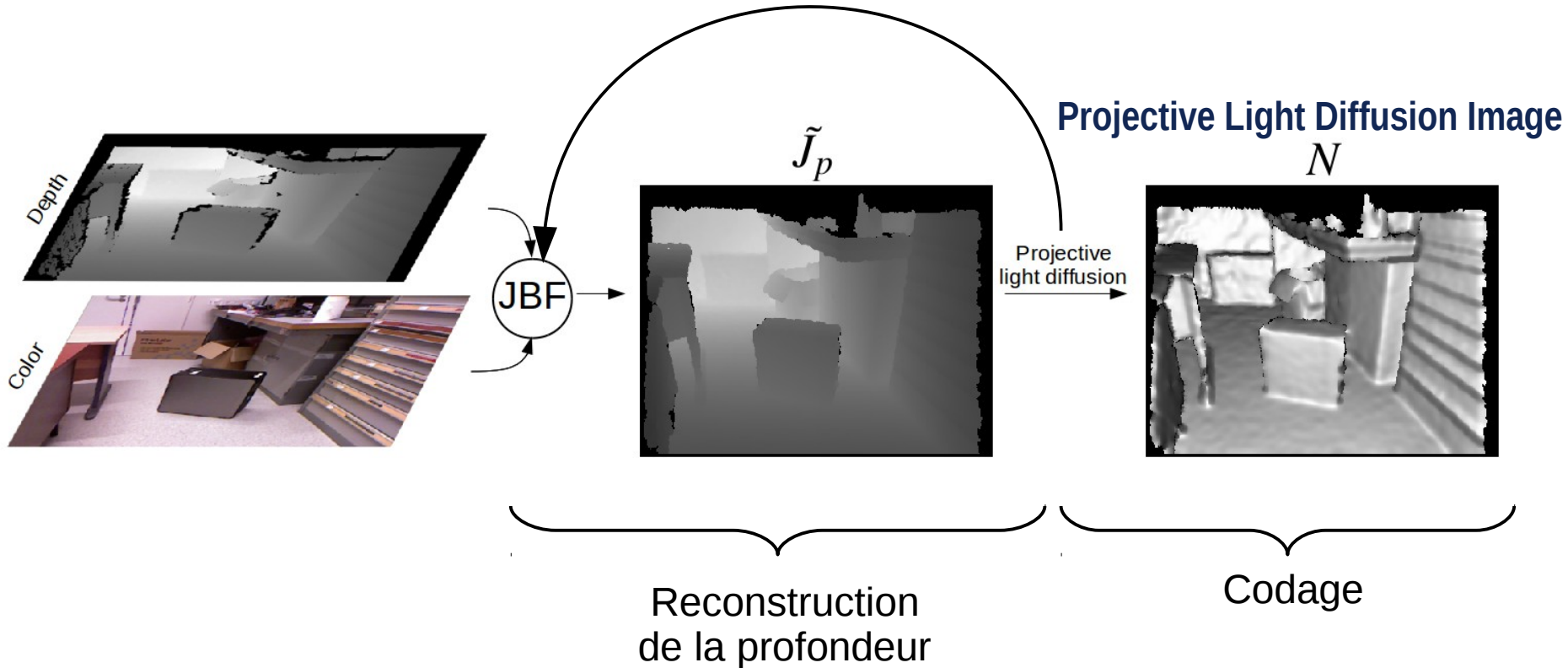
Base de données

- **Semi-automatique**, construction en simulation **Gazebo, ROS**

Efficacité

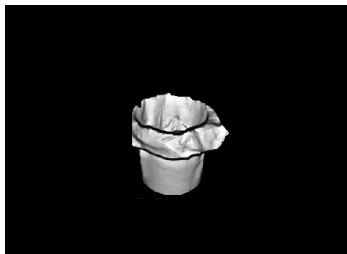
- **6 RGB-D frames/sec** + option multi-threading

Fusion RGB-D & orientation



Segmentation d' objets candidats

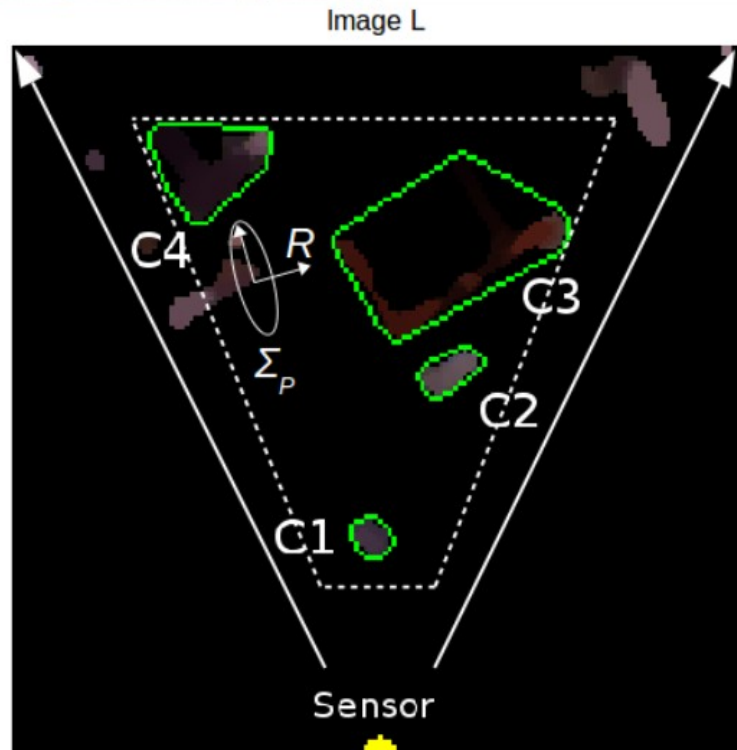
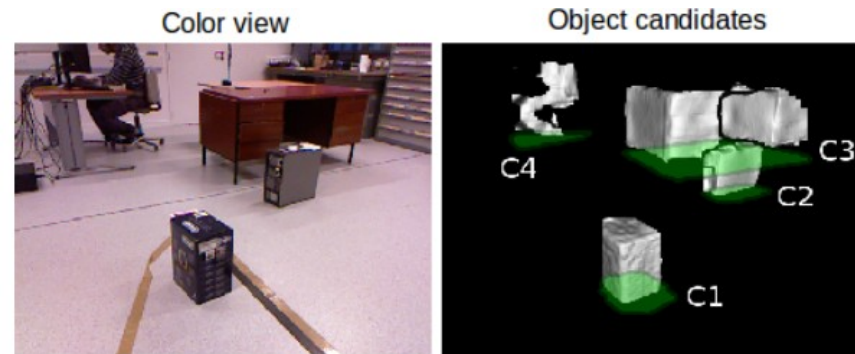
- ⊕ **Projection** de points au **sol**
- ⊕ Estimation de **densité**, pris en compte de la **distribution de l' erreur**
- ⊕ **Traitement d' occlusions**
- ⊕ « **Front/back depth culling** »



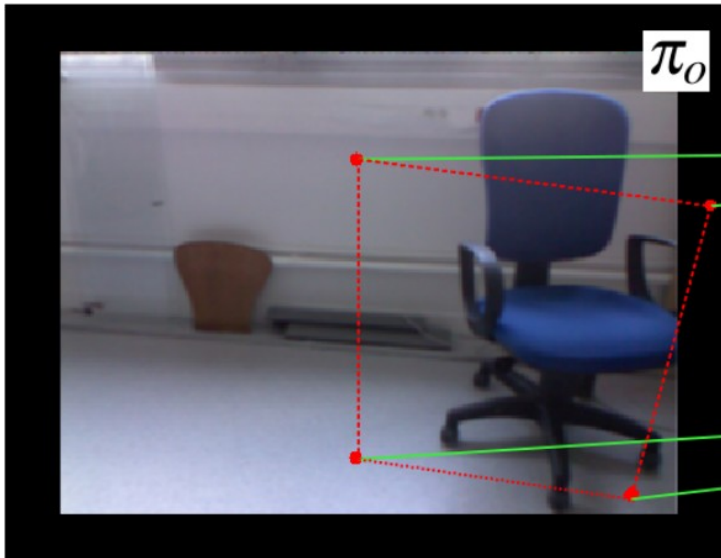
Candidat



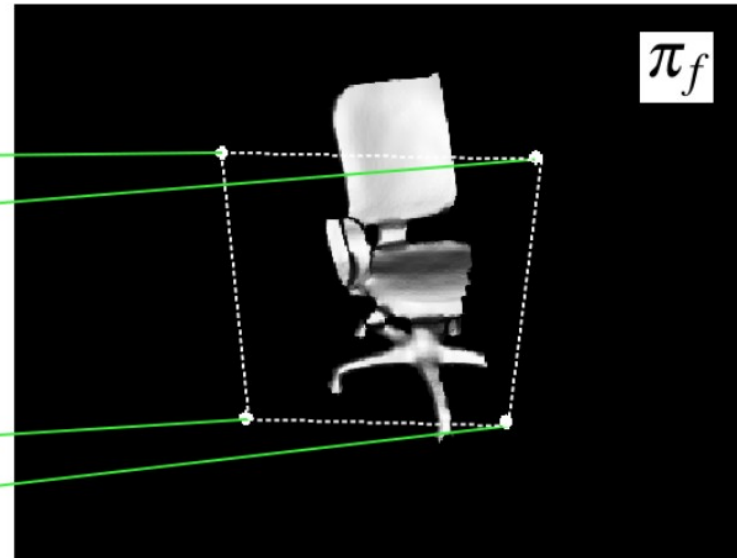
Candidat



Invariance au point de vue (perspective warping)



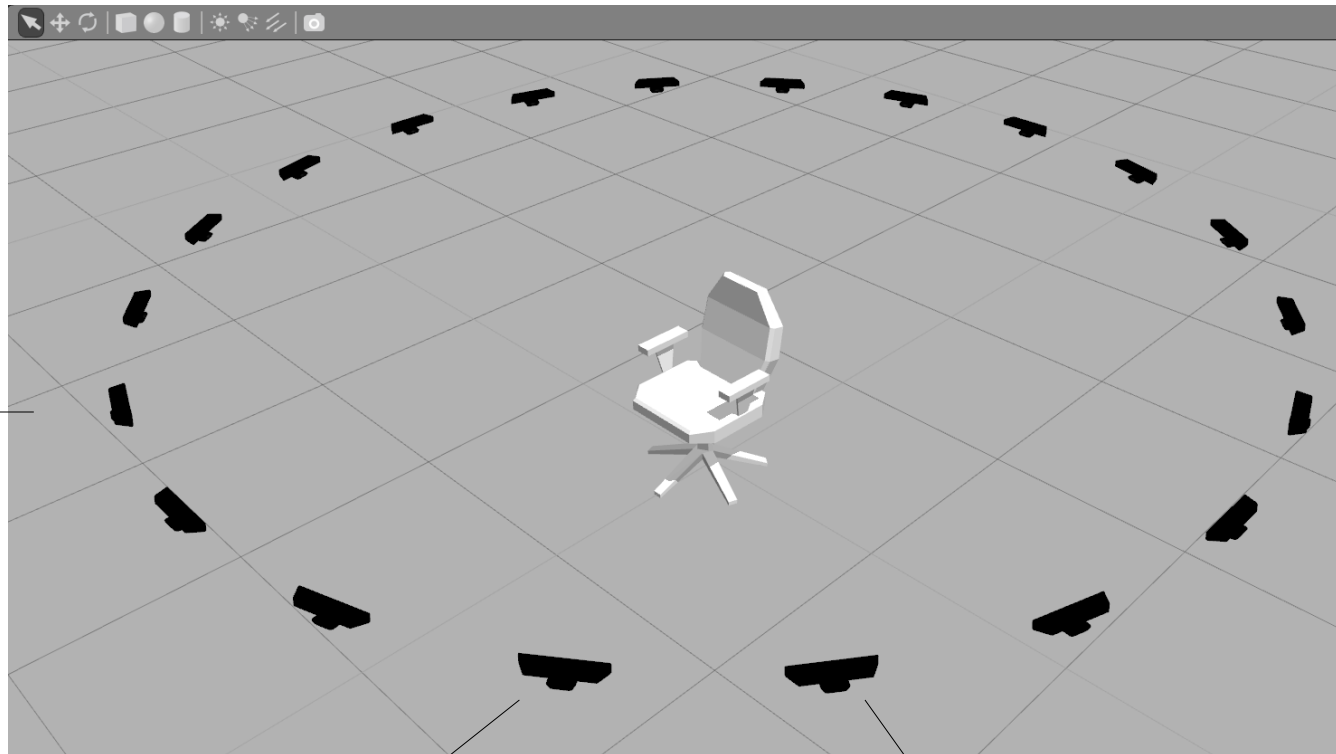
Vue **originale**



Vue **normalisée**

Extraction de descripteurs hors-ligne (en simulation)

Gazebo ROS



PLDI vue

PLDI vue

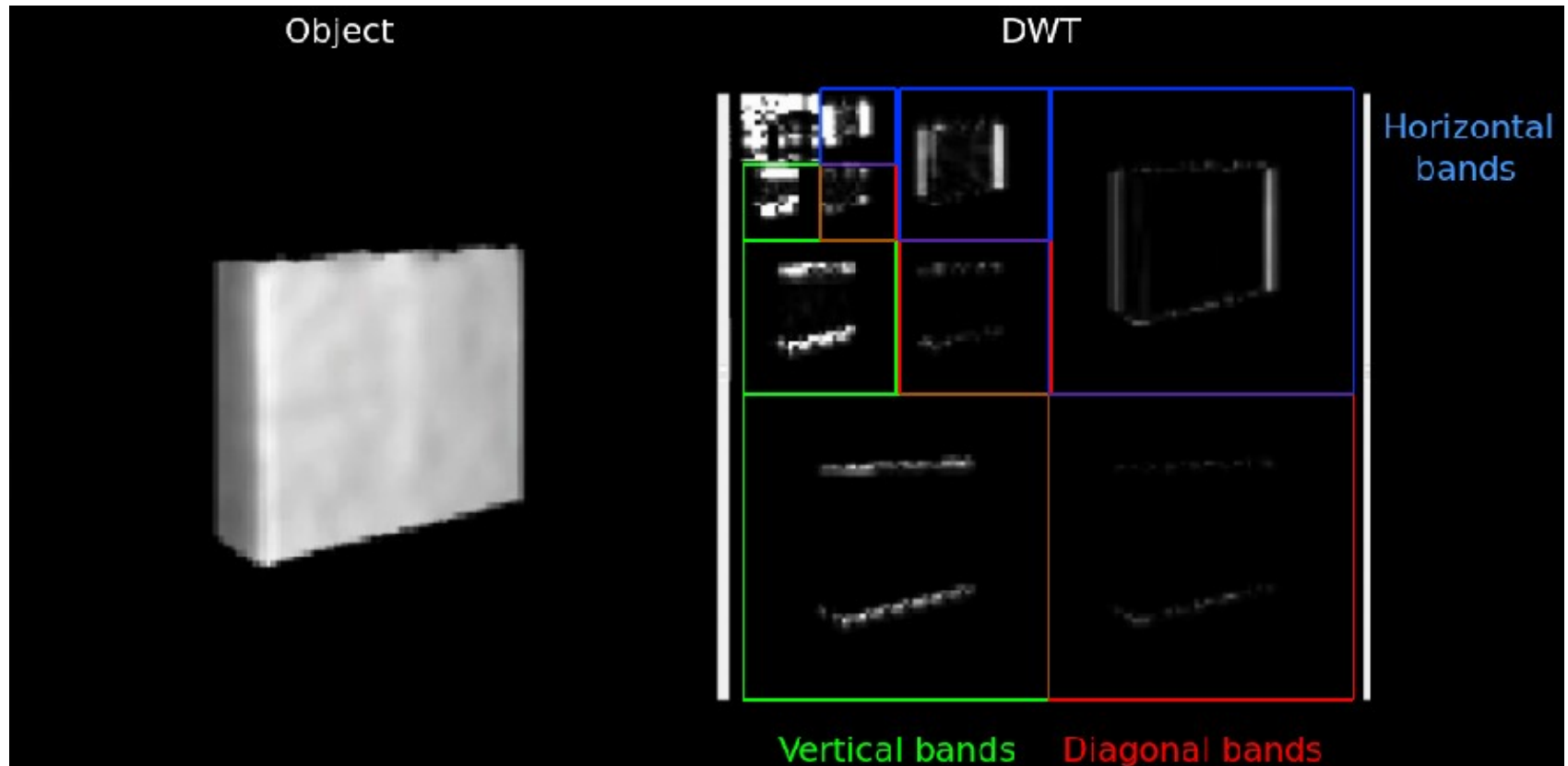


PLDI vue



Extraction de caractéristiques*

(Transformation ondelettes 2D)



***Papadakis et al, "PANORAMA: a 3D Shape Descriptor based on Panoramic Views for unsupervised 3D object retrieval", *International Journal of Computer Vision*, 2010**

Cas d' utilisation – Exemples avec robot

experiment-example*

video

***Papadakis & Filliat**, “*Object Recognition in Cluttered RGB-D Scenes using Projective Light Diffusion Image Expansion*”, **soumis à ICRA 2016**



Fin

Merci de votre attention

École Nationale Supérieure
de **Techniques Avancées**