



Perception Active Multimodale

Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique

Université Pierre et Marie Curie - CNRS UMR 7222

L'équipe (ISIR)

Permanents

- Sylvain Argentieri
- Bruno Gas
- Stéphane Genet
- Jean-Luc Zarader

Doctorants

- Charlie Couverture
- Alban Laflaquiere
- Mathieu Bernard

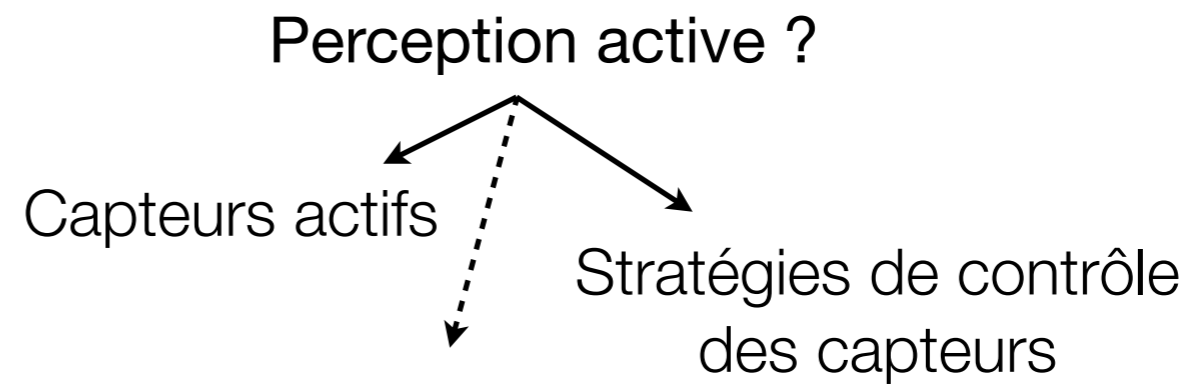
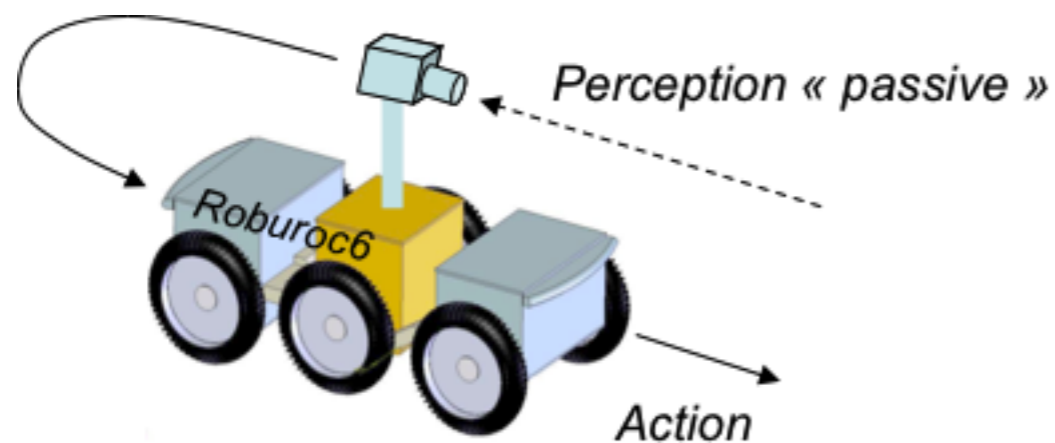
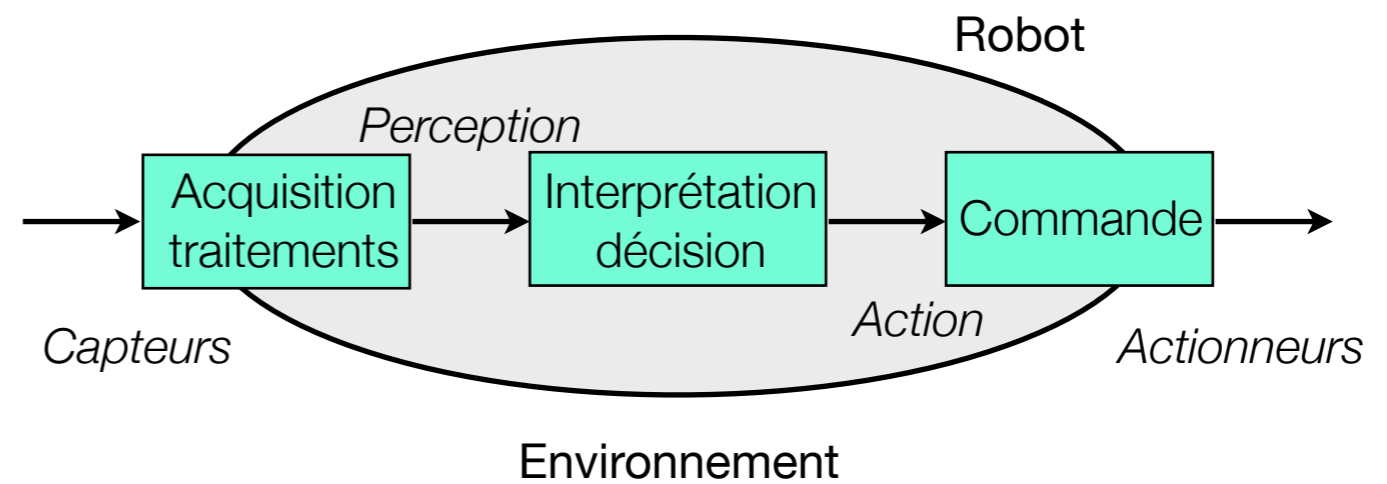
Post-doctorant

- Olivia Breysse

Financement (ANR) et collaborations

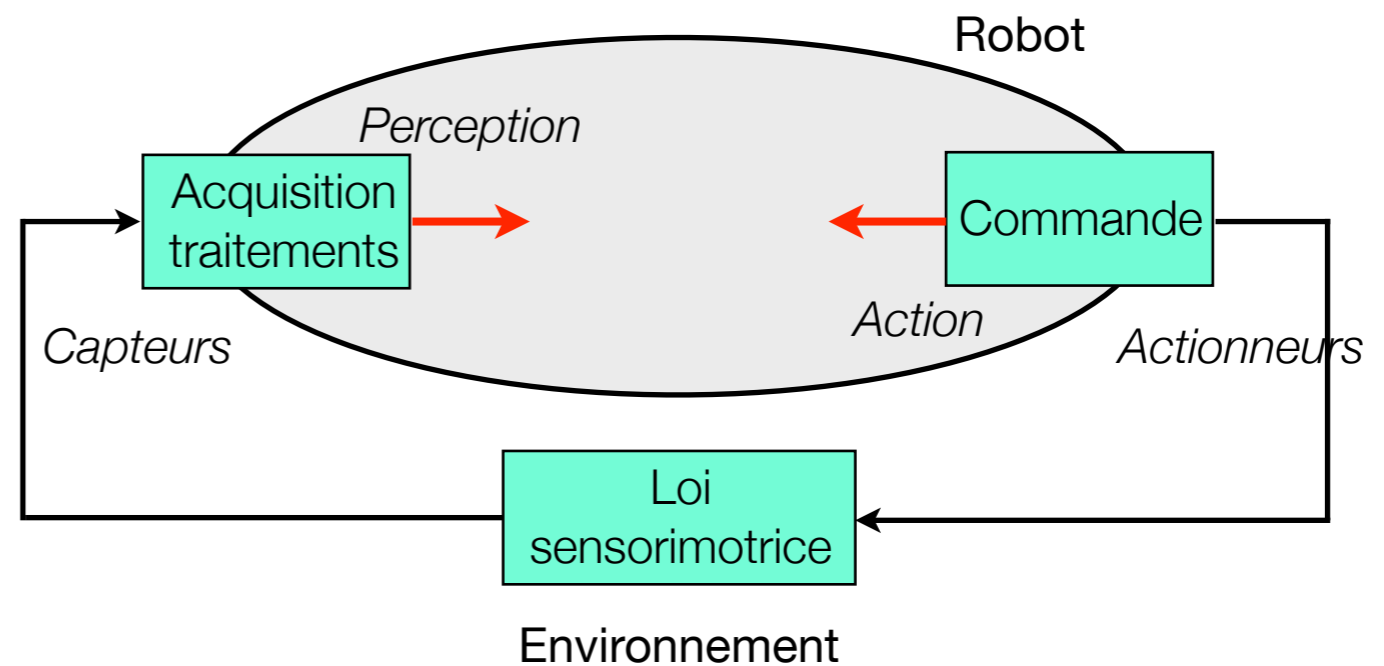
- Projet ANR BINAAHR (*Binaural Active Audition for Humanoid Robots*)
- Kevin O'Regan (LPP/Paris 5)
- Alain de Cheveigné (LPP/Paris 5)
- Patrick Danes (LAAS/Toulouse)
- H.G. Okuno, K. Nakadaï, M. Kumon (Kyoto Univ., Titech, Kumamoto)
- Eduardo Castillo-Castaneda (Inst. Pol. Nat. du Mexique)

Perception et robotique



► Nécessite des modèles de l'environnement

Perception active



Perception active

-> approche sensorimotrice de la perception



- ▶ Aucune hypothèse sur la nature de l'environnement
- ▶ Toutes les notions sur l'espace extérieur et les formes sont élaborées à partir du flux sensorimoteur et de l'expérience sensorimotrice

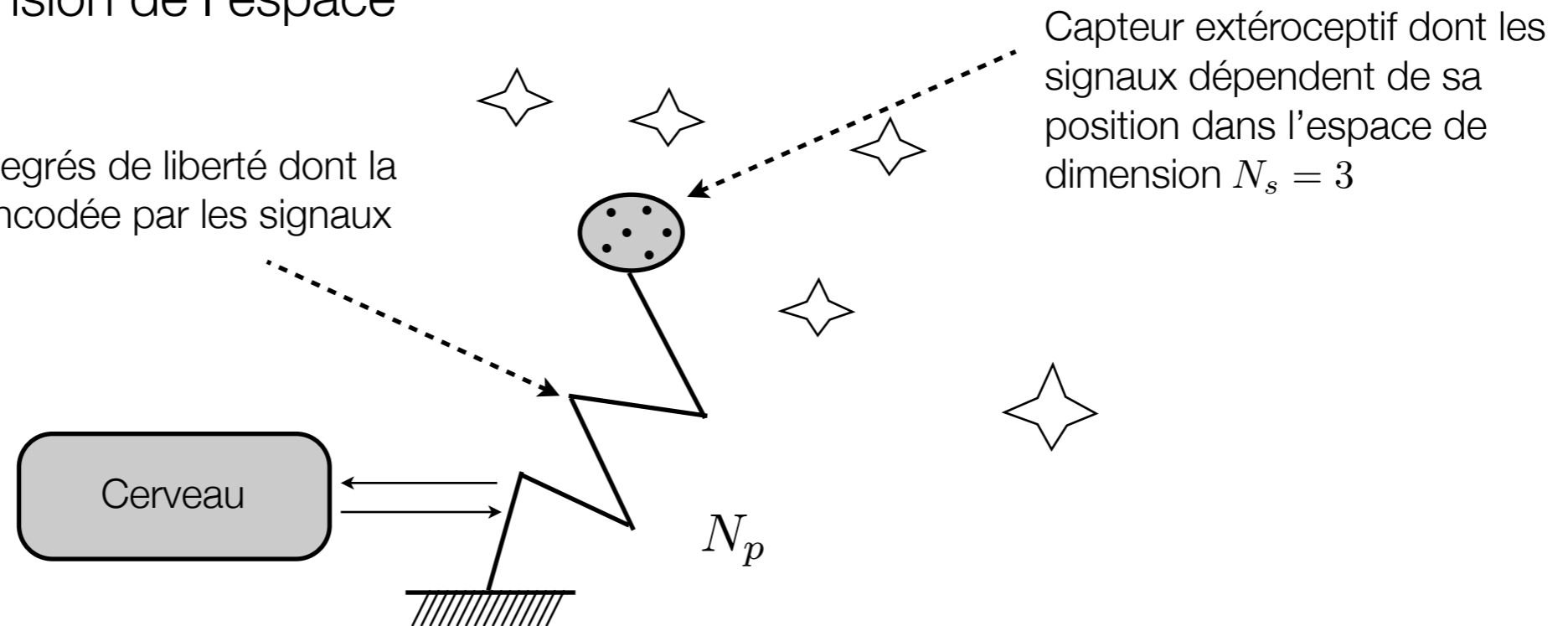
Le positionnement scientifique

- ▶ Proposer des modèles et formalisations mathématiques permettant d'expliquer les comportements perceptifs humains et animaux pour les appliquer aux systèmes robotiques.
- ▶ Les observations neurobiologiques, neurophysiologiques, psychophysiques sont une source d'inspiration.
- ▶ En revanche nous ne sommes pas tenant d'une approche biomimétique bottom-up de type «Animat».
- ▶ Mais la plausibilité biologique reste un pré-requis au sens où un modèle mathématique proposé doit pouvoir être réalisé à l'aide de circuits neuronaux biologiques de façon crédible.

Poincaré (1895)

Déterminer la dimension de l'espace

Bras mobile à N_p degrés de liberté dont la configuration est encodée par les signaux proprioceptifs

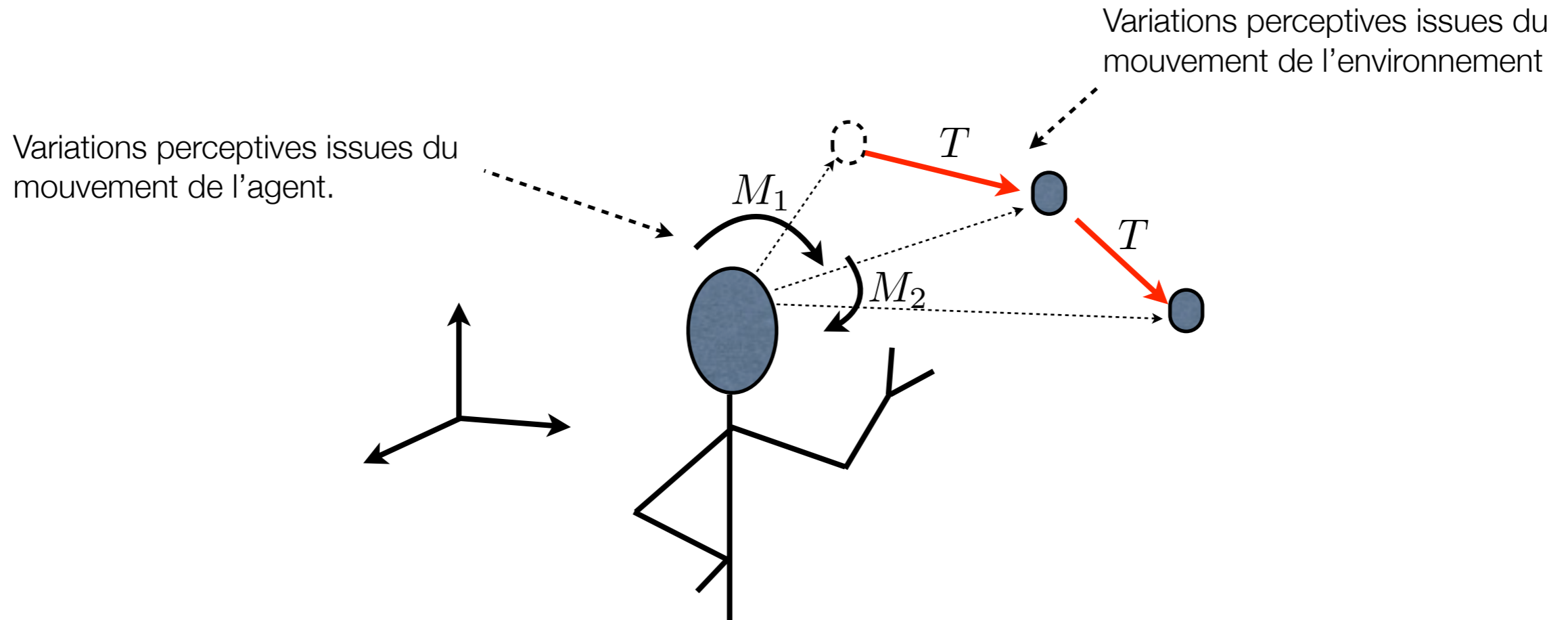


Analyse des données proprioceptives:

- Mouvements aléatoires du bras : $D_1 = N_p$
- Mouvements du bras laissant fixe la position du capteur : $D_2 = N_p - N_s$
- Dimension de l'espace : $D = D_1 - D_2$

Poincaré, H. *L'espace et la géométrie*, Revue de Métaphysique et de Morale, 3, 630-346 (1895)
Poincaré, H. *Science and Hypothesis*. London, Walter Scott Publishing (1905)

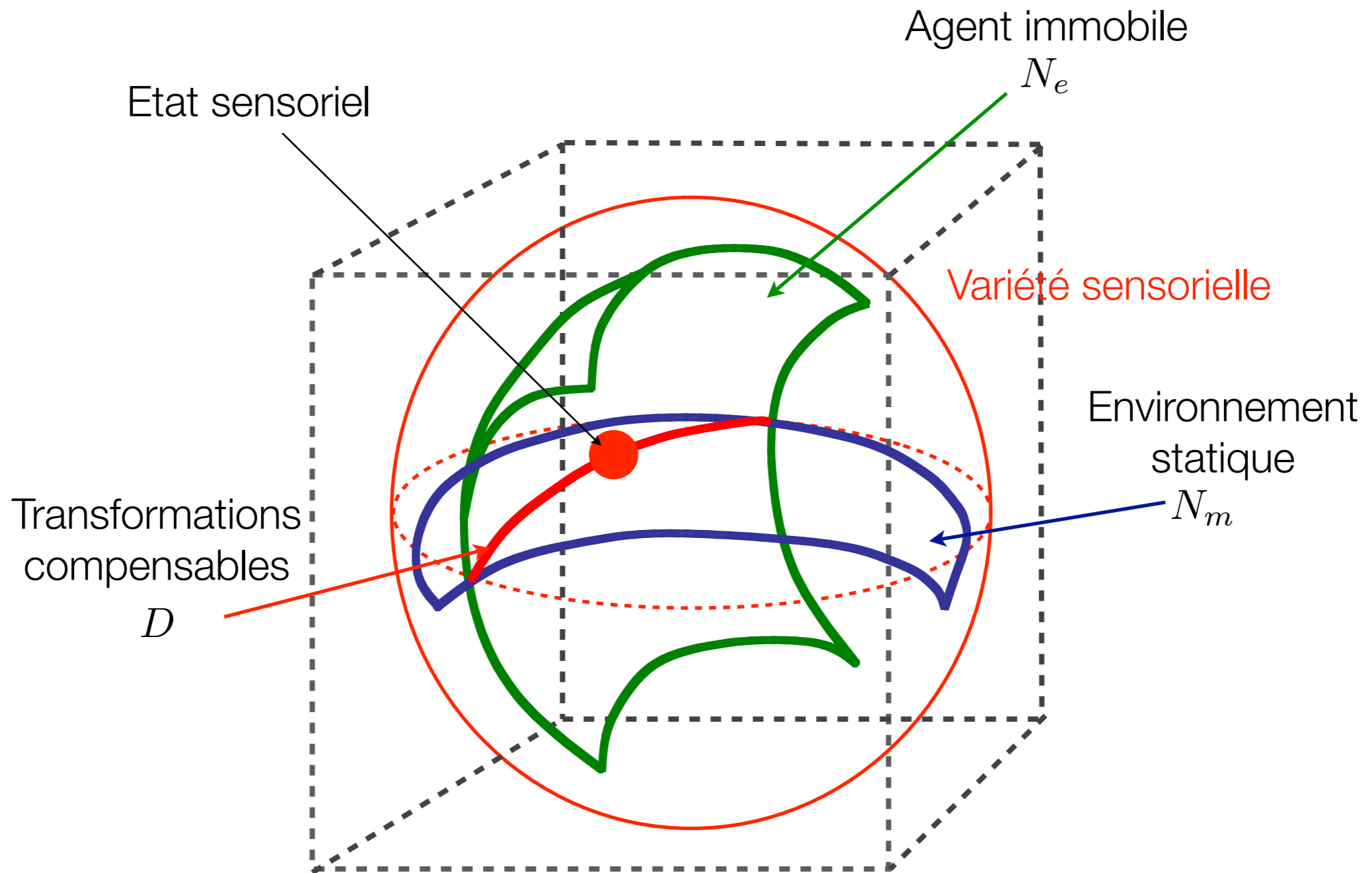
Poincaré: les transformations compensables



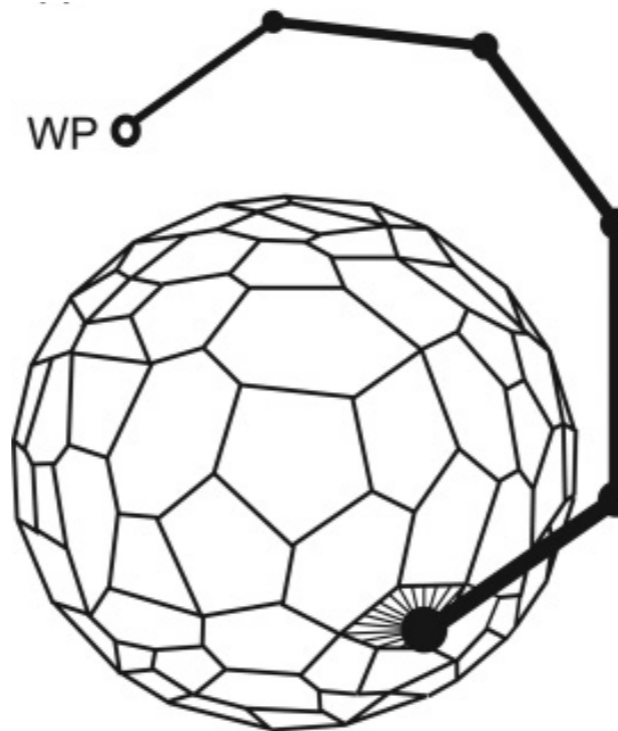
Analyse des données extéroceptives:

- Les variations perceptives issues des mouvement de l'agent : $D_1 = N_e$
- Les variations perceptives issues des mouvements de l'environnement : $D_2 = N_m$
- Les variations perceptives issues des deux sources de mouvement : $D_3 = N_e + N_m - D$
- Dimension de l'espace des transformations compensables : $D = D_1 + D_2 - D_3$

Philipona, O'Regan, Nadal (2005)



Roschin, Frolov, Burnod et al. (2011)

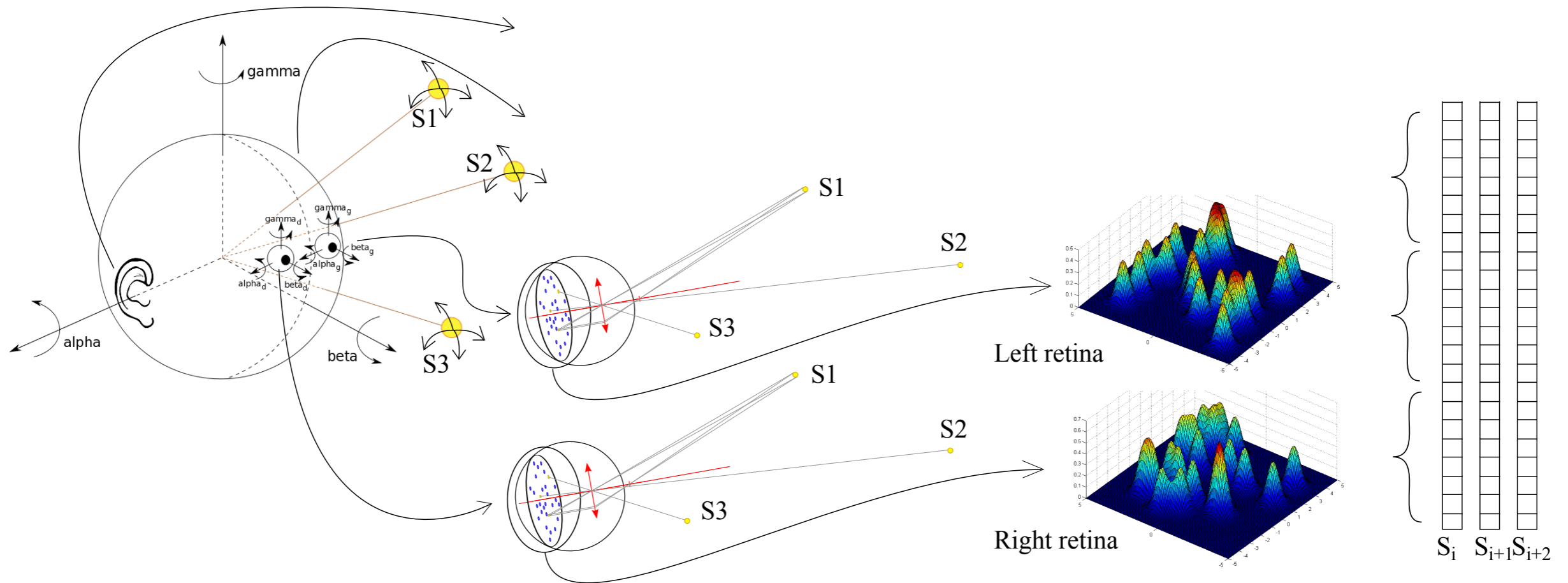


D'après Roschin (2011)

Analyse des données extéro/proprioceptives par la modalité tactile

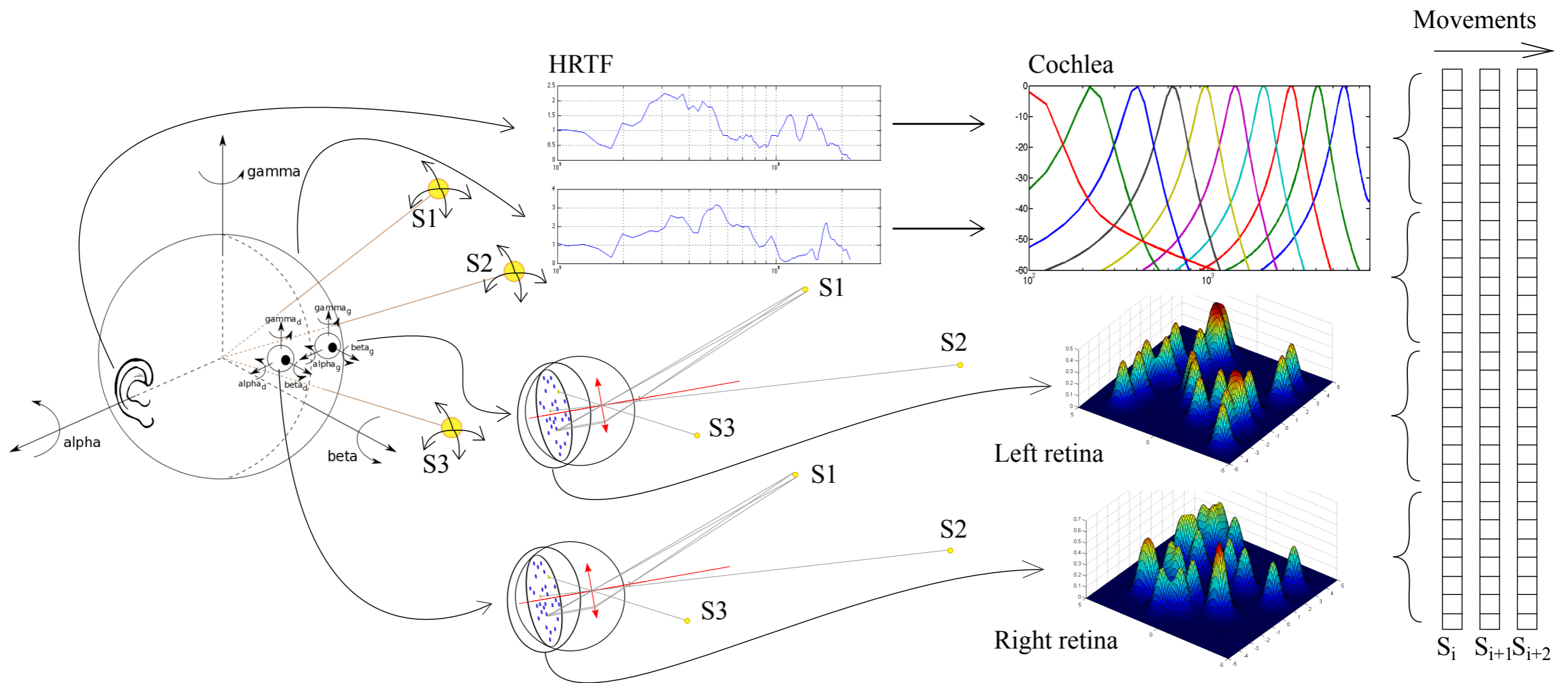
Roschin, V. Y., Frolov, A.A., Burnod, Y. Maier, M.A. *A neural network Model for the Acquisition of a Spatial Body Scheme Through Sensorimotor Interaction*, *Neural Computation*, 23, 1821-1834 (2011)

Philipona, O'Regan, Nadal (2005)



Philipona, D., O'Regan, K., Nadal, J.P. *Is there something out there? Inferring space from sensorimotor dependencies*, Neural Computation, 15, 2029-2049 (2003)

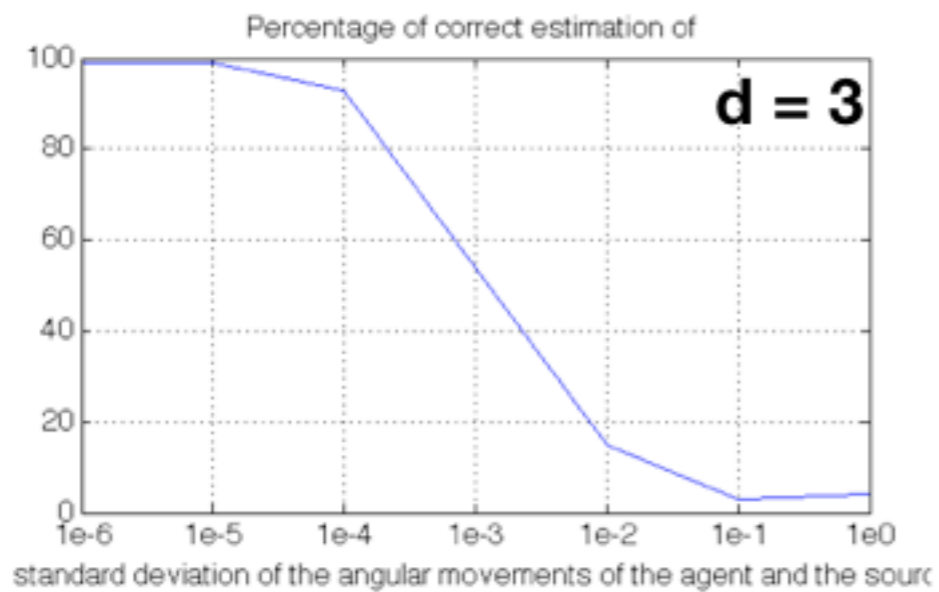
Couverture, Laflaquiere et al. (2009)



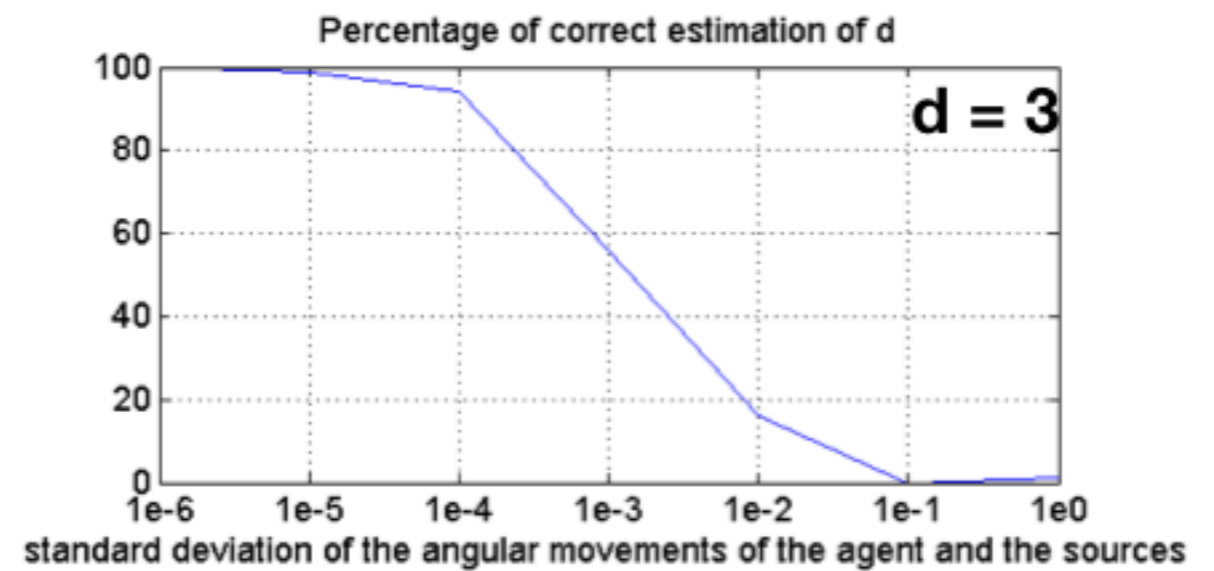
Laflaquiere, A., Argentieri, S., Gas, B. Castillo-Castaneda, E. *Space dimension perception from the multimodal Sensorimotor Flow of a Naive Robotic Agent*, IEEE Int. Conf on Intelligent Robots and Systems, IROS, (2010)

Aytekin, M., Moss, C., Simon, J.Z. *A sensorimotor approach to sound localization*, Neural Computation, 20, N. 3, 603-635 (2008)

Résultats (audio et vidéo)



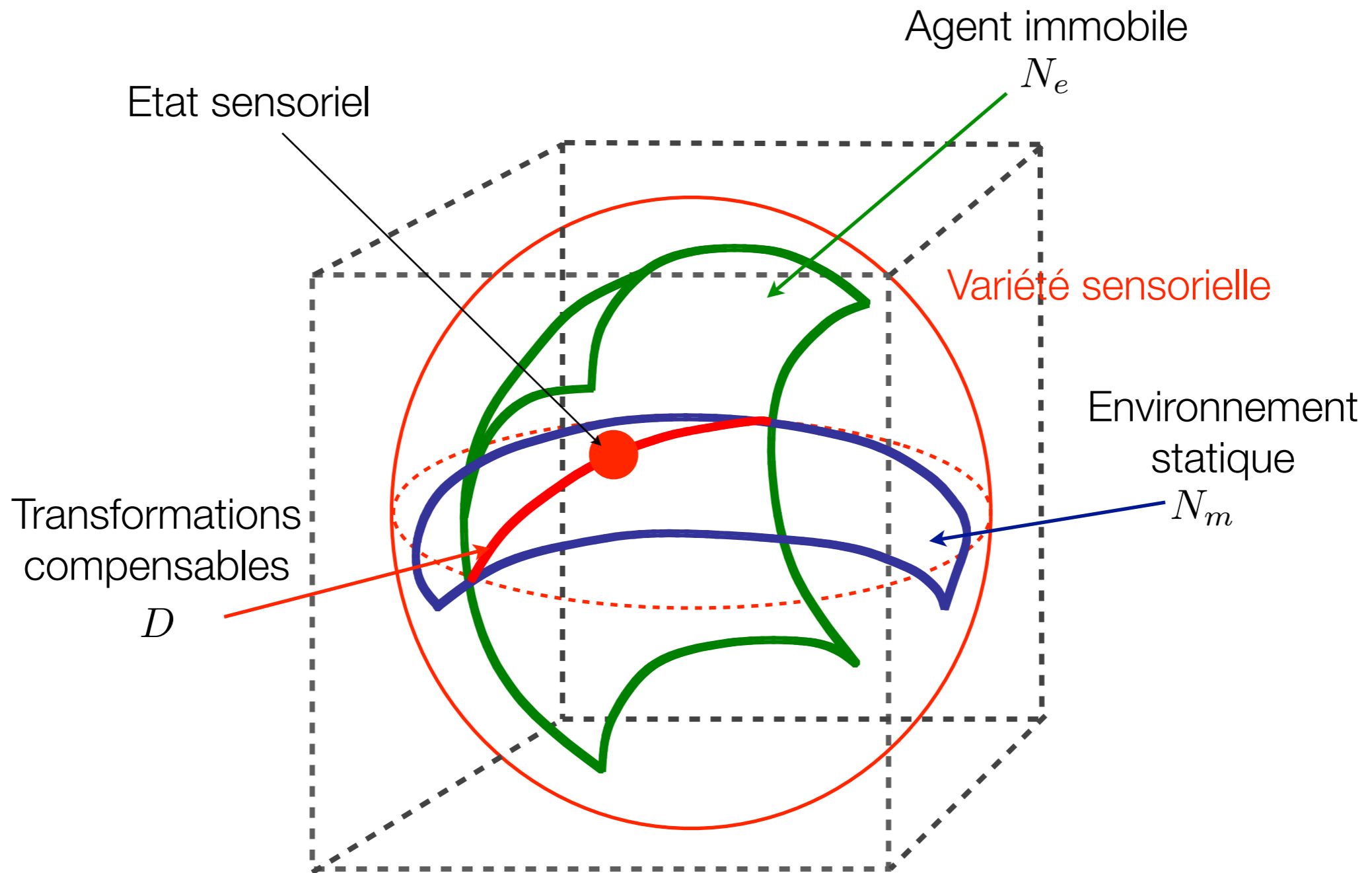
Audio seul



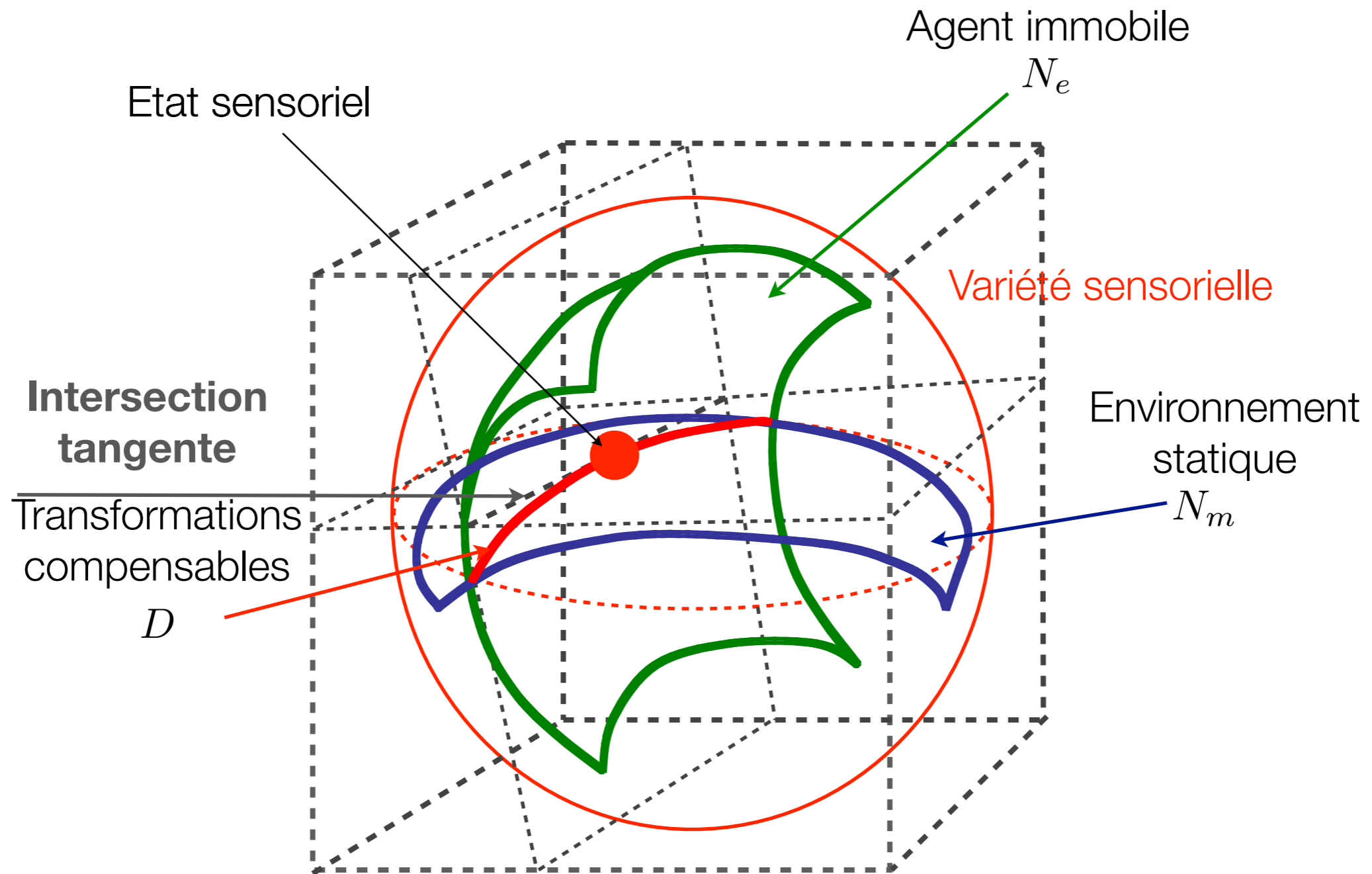
Audio et vidéo

► Niveau de précision problématique

Estimation de la dimension de variétés

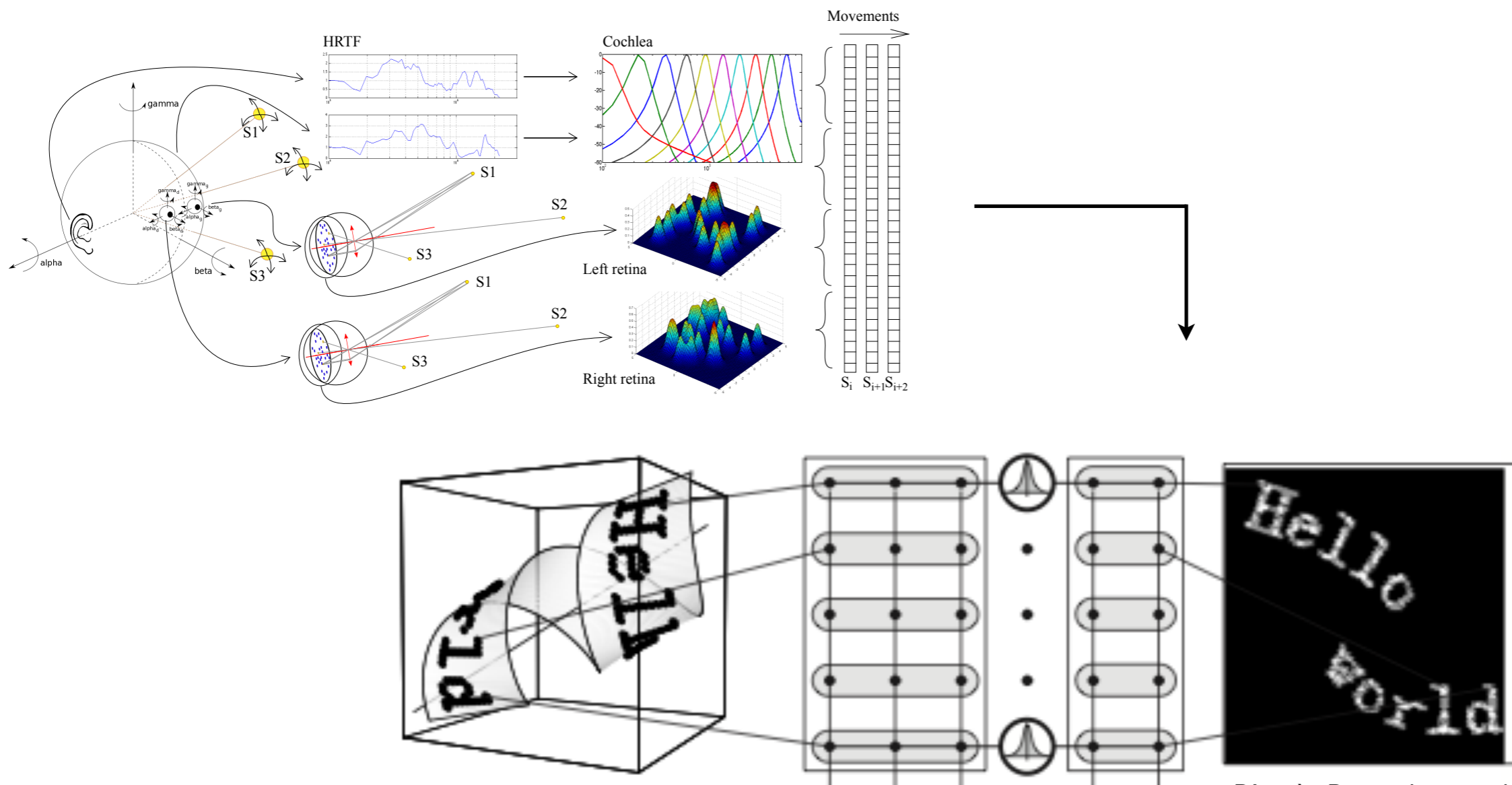


Estimation de la dimension de variétés



Demartines, Hérault et al. (1993)

Analyse en Composantes Curvilignes (ACC) pour le dépliage des variétés sensorielles



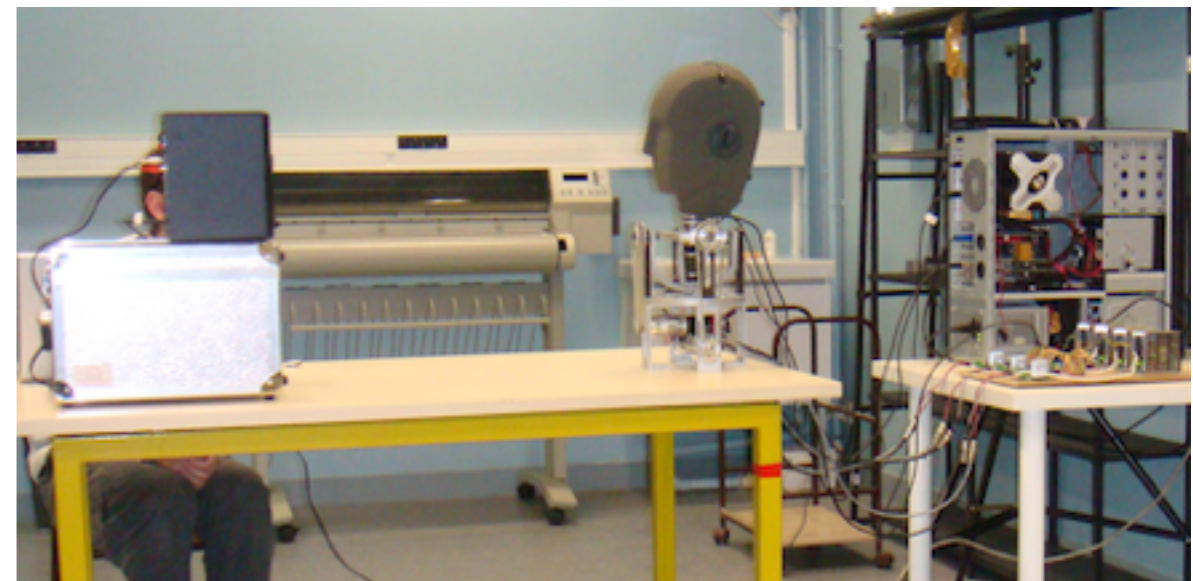
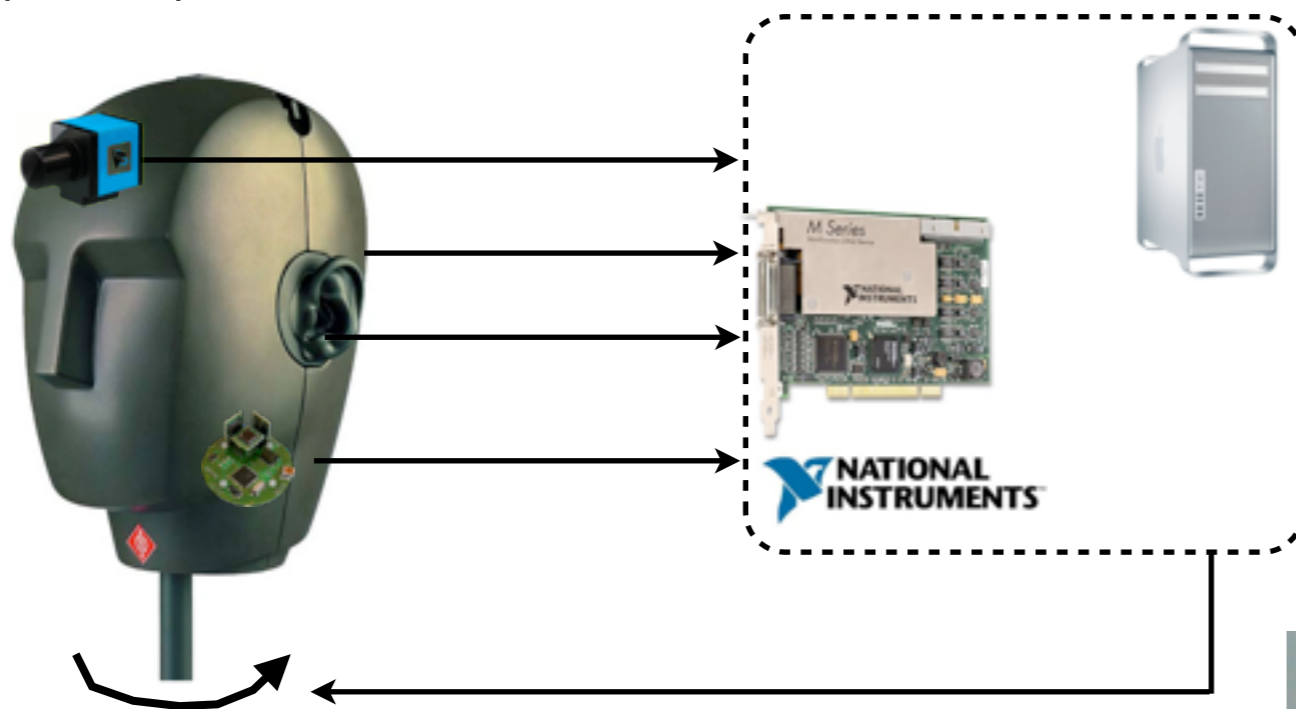
D'après Demartines et al. (1997)

Demartines, P.; Hérault, J. *Curvilinear component analysis: a self-organizing neural network for nonlinear mapping of data sets*, IEEE Trans. on Neural Networks, 8, N. 1, 148-124 (1997)

Expérimentations

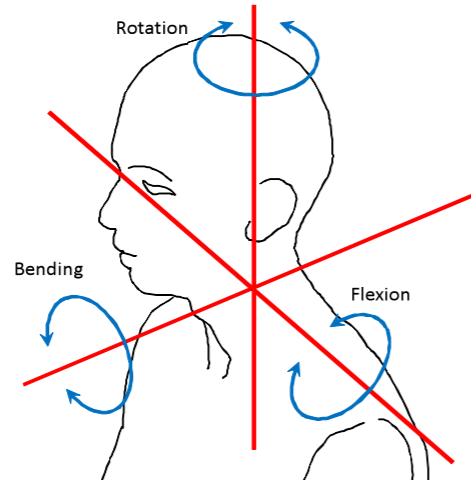
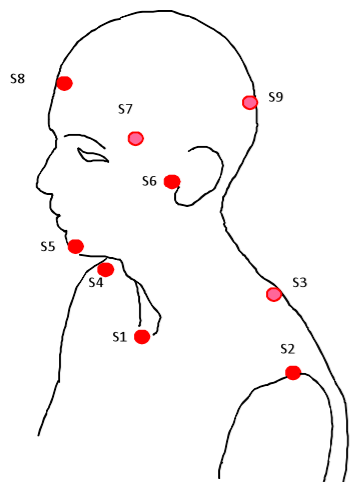
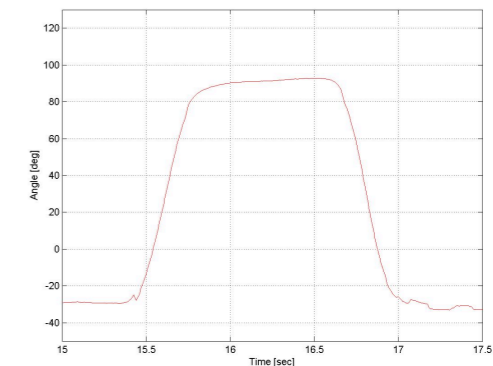
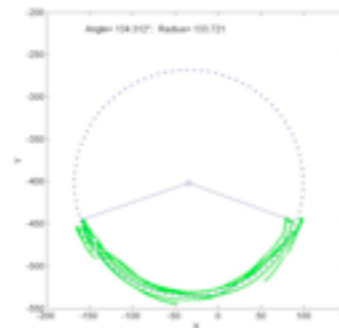
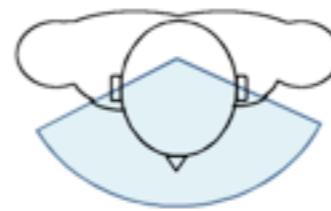
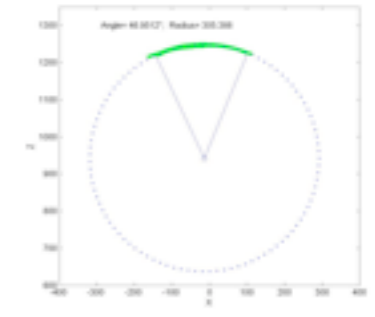
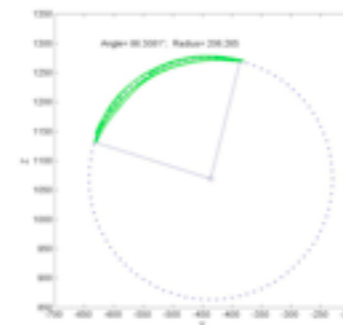
Objectif: valider expérimentalement les simulations précédentes dans un contexte robotique ;

► Conception d'une plateforme active dotée de microphones, caméras et de proprioception



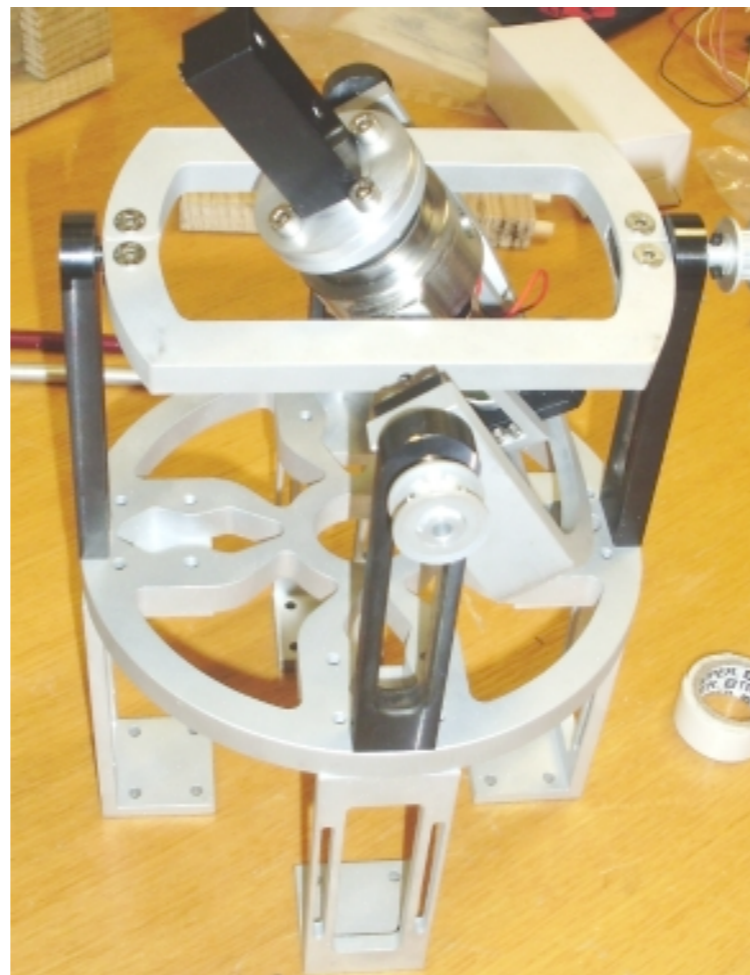
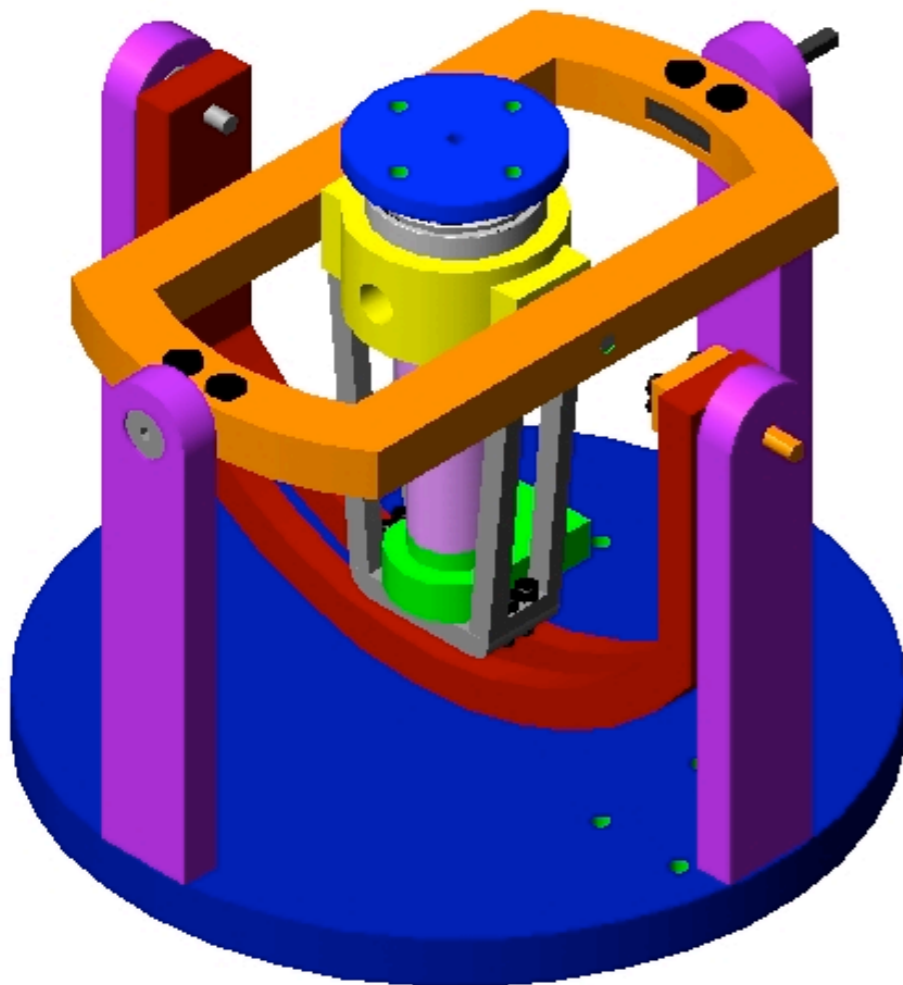
Conception du cou

Identification des paramètres par capture de mouvement



Résultats (audio et vidéo)

Reproduction des mouvements de la tête sur la base des paramètres préalablement identifiés



Castillo-Castenada, CICATA-Instituto Politecnico Nacional, Queretaro, MEXICO