

# Apprentissage de trajectoires motrices et prédiction de la récompense des actions

N. Beausse, A. Blanchard, P. Andry, D. Lewkowicz (\*), S. Alfayad (\*\*), Y. Delevoye(\*), F. BenOuezdeou (\*\*), P. Gaussier

ETIS UMR CNRS 8051 ENSEA-Université de Cergy Pontoise.

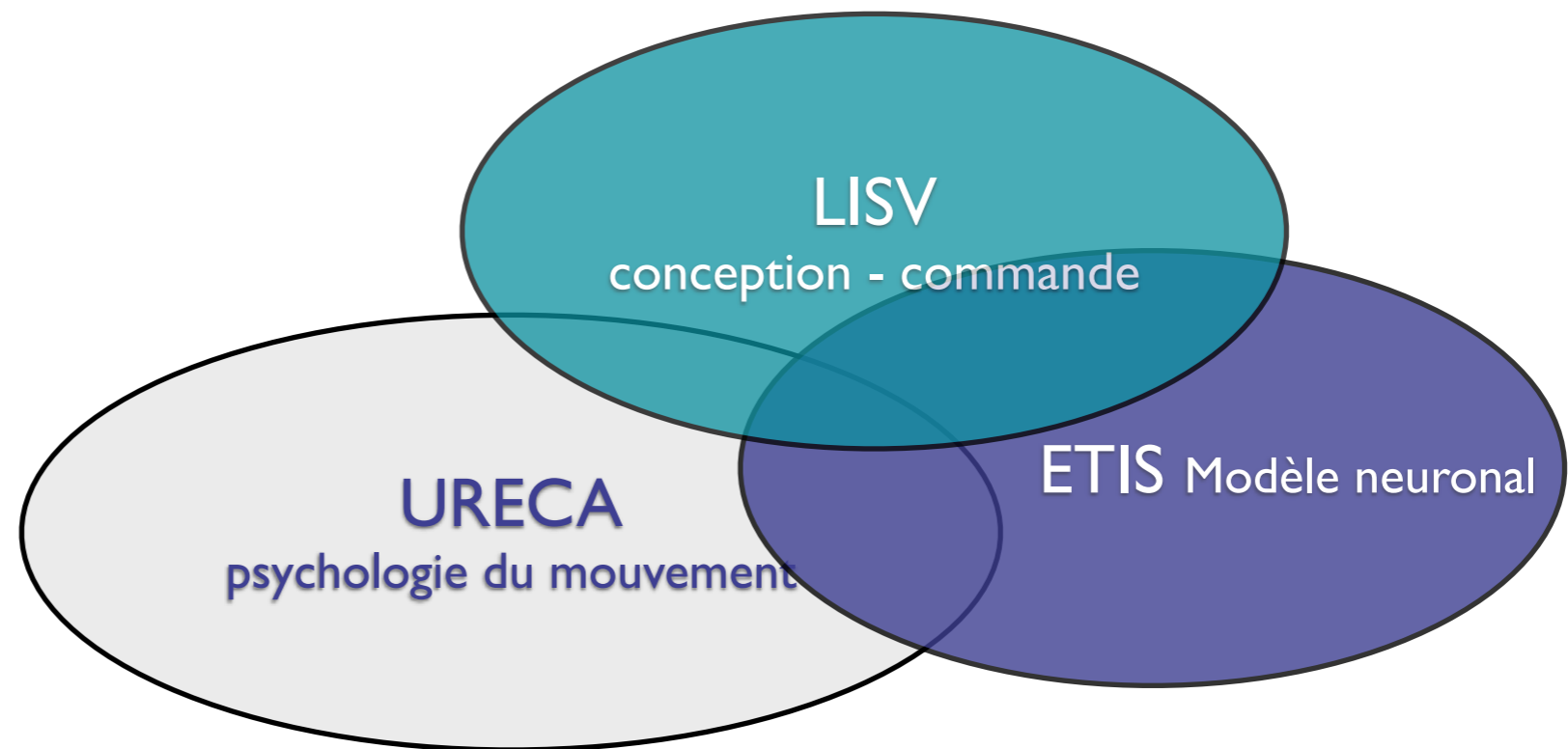
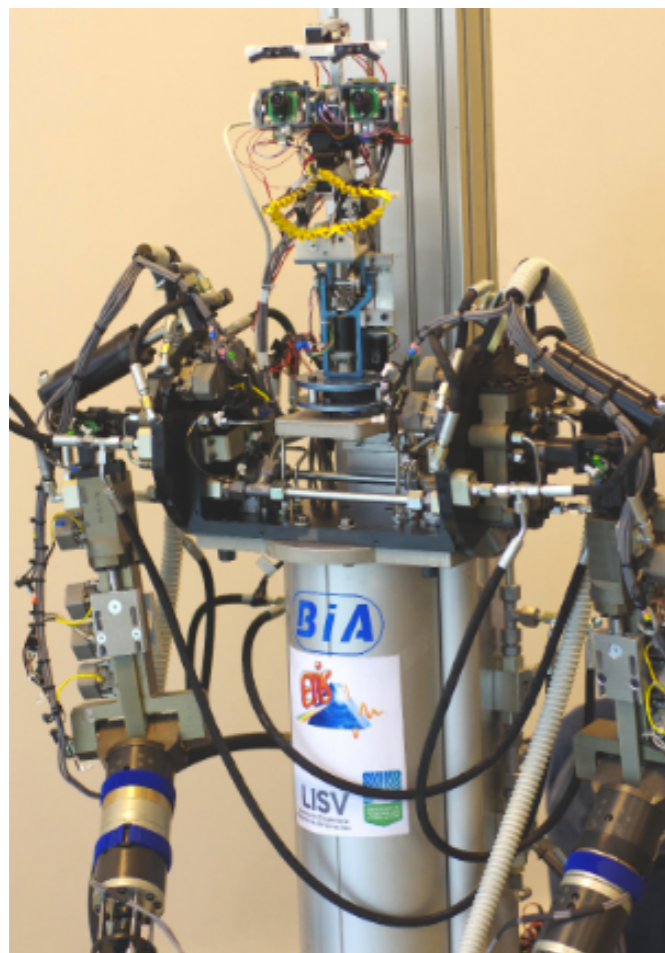
\* URECA EA 1059 Université de Lille 3

\*\* LISV Université de Versailles St. Quentin

# Contexte

ANR INTERACT - Projet SESAME TINO

Développement d'une plateforme robotique innovante permettant d'étudier l'impact de la compliance physique sur les interactions sociales.





# Contexte : débat

Débat : Peut-on reconnaître les intentions sociales en observant une trajectoire motrice ?

[Decety 2002] : **Oui**, et le système moteur est impliqué (simulation theory)

[Jaccod et al 2005] : **Non** et le le système moteur n'est pas impliqué

The image shows two overlapping academic paper covers. The left cover is for the article "The motor theory of social cognition: a critique" by Pierre Jacob and Marc Jeannerod, published in *TRENDS in Cognitive Sciences*. The right cover is for the article "FROM THE PERCEPTION OF ACTION TO THE UNDERSTANDING OF INTENTION" by Sarah-Jayne Blakemore and Jean Decety, published in *REVIEW*.

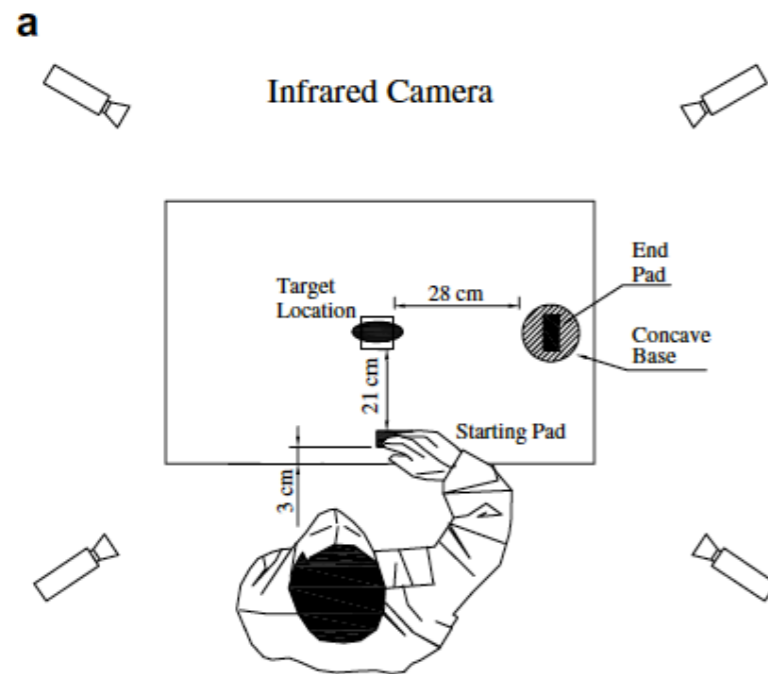
**Left Paper:**  
Opinion  
*TRENDS in Cognitive Sciences* Vol.9 No.1 January 2005  
Full text provided by www.sciencedirect.com  
SCIENCE @ DIRECT  
**The motor theory of social cognition: a critique**  
Pierre Jacob<sup>1</sup> and Marc Jeannerod<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Institut Jean Nicod, UMR 8129, CNRS/EHESS/ENS, 1 bis, avenue de Lowendal, 75007 Paris, France  
<sup>2</sup>Institut des sciences cognitives, 67, boulevard Pinel, 69675 Bron, France  
Recent advances in the cognitive neuroscience of action have considerably enlarged our understanding of human motor cognition. In particular, the activity of the mirror system, first discovered in the brain of non-human primates, provides an observer with the understanding of a perceived action by means of the motor simulation of the agent's observed movements. This discovery has raised the prospects of a motor theory of social cognition. In humans, social cognition includes the ability to mindread, and many motor theorists of social cognition try to bridge the gap between motor cognition and mindreading by endorsing a simulation theory.  
Human social cognition and mindreading  
In a weak sense, human social cognition encompasses all cognitive processes relevant to the perception and understanding of conspecifics [16]. So it includes, but it is not restricted to, the cognitive processes involved in the understanding of perceived actions performed by conspecifics. It is widely recognized that what is distinctive of human social cognition is the human mindreading ability to understand, not just the observable behavior of one's conspecifics, but also one's own mind (which we shall ignore here) and especially the minds of others [17-20]. Thanks to their mindreading ability, healthy human

**Right Paper:**  
REVIEWS  
**FROM THE PERCEPTION OF ACTION TO THE UNDERSTANDING OF INTENTION**  
Sarah-Jayne Blakemore\* and Jean Decety\*\*  
Humans have an inherent tendency to infer other people's intentions from their actions. Here we review psychophysical and functional neuroimaging evidence that biological motion is processed as a special category, from which we automatically infer mental states such as intention. The mechanism underlying the attribution of intentions to actions might rely on simulating the observed action and mapping it onto representations of our own intentions. There is accumulating neurophysiological evidence to support a role for action simulation in the brain.  
SIMULATION THEORY  
An account by philosophers of mind, which maintains that one  
Humans have an inherent ability to understand other people's minds. This process is a component of a 'theory of mind,' a well-researched topic in both develop-  
support for the existence of a matching system between perception and action, which is recruited during imitation.

[Jaccob et al. 2005] Expérience imaginaire de Dr Jekyll et Mr Hide

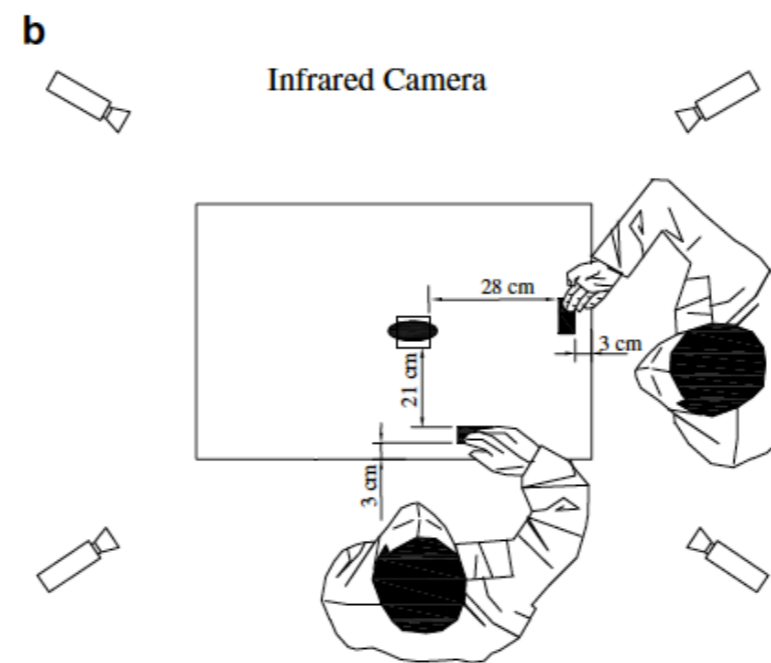
# Contexte : débat

[Becchio et al 2008, Becchio et Al 2011, Ferri et Al 2010] : **OUI**



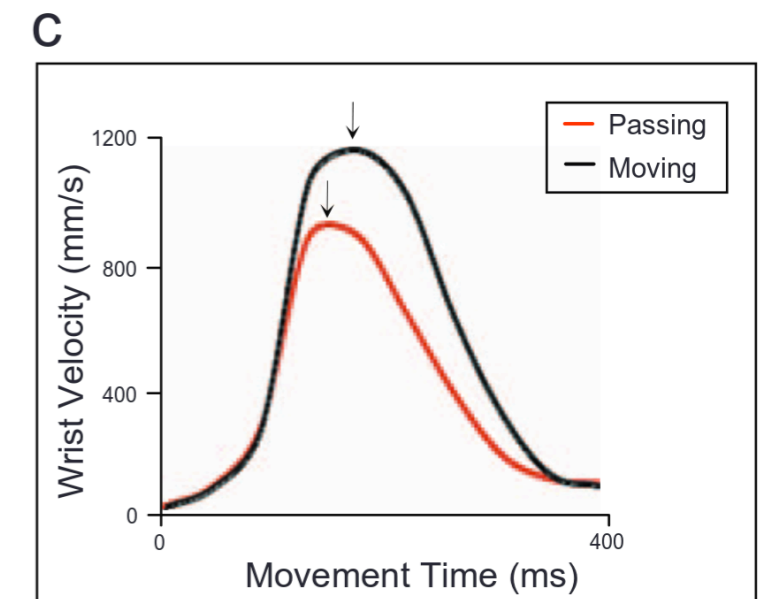
**moving an object**

**individual**



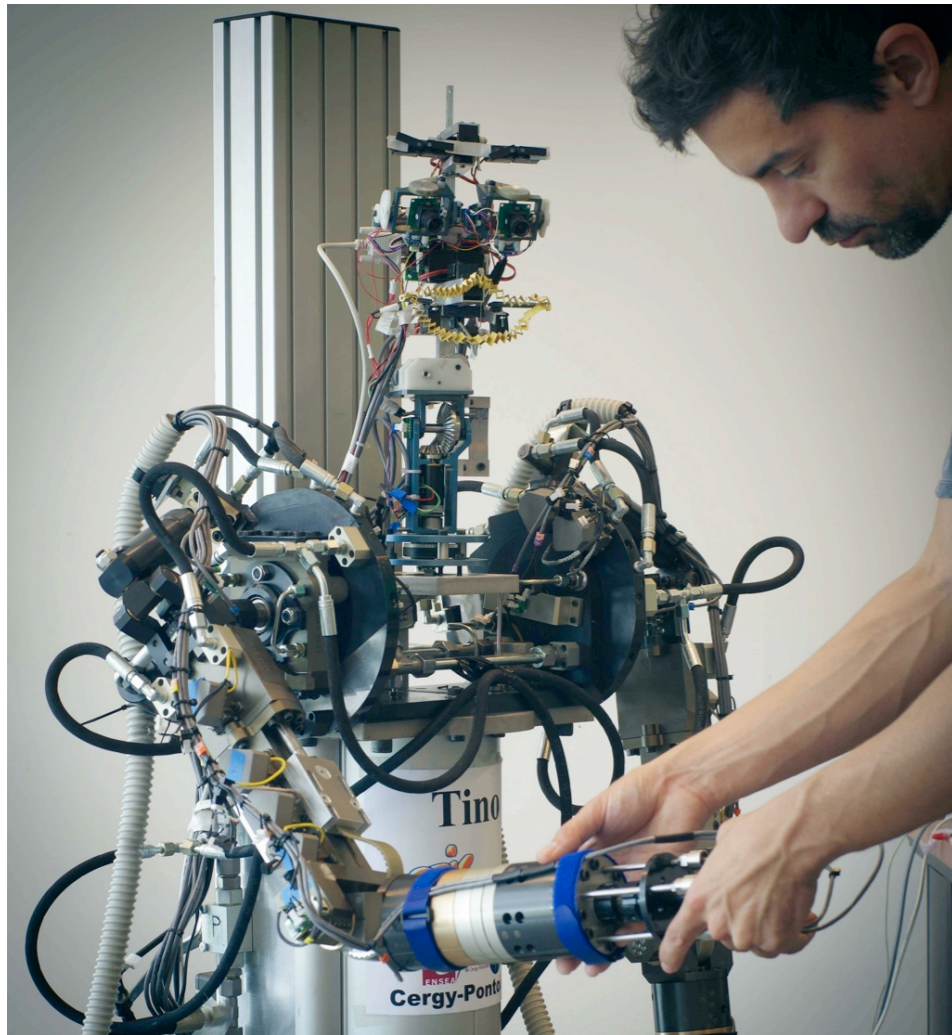
**Passing an object**

**Social**



# Contexte

Le mouvement humain, notamment les trajectoire du bras dans des taches de saisie d'objet sont influencés par le contexte social.



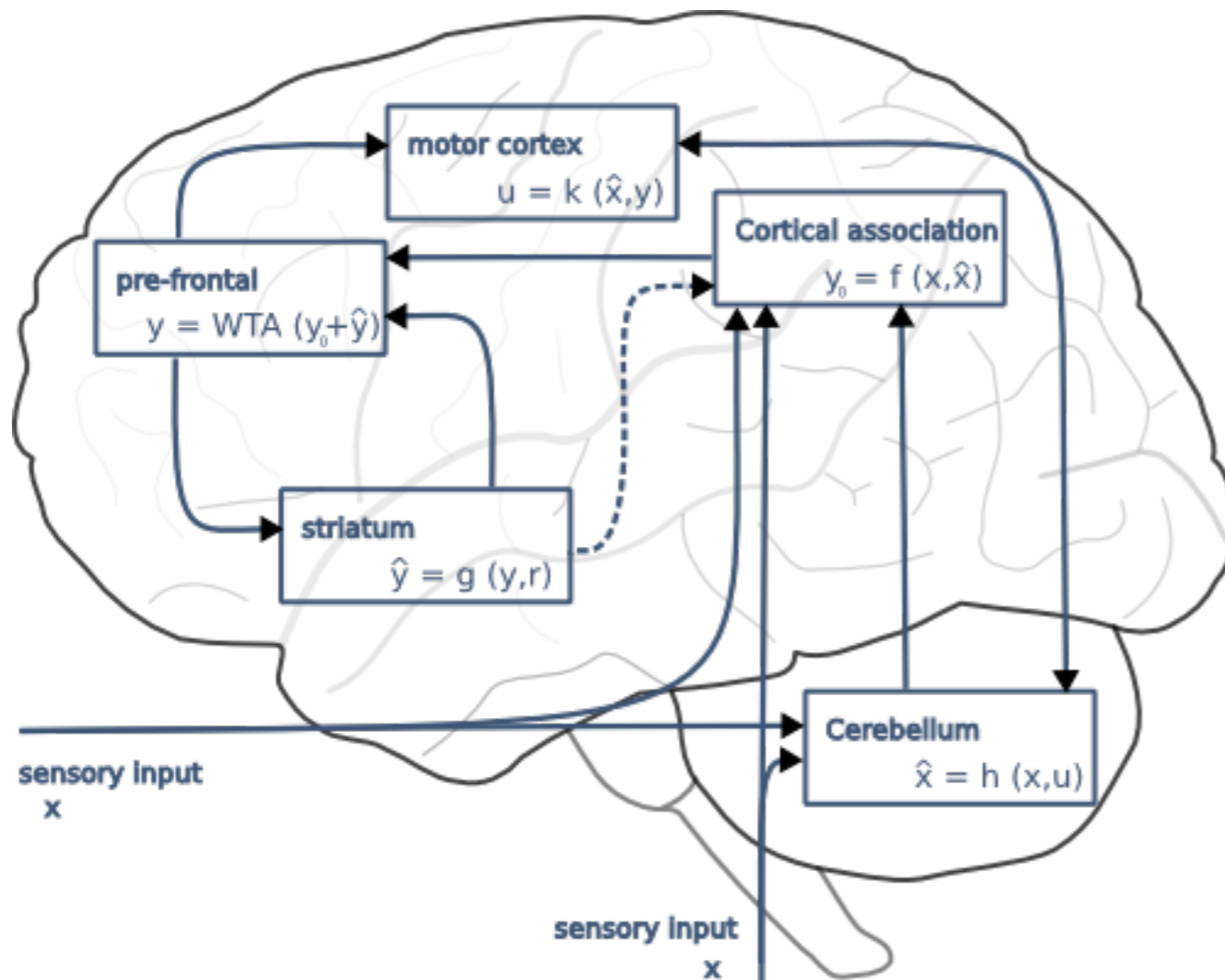
But à long terme : **un modèle de contrôle moteur qui prends en compte le contexte social**

→ Exemple d'application : robot compliant partageant un espace avec l'humain.

→ Technologie hydraulique : dynamique élevée, compliance possible, développement d'un contrôleur bas-niveau (gestion de la pression hydraulique) en lien avec les paramètres du contexte

“Brain model” : réseau de neurones simulant le fonctionnement de plusieurs structures du cerveau

# Modèle



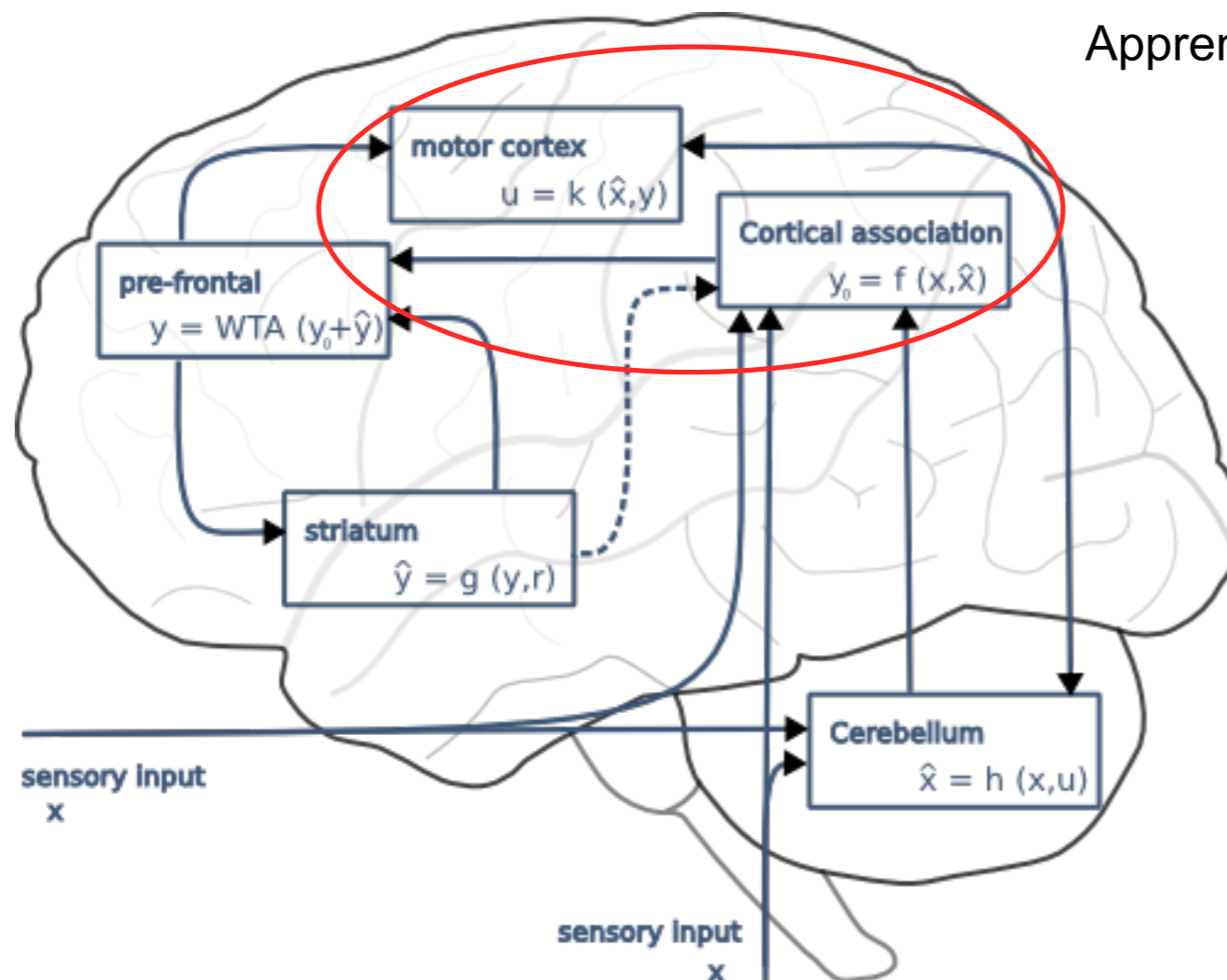
Travaux de ETIS [Rengerve et al. *to appear*] et inspirés de [Brushan et Shadmer 99]

# Modèle

Fusion multi-modale

Apprentissage visuo-moteur

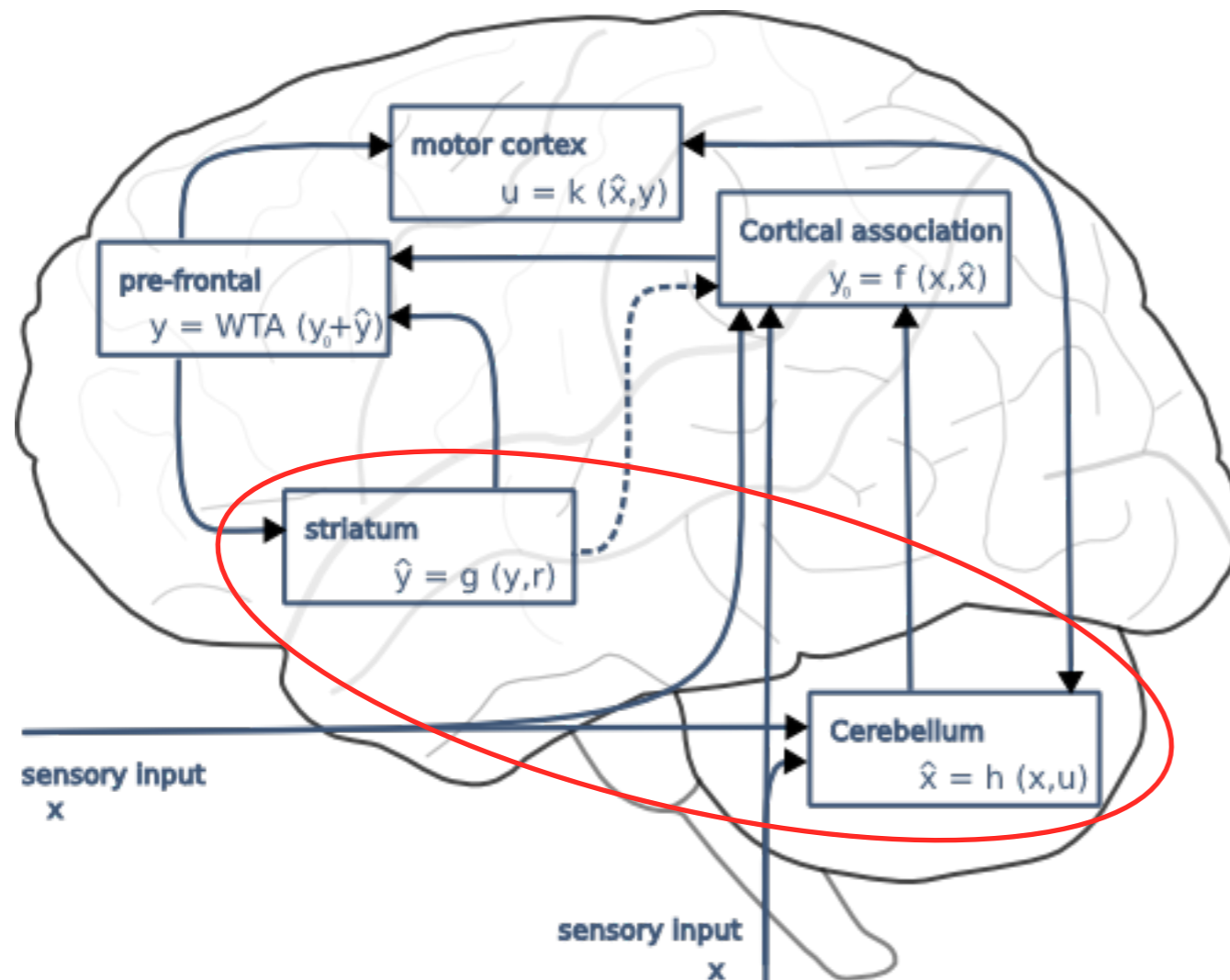
Apprentissage de la commande motrice



Travaux de ETIS [Rengerve et al.] et inspirés de [Brushan et Shadmer 99]



# Modèle

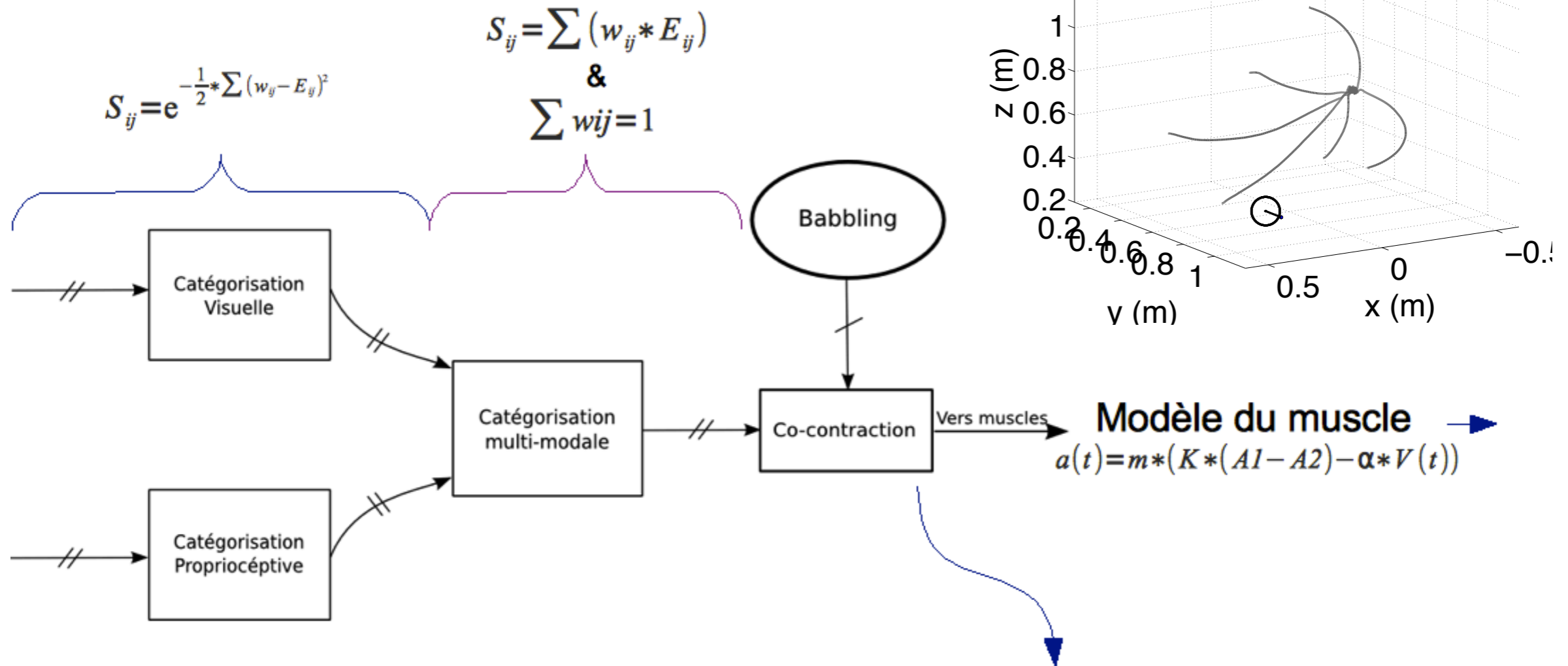


Prédiction motrice fine  
Apprentissage des récompenses  
Evaluation

Hypothèse : le striatum jouerai le rôle d'évaluateur de la situation, et affectera la trajectoire motrice par modulation des états visuo-moteurs reconnus (largeur des bassins d'attraction).



# contrôleur visuo-moteur



catégories motrices, visuelles et visuo-motrices (ART, [Grossberg])

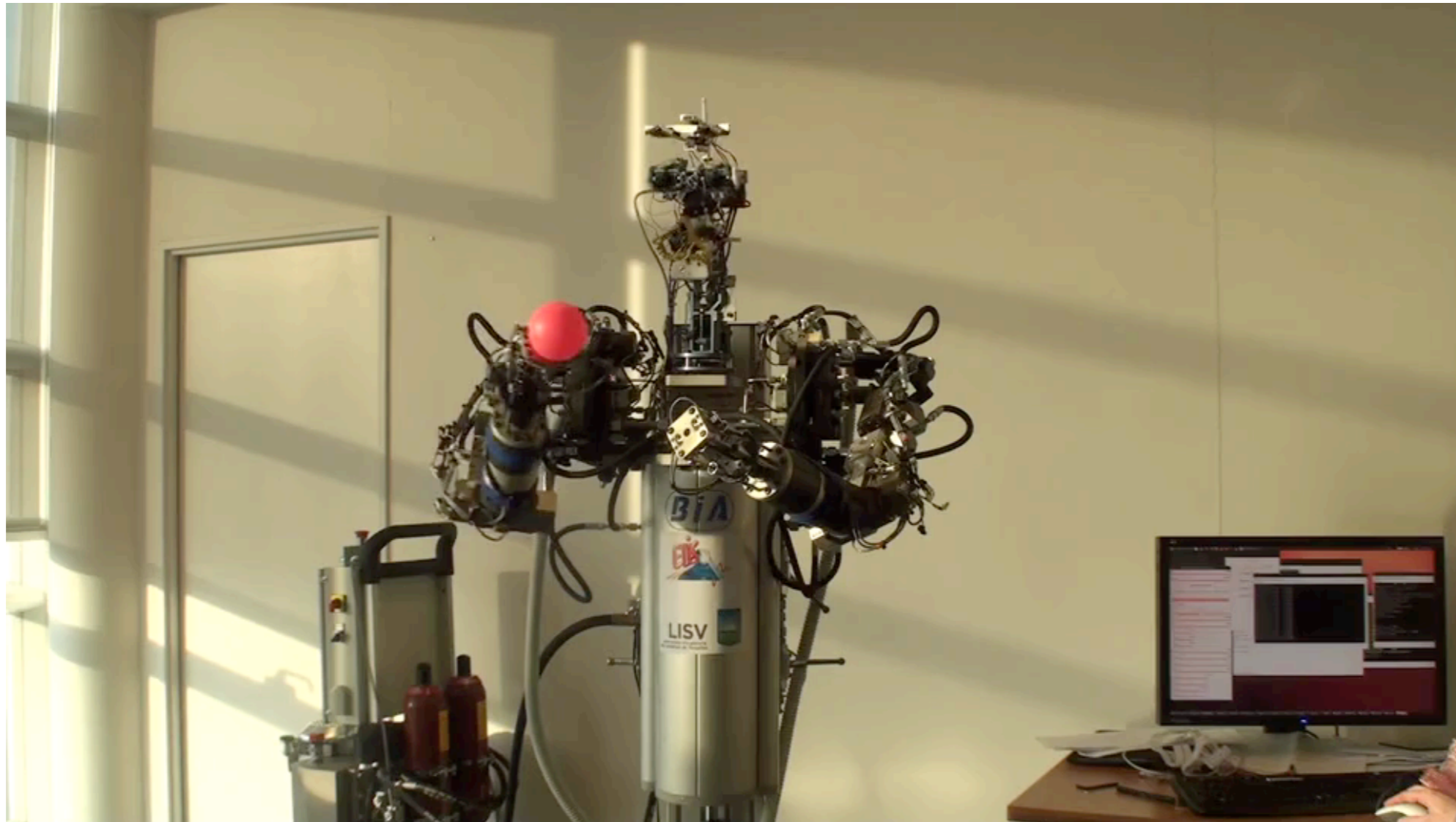
création de bassins d'attraction

Propriétés similaire aux NF avec coût computationnel moindre

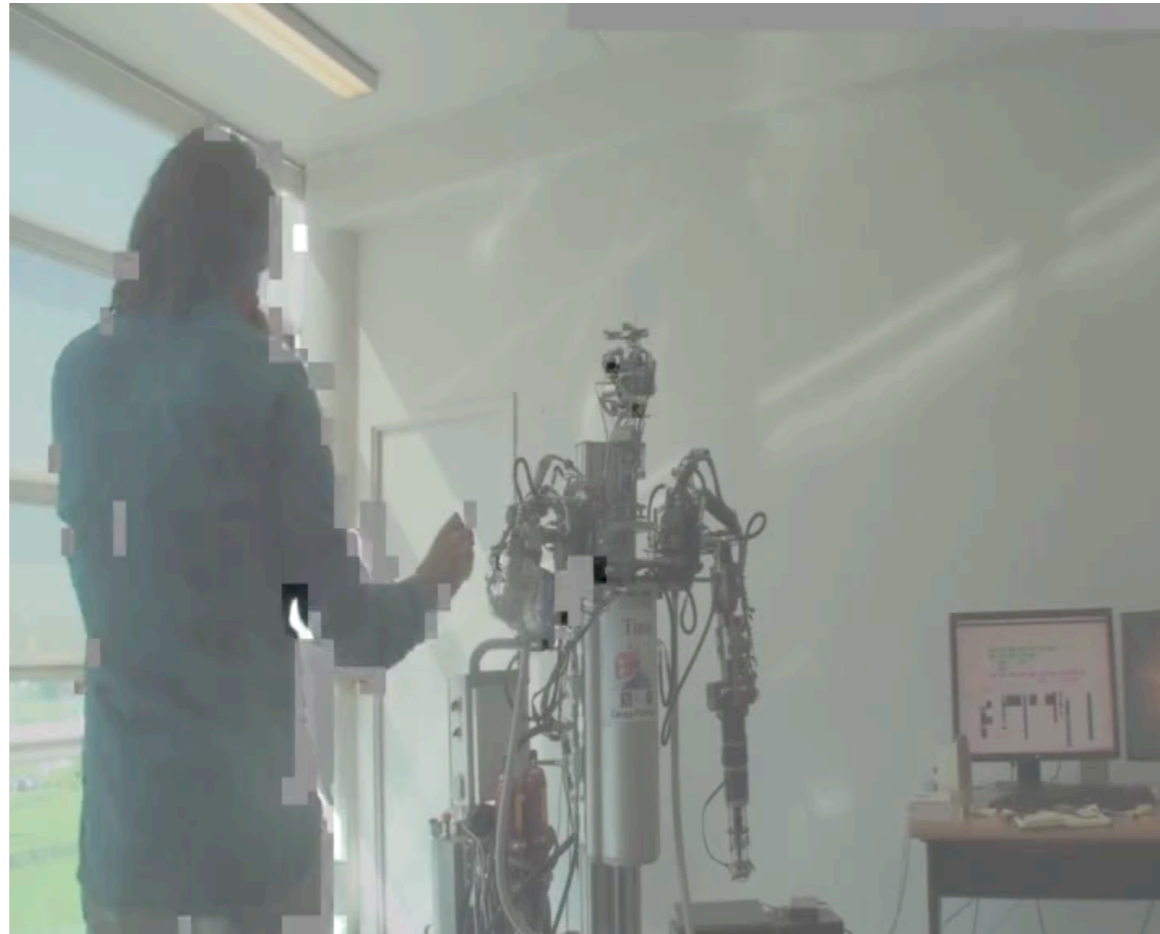
**Information de vigilance, qui contrôle le nombre de catégories, ainsi que la taille du bassin de reconnaissance**

**LMS pour association**

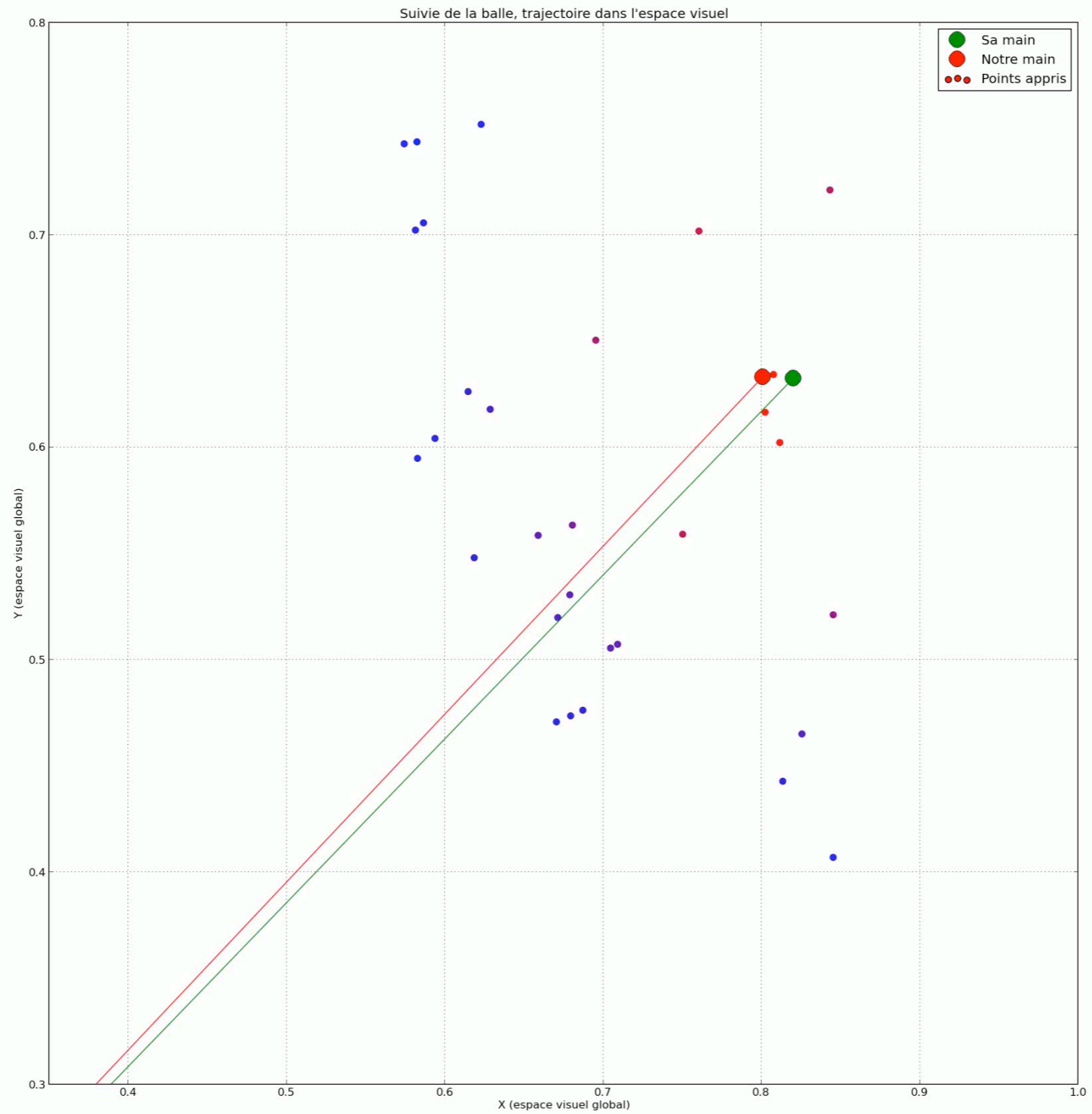
# Apprentissage



# Test de poursuite

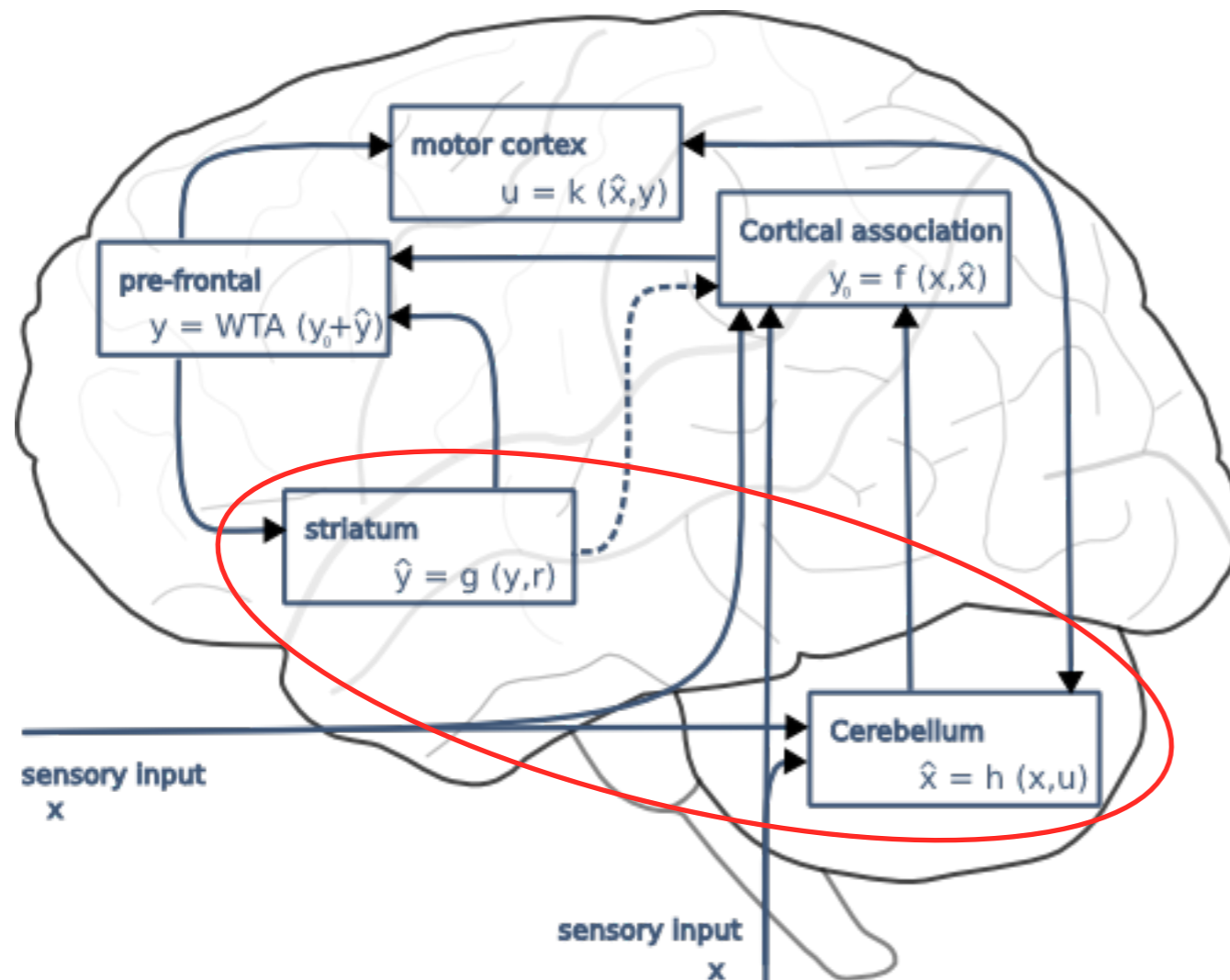


# Test de poursuite





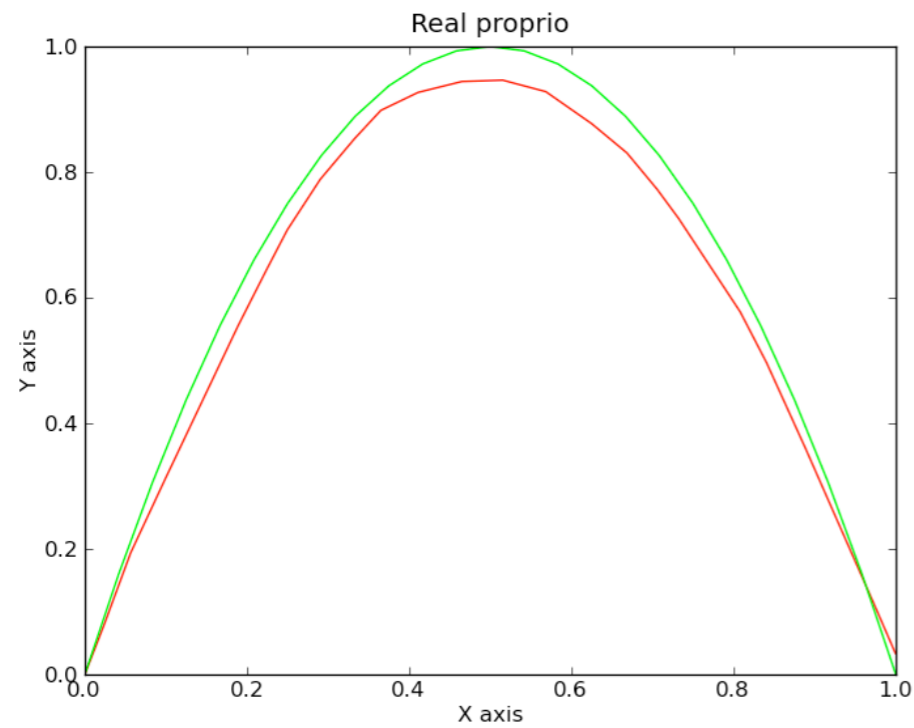
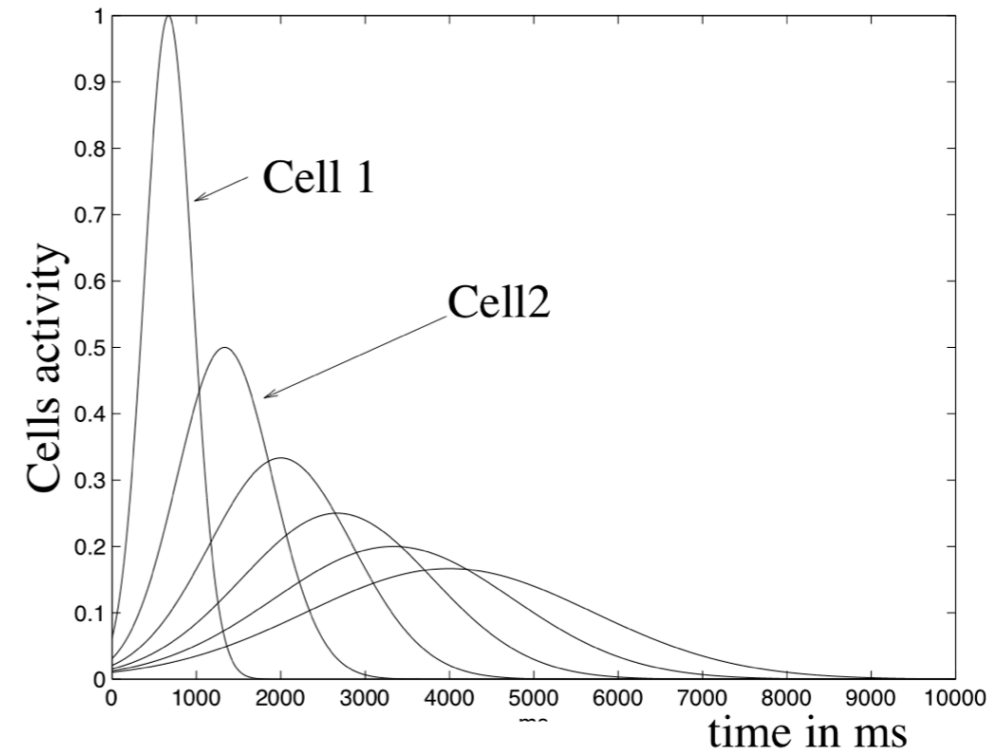
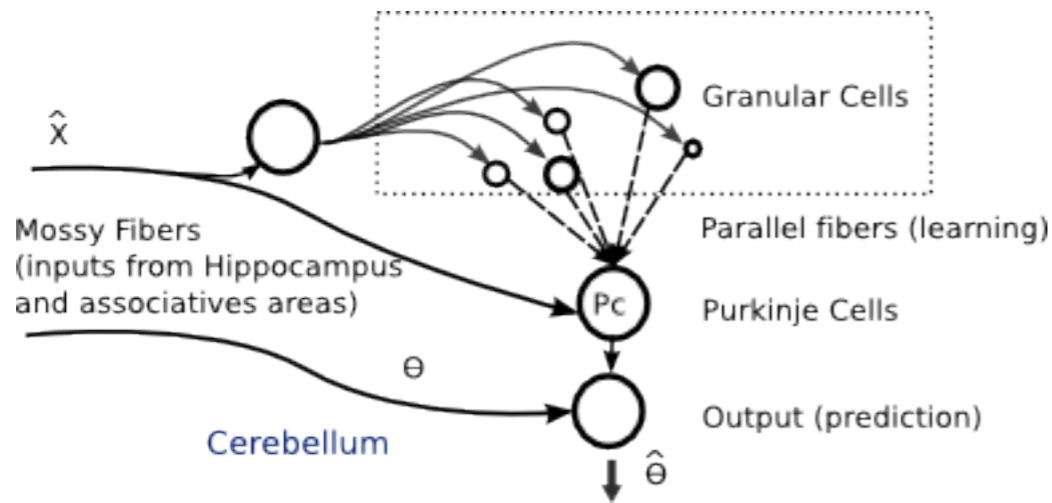
# Modèle



Prédiction motrice fine  
Apprentissage des récompenses  
Evaluation

Hypothèse : le striatum jouerai le rôle d'évaluateur de la situation, et affectera la trajectoire motrice par modulation des états visuo-moteurs reconnus (largeur des bassins d'attraction).

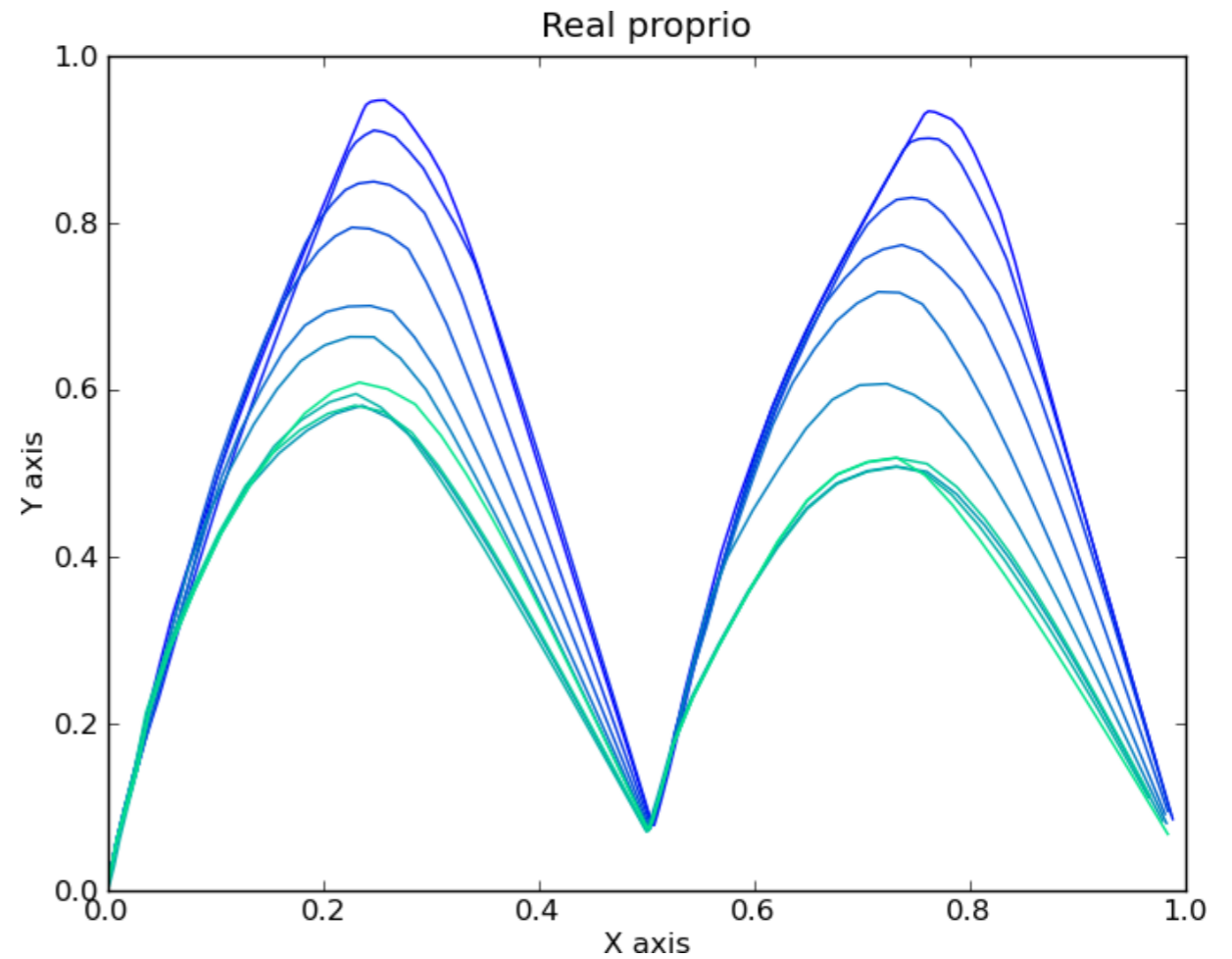
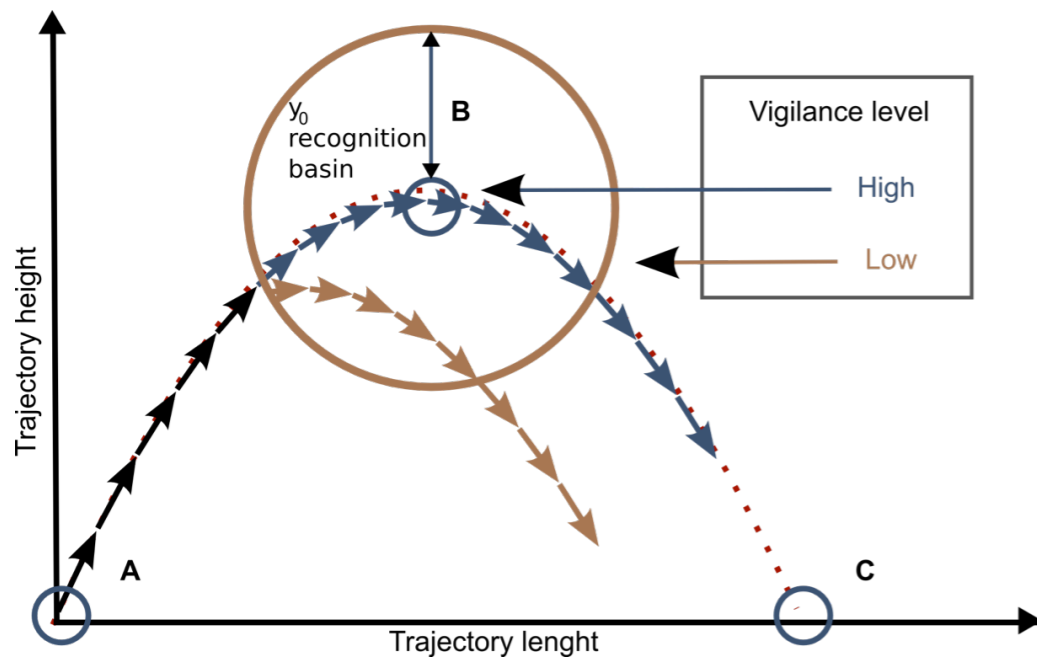
# Modèle



prédiction temporelle fine (10hz) de la trajectoire

lissage, ex : apprentissage d'un parabole

# Modèle



Prédiction motrice fine

Apprentissage des récompenses

modulation de la reconnaissance du point de passage

= largeur du bassin d'attraction

consistant avec la notion d'effort ou de difficulté associée à une tâche

# Conclusion

contrôleur visuo-moteur de faible complexité

attracteurs visuo-moteurs

modèle développemental compatible avec des comportements d'imitation

portage sur plateforme humanoïde

possibilité de retrouver des trajectoires paraboliques (Striatum + Cervelet) typiques de prise d'objets

hypothèse forte de modulation "au vol" des bassins de reconnaissance consistante avec la notion de difficulté (sociale) [Ferri11] de la tâche pour une modulation des trajectoires

compliance

