



Normandie Université



# Vers une **aide à la mobilité** basée sur la **connaissance de l'espace** pour les personnes ayant une **déficience visuelle**.

1

*Marc-Aurèle Rivière, Katerine Romeo, Edwige Pissaloux, Simon Gay (URN)*

*Iannis Toussaint (URN & Sorbonne)*

*Marion Chottin (IHRIM, UMR 5317/CNRS, ENS Lyon),*

*Pierre Ancet (CGC, UMR 7366, CNRS - Université de Bourgogne), et*

*Ramiro Velazquez (U. Agascalientes, MX)*

## Introduction: nos thématiques

- Développement de **dispositifs d'assistance aux Déficients Visuels (DV)**
  - Autonomie
  - Sécurité
  - Intégration à la société
  - Qualité de vie
- Projets **TETMOST** et **ACCESSPACE** :
  - **ACCESSPACE** (FR-MX): aide électronique à l'orientation et la navigation
  - **TETMOST** (CNRS, défi AUTON): interface tactile pour l'accès à l'art

## Solutions actuelles:

- **Cartes thermoformées** (c.f. fig 1):
  - Statiques, allothétiques
- **Cartes tactiles électroniques:**
  - Carte Interactive Multimodale (Brock, Truillet, Oriola, & Jouffrais, 2010) (c.f. fig 1).
  - “You Are Here” Maps (Zeng & Weber, 2016)
- **Cannes améliorées:**
  - Teletact (Farcy et al., 2006) (c.f. fig 2)
  - 2SEES Smart Stick (Connier et al., 2018)
    - *Revue des cannes électroniques : Motta et al., 2018*

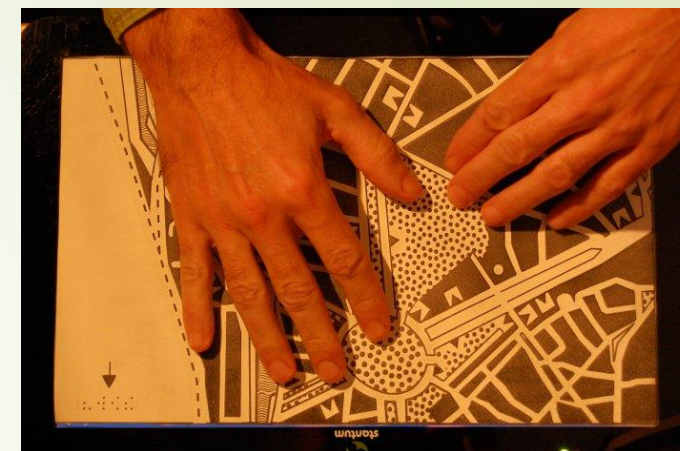


Fig 1: Carte Interactive Multimodale



Fig 2: Télétact

## Solutions actuelles :

➤ Dispositifs de **substitution sensorielle** (Bach-y-Rita, 1972):

➤ **Lunettes intelligentes (IG)** (c.f. fig 3):

➤ (Pissaloux, Velazquez, & Maingreaud, 2008)

➤ **ALVU** (c.f. Fig 4):

➤ (Katzschmann, Araki, & Rus, 2018)

➤ **NAVIG** :

➤ (Kammoun et al., 2012)



Fig 3: lunettes intelligentes



Fig 4: ALVU

## Solutions actuelles:

- Beaucoup d'aides actuelles se **focalisent sur le déplacement**:
  - Soit par évitement d'obstacles
  - Soit par guidage de proche en proche, sur un chemin prédéfini
- **Mobilité** repose sur le **déplacement** et **l'orientation**
- **Autonomie** → nécessite de **disposer d'une aide à l'orientation** :
  - Fournir des informations permettant aux PPIV de
    - Se représenter l'espace environnant à grande échelle
    - Choisir le chemin à emprunter.

## Représenter l'espace:

- **Problème** : canal tactile bien moins important que le canal visuel !
  - Synthétiser l'information
  - Trouver l'essentiel
- Représentation minimale mais suffisante de l'espace: ***gist spatial***
  - (Pissaloux et al. 2017)
  - Carte « augmentée »
- Basé sur les **modèles de cognition spatiale** (Waller & Nadel, 2013):
  - Quelles caractéristiques de l'espace sont extraites et utilisées pour s'orienter et se déplacer (Wang & Spelke, 2002).

# Représenter l'espace:

- **Proposition**: modèle à 4 caractéristiques:
  - **Points d'intérêt** : pour se localiser par rapport à des éléments saillants
    - E.g. : position des œuvres d'art (avec indication audio de leur identité)
  - **Direction**: pour savoir où l'on veut aller
    - E.g. : flèche d'orientation égocentrée de la destination
  - **Possibilités de chemins**: pour savoir où l'on peut aller
    - Pour choisir le chemin qui nous convient
  - **Obstacles**

## Notre objectif:

- **Données pertinentes sur l'organisation spatiale** des alentours
- **Codage intuitif**: Interprétation aisée des boucles sensorimotrices
- **Interface dynamique**:
  - Se met à jour selon les mouvements du porteur
  - Mise à jour en temps réel
    - Compatible avec la vitesse de marche d'en PPIV
- Permet également la **représentation tactile d'œuvres d'art**



# L'interface:

## ► Trois catégories de technologies:

► Vibro-tactile: *Feelif*

► Modification de la forme (picots / taxels) :

► *Blitab, Tactonom, Hypebraille (c.f. fig 5), Graffiti*

► Modification de rugosité (frottements au doigt)

► Vibrations ultrasoniques: *STIMTAC, E-Vita, HAP2U*

► Electro-adhesion: *Tanvas, Senseg, TeslaTouch*



Fig 5: Hyperbraille

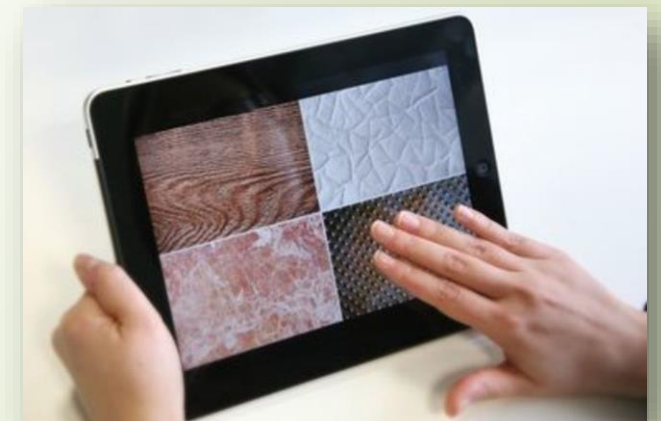


Fig 6: Senseg

## L'interface:

- Tablette **STIMTAC** (L2EP, Lille 1 - c.f. fig 7):
- Modifie la friction de sa surface pour **opposer plus ou moins de résistance au mouvements du doigt** (c.f. fig 8).
  - [Amberg et al., 2011](#)
- Permet de coder de l'information en modulant la **résistance au mouvement**
  - « Langage » tactile
  - [van Erp, 2005](#)
  - [van Erp, Kroon, Mioch, & Paul, 2017](#)

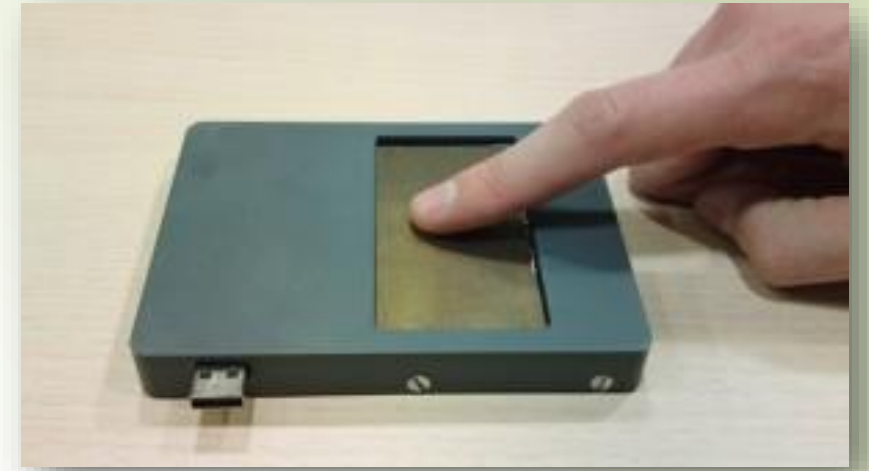


Fig 7: STIMTAC

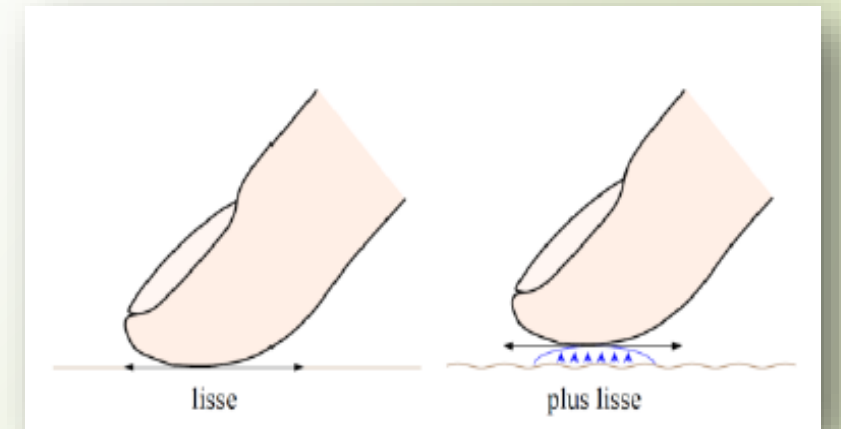


Fig 8: Illustration du fonctionnement de la STIMTAC

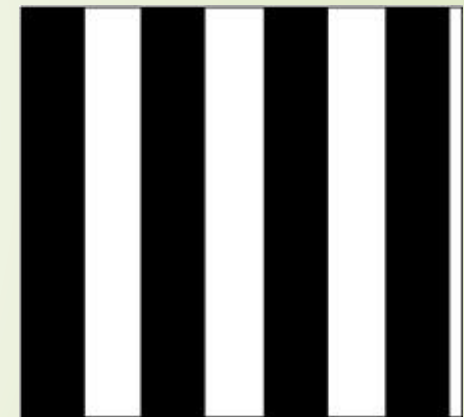
# Encoder le *gist* spatial:

## ► Niveau de frottements:

- Combien de « pas » de friction sont 100% discriminables (JND)

## ► Textures tactiles: variation spatiale de résistance

- Combien de textures sont discriminables à 100%
- (Vezzoli, Sednaoui, Amberg, Giraud, & Lemaire-Semail, 2016)

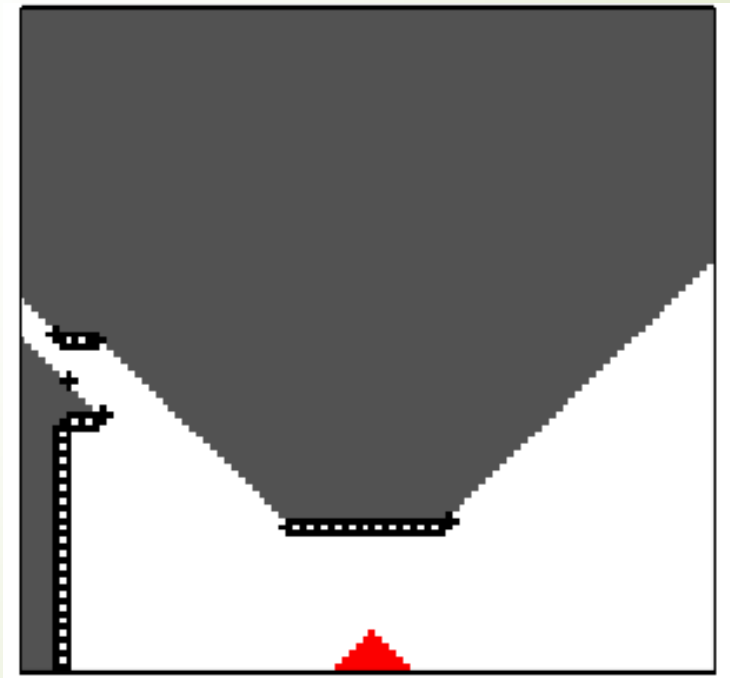
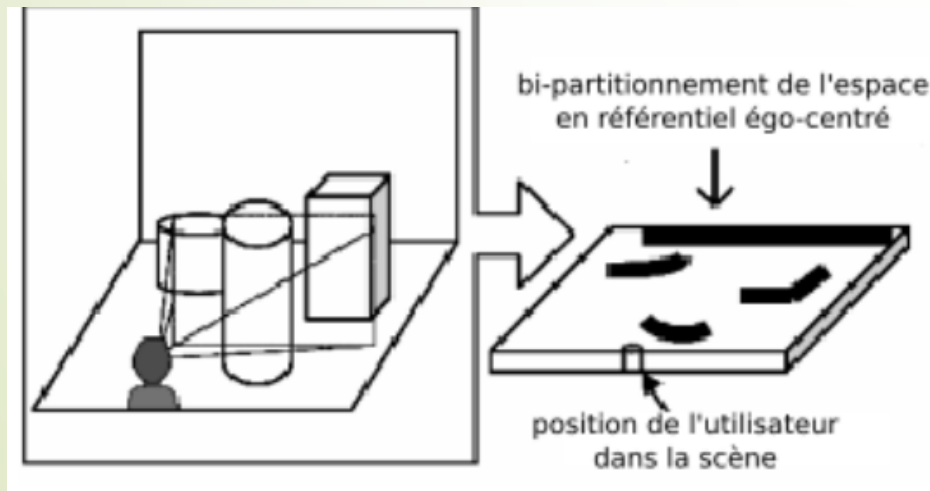


## ► Variations dans le temps selon les mouvements du PPIV

- Lier action et variations perceptives (O'Regan & Noe, 2001).
- L'externalisation (Lenay et al., 2003).

## Encoder le *gist* spatial:

- **Représentation d'obstacles** (en projection égocentrée):
- 2 niveaux de résistance: zone empruntable ou non
  - Bi-partitionnement
- Texture pour les bords



# Premières évaluations: protocole

- **Evaluations psychophysiques préliminaires :**
  - Discriminabilité des niveaux de frottements
  - Discriminabilité des textures tactiles
  - Reconnaissance de formes géométriques basiques
  
- **Matériel:** STIMTAC + ordinateur
  
- **Participants:**
  - 12 PPIV totale
  - De naissance et tardifs
  - 20-50 ans

# Premières évaluations: stimuli

## Exemples:

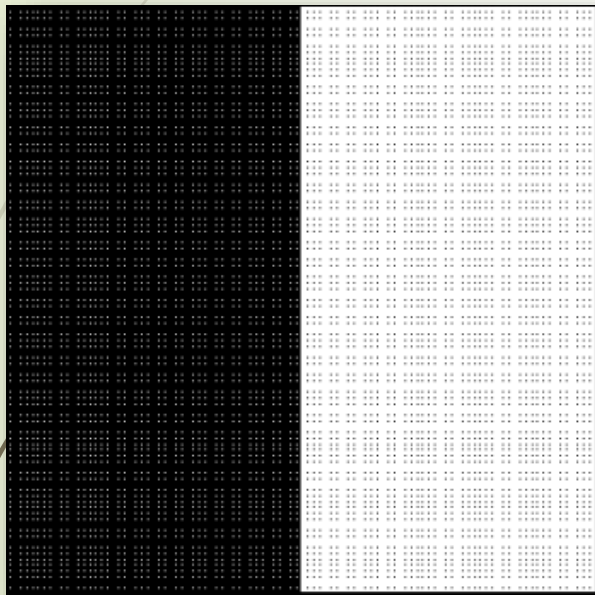


Fig 9: Différence de textures

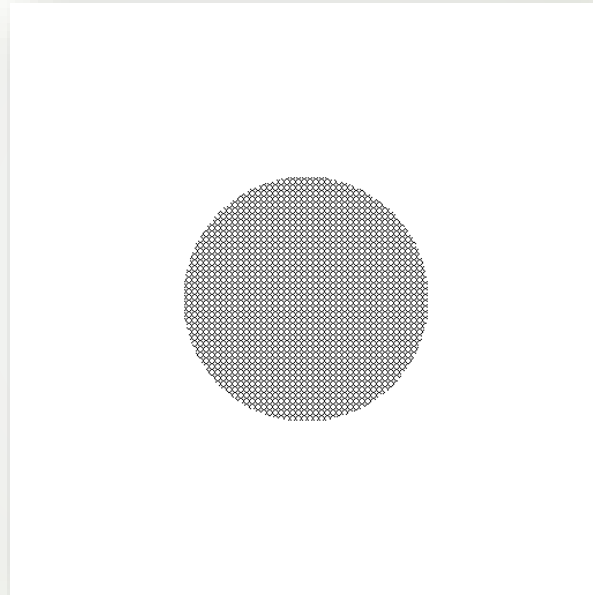


Fig 10: Objet texturé

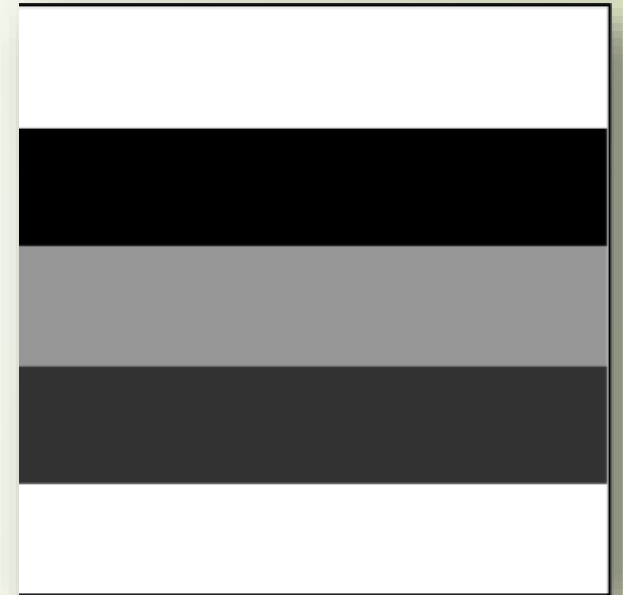


Fig 11: Dégradé

# Premières évaluations: résultats

## ➤ Résultats sur la discriminabilité:

### ➤ Discrimination des **niveaux de frottements:**

➤ Max / Absence : **50%** de discrimination correcte

➤ Dégradé: **0%**

### ➤ Discrimination des **textures:**

➤ Bonne discrimination d'une texture / absence : **92%**

➤ Texture 1 / Texture 2 (2 fois plus dense) : **67%**

### ➤ **Formes géométriques (cercle) : 4%**

# Premières évaluations: résultats

## ➤ Limites de l'interface:

- Nombre de pas de frottements discriminables trop faible
- Textures relativement bien distinguable, mais pas à 100%
- Pas de perception directe des contours (même si texturés)
- Dispositif mono-toucher

➤ La **quantité d'information « encodable » insuffisante** pour nos objectifs

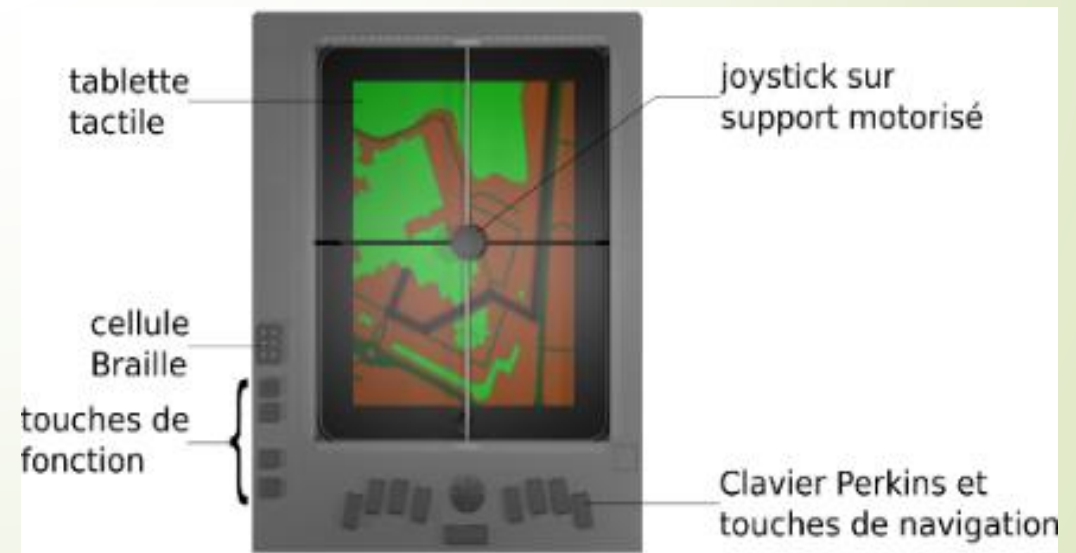
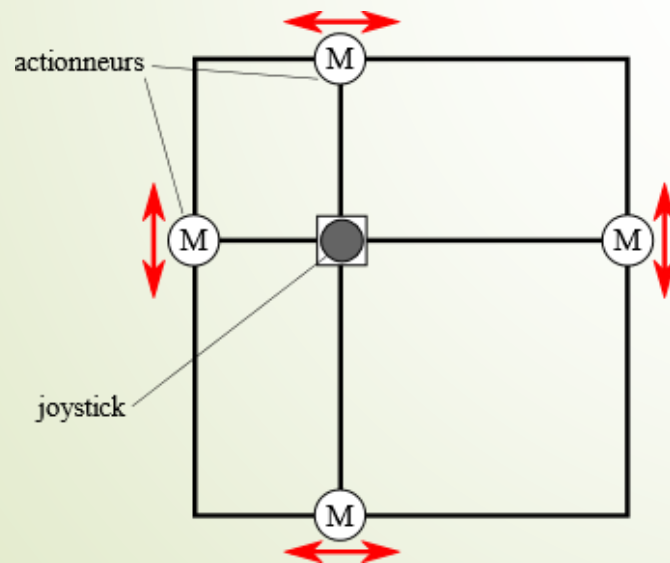
➤ Nécessité d'un **autre type d'interface** pour afficher le gist spatial



## Discussion et travaux futurs:

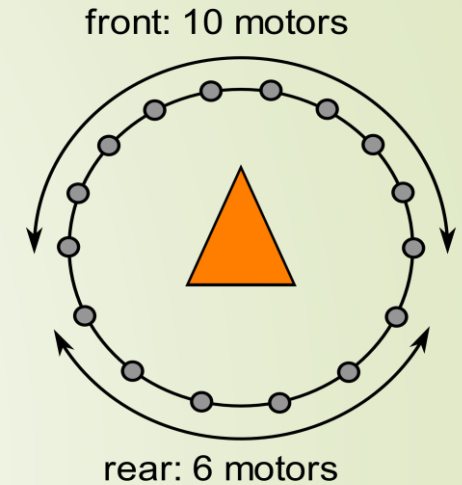
Deux interfaces alternatives sont étudiées:

- **F2T**: tablette à retour de force ([Gay, Rivière & Pissaloux, 2018](#))
  - Simuler des textures ou relief → variation temporelle de la résistance.
  - Guider le doigt du PPIV le long d'un contour ou d'un chemin.



## Discussion et travaux futurs:

- **TactiBelt:** ceinture équipée de vibrateurs à 360°
  - [Rivière, Gay & Pissaloux, 2018](#)
  - Affichage égocentré par des patterns de vibrations
    - Obstacles
    - Possibilités de chemins
    - Points d'Intérêt
    - Destination
  - Intensité codant la distance
  - Guidage en intérieur et extérieur

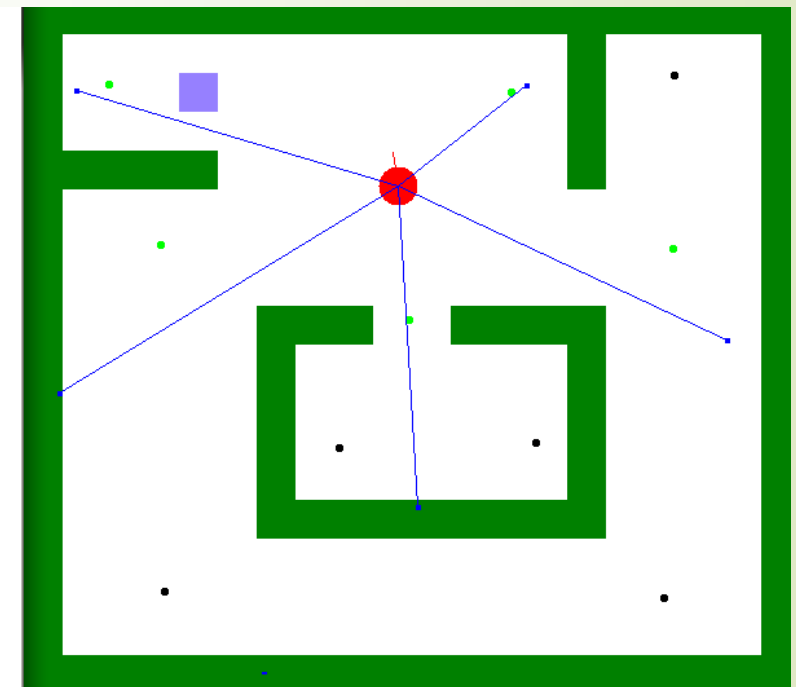
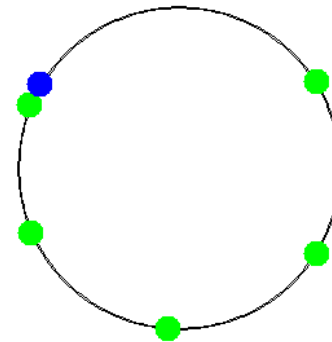
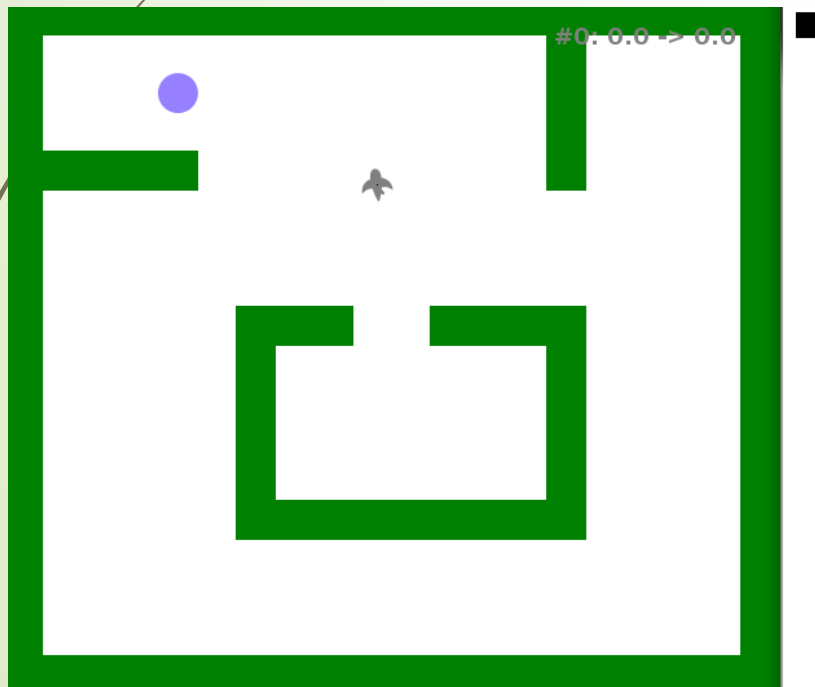


# Discussion et travaux futurs:

## Navigation virtuelle:

- Possibilité de chemins: vert
- Cible: bleu
- Obstacles: noir

} 3 types (patterns) de vibrations





Normandie Université



# Remerciements

Merci à nos partenaires

# Références:

- Amberg, M., Giraud, F., Semail, B., Olivo, P., Casiez, G., & Roussel, N. (2011). STIMTAC: a tactile input device with programmable friction (p. 7). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/2046396.2046401>
- Bach-y-Rita, P. (1972). *Brain mechanisms in sensory substitution*. New York: Academic Press.
- Brock, A., Truillet, P., Oriola, B., & Jouffrais, C. (2010). Usage of multimodal maps for blind people: why and how. In *ITS '10 - ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp. 247–248). Saarbruecken, Germany: ACM. <https://doi.org/10.1145/1936652.1936699>
- Brock, A. M., Truillet, P., Oriola, B., Picard, D., & Jouffrais, C. (2015). Interactivity improves usability of geographic maps for visually impaired people. *Human-Computer Interaction*, 30(2), 156–194.
- Connier, Jean., Xu, S., Vaslin, P., de Vault, C., Shi, M.H., Hou, K & Li, J.J. (2018). The 2SEES smart stick: conception and experiments. *Proceedings of HCI 2018*. Springer.
- Farcy, R., Leroux, R., Jucha, A., Damaschini, R., Grégoire, C., & Zogaghi, A. (2006). Electronic Travel Aids and Electronic Orientation Aids for blind people: technical, rehabilitation and everyday life points of, 13.

## Références:

- ▶ Gay, S., Rivière, M.-A., & Pissaloux, E. (2018). Towards Haptic Surface Devices with Force Feedback for Visually Impaired People. In K. Miesenberger & G. Kouroupetroglou (Eds.), *Lecture Notes in Computer Sciences* (Vol. 10897, pp. 1–9).
- ▶ Kammoun, S., Parseihian, G., Gutierrez, O., Brilhault, A., Serpa, A., Raynal, M., ... Jouffrais, C. (2012). Navigation and space perception assistance for the visually impaired: The NAVIG project. *IRBM*, 33(2), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.irbm.2012.01.009>
- ▶ Katzschmann, R., Araki, B., & Rus, D. (2018). Safe Local Navigation for Visually Impaired Users with a Time-of-Flight and Haptic Feedback Device. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2018.2800665>
- ▶ Lenay, C., Gapenne, O., Hanne-ton, S., Marque, C., & Genouëlle, C. (2003). Sensory substitution: Limits and perspectives. *Touching for Knowing*, 275–292.

# Références:

- Motta, G., Ma, T., Liu, K., Pissaloux, E., Yusro, M., Ramli, K., ... Hou, K.-M. (2018). Overview of Smart White Canes: Connected Smart Cane from Front End to Back End. In E. Pissaloux & R. Velazquez (Eds.), *Mobility of Visually Impaired People* (pp. 469–535). Cham: Springer International Publishing.
- O'Regan, J. K., & Noë, A. (2001). A sensorimotor account of vision and visual consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(05), 939–973.
- Pissaloux, E., Velazquez, R., & Maingreaud, F. (2008). Intelligent glasses: A multimodal interface for data communication to the visually impaired (pp. 120–124). IEEE.
- Pissaloux, E., Velazquez, R., Hersh, M., & Uzan, G. (2017). Towards a Cognitive Model of Human Mobility: An Investigation of Tactile Perception for use in Mobility Devices. *Journal of Navigation*, 70(01), 1–17. <https://doi.org/10.1017/S0373463316000461>
- Rivière, M.-A., Gay, S., & Pissaloux, E. (2018). TactiBelt: integrating spatial cognition and mobility theories into the design of a novel orientation and mobility assistive device for the blind. In K. Miesenberger & G. Kouroupetroglou (Eds.), *Lecture Notes in Computer Sciences* (Vol. 10897, pp. 1–4). Springer International Publishing.

## Références:

- ▶ van Erp, J. B. F. (2005). Vibrotactile Spatial Acuity on the Torso: Effects of Location and Timing Parameters (pp. 80–85). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WHC.2005.144>
- ▶ van Erp, J. B. F., Kroon, L. C. M., Mioch, T., & Paul, K. I. (2017). Obstacle Detection Display for Visually Impaired: Coding of Direction, Distance, and Height on a Vibrotactile Waist Band. *Frontiers in ICT*, 4.
- ▶ Vezzoli, E., Sednaoui, T., Amberg, M., Giraud, F., & Lemaire-Semail, B. (2016). Texture Rendering Strategies with a High Fidelity - Capacitive Visual-Haptic Friction Control Device. In F. Bello, H. Kajimoto, & Y. Visell (Eds.), *Haptics: Perception, Devices, Control, and Applications* (Vol. 9774, pp. 251–260). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42321-0\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42321-0_23)
- ▶ Waller, D., & Nadel, L. (Eds.). (2013). *Handbook of spatial cognition*. Washington: American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13936-000>
- ▶ Wang, R. F., & Spelke, E. S. (2002). Human spatial representation: Insights from animals. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(9), 376–382.
- ▶ Zeng, L., & Weber, G. (2016). Exploration of Location-Aware You-Are-Here Maps on a Pin-Matrix Display. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 46(1), 88–100.