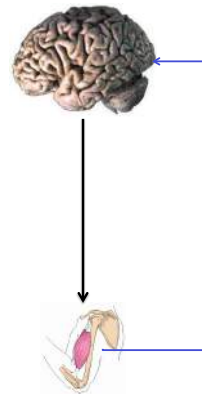
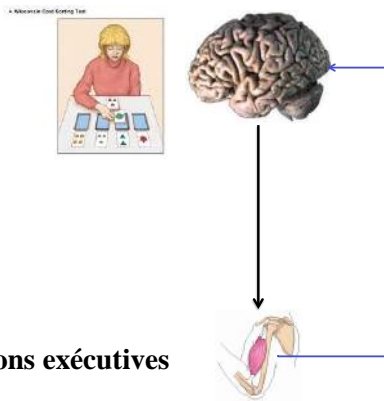


## Cognition Motrice Et Physiologie de l'Action et de la Perception

Thierry Pozzo  
Unité 1093, Cognition-Action et Plasticité Sensori-Motrice, INSERM, Dijon



2



## Fonctions exécutives

3

## Cognition et Intelligence ?

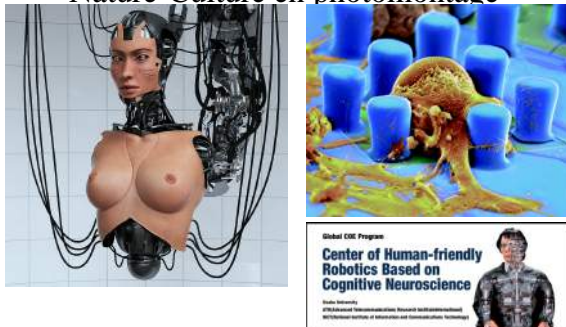
5	3	7		
6	1	0	5	
8	8	6		3
4	8	3	1	6
7			2	8
		4	9	5
		0	7	9

- Pensée explicite, logico-déductive: une exception humaine ?
- Mémoire, langage, lecture, calcul
- Stratégie, catégoriser, classer, attention



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	M	G	U	C	H	A	R	D	E	R
B	O	P	E		A	M	O	R	C	E
C	N	I	L	O	T	I	O	U	E	S
D	O	U	E		E	C	U		V	I
E	A	M		A	S	T	E	R	I	E
F	N	E	P			T	O	T		
G	I	N	S	P	E	C	T	E		G
H	T	O	P	E		L	E	S	T	E
I	E	G	A	L	E		T	I	N	
J	S	E	R	S		F	O	I	A	E

## Cyborg et neuropuces : la symbiose Nature-Culture en photomontage



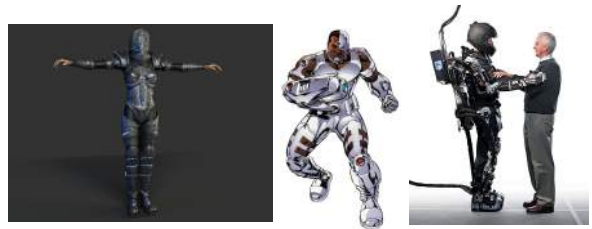
## Cyborg: Un Robot dans une Femme



## Un Réplicat, clone et double biologique: les Humanoïdes Surfaiques



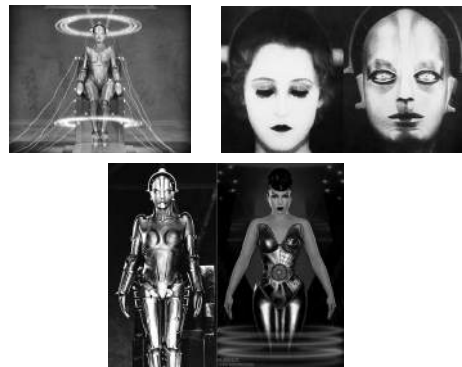
## Un Homme dans un Robot (Exosquelette, Arthropode ou Crustacé Virtuel?)



## les Méchas, numériques, analogiques ou mécaniques?



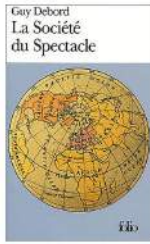
## Artialisation du Robot



## La Robotique: Une artialisation de la Science



*“But for the present age, which prefers the sign to the thing signified, the copy to the original, representation to reality, appearance to essence. The truth is considered profane, and only illusion is sacred. Sacredness is in fact held to be enhanced in proportion as truth decreases and illusion increases, so that the highest degree of illusion comes to be the highest degree of sacredness.” (L Feuerbach, The Essence of Christianity, 1841)*



*“In societies where modern conditions of production prevail, life is presented as an immense accumulation of spectacles.*

*Everything that was directly lived is now merely represented in the distance.” (Guy Debord, 1970)*



## Ou bien Cognition Incarnée ?

- La tradition platonicienne et ensuite cartésienne place l’homme en haut de la nature : l’homme est une **exception**.
- **R Descartes** (1596-1650) et le dualisme: un grande pensée qui a fécondé l’avenir...
  - Pas de pensée sans langage (les PC qui parlent pensent ils ?);
  - Les animaux sont des automates; le corps c’est l’animalité et la spiritualité fait l’homme. La culture arrache l’homme de la nature.
  - La pensée c’est l’au-de-là, la perfection du monde des idées: le corps c’est l’ici bas, l’arrière monde.

14

## Ou bien Cognition Incarnée ?

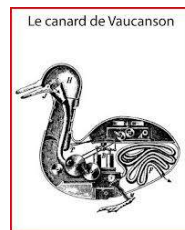
- Les animaux sont des automates; le corps c’est l’animalité et la spiritualité fait l’homme. La culture arrache l’homme de la nature.



La joueuse de tympanon, Kintzing 1784

15

## Automate des lumières: une intériorité mécanique



L'écrivain (Jaquet-Droz) 1769

## Ou bien Cognition Incarnée ?

- La conscience c’est « je pense donc je suis ». Le joueur de tennis est il conscient lors d’échanges pdt lesquels il n’a pas le temps d’être spectateur de lui même?
- Limites de la Conscience et euthanasie ?

17

## Cognition Incarnée

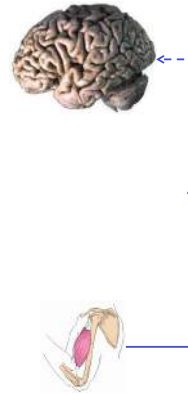
- L’intelligence n’est elle que calculatoire et la connaissance uniquement symbolique ?
- La connaissance est elle possible sans l’expérience (cad l’interaction avec le monde par le corps) ? Des corps différents pour des intériorités et des intelligences différentes?

18

## Cognition Incarnée

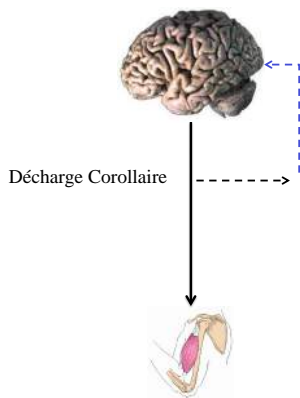
- Peut on penser son corps (et imaginer ses actes) sans contenu mental déclaratif explicite?
- L'enfant, très dépendant de son corps, pense t il? Ou bien les pensées enfantines ne portent elles que sur le corps?
- Cognition et Métacognition (je pense que tu penses qu'il pense que nous pensons...: une régression à l'infini?).

19



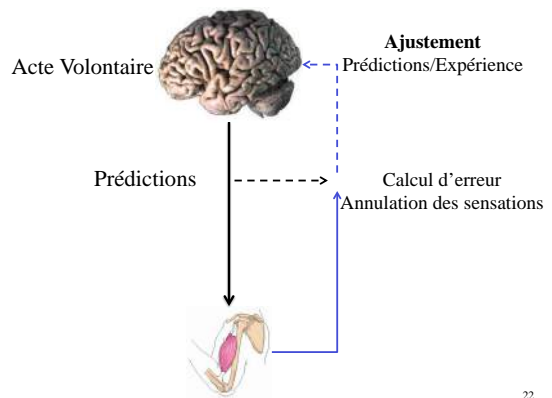
Von Helmholtz 1866

20



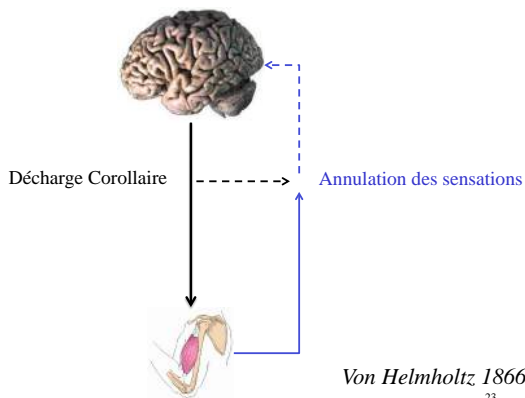
Von Helmholtz 1866

21



Von Helmholtz 1866

22



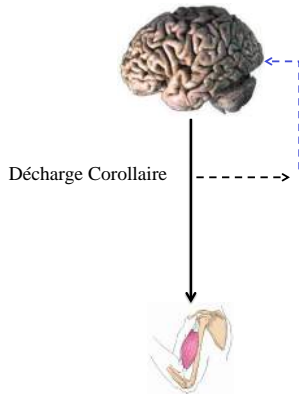
Von Helmholtz 1866

23



Von Helmholtz 1866

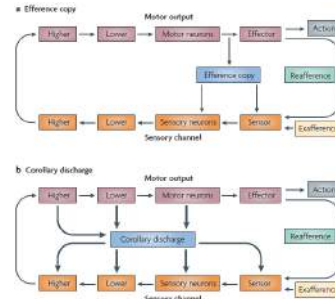
24



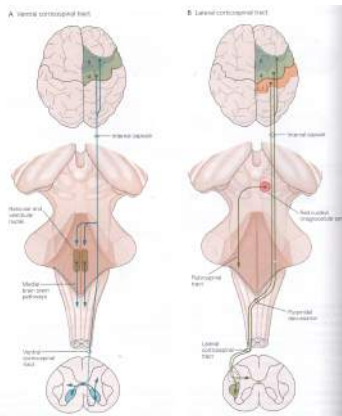
Von Helmholtz 1866

25

### Copie d'efférence et décharge corollaire

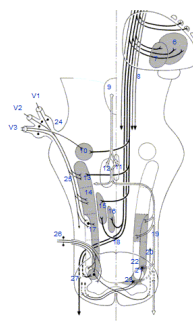


26



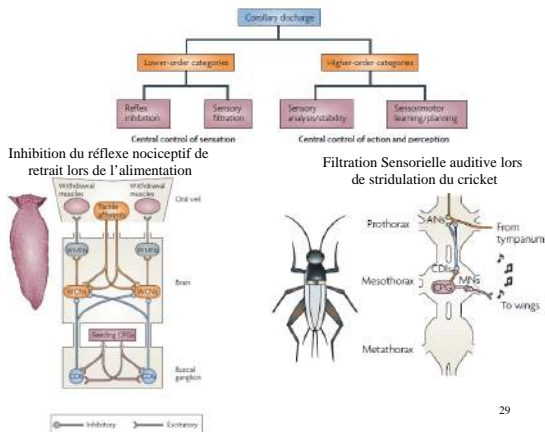
### Voies Cortico-spinales éférentes

### Les voies de l'inhibition pré-synaptique



Un fort pourcentage des fibres **corticospinales (60%)** contrôlent (par **inhibition presynaptique**) les voies ascendantes et sélectionnent les FB sensoriels.

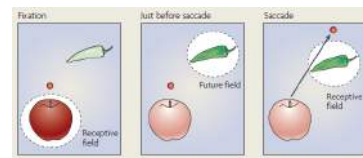
ciences



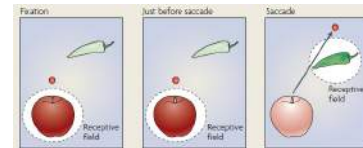
29

### Déplacement du champ récepteur visuel et décharge corollaire

En condition normale le champ récepteur se déplace par anticipation



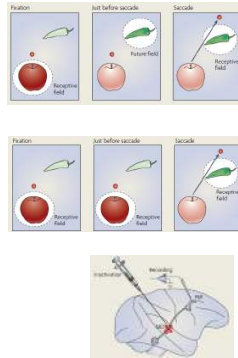
L'inactivation de la DC produit une oscilloscopie



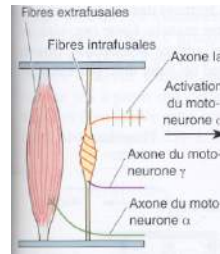
30

## Déplacement du champ récepteur visuel et décharge corollaire

- Permet la stabilité visuelle pendant la saccade;
- Le FEF qui reçoit la DC précédent la saccade depuis le colliculus via le noyau dorsal du thalamus est responsable de ce glissement attentionnel et de la stabilité visuelle;
- L'information visuelle virtuelle anticipe et arrive avant la fin de la saccade!



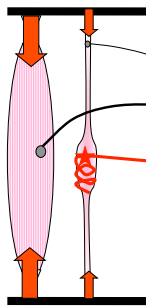
## Codage de l'état du muscle



L3 Neurosciences Th Pozzo

32

## Matthews 1970 (commande $\alpha$ - $\gamma$ , servo-assistance)

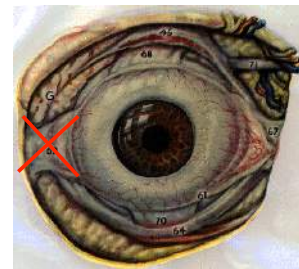


Commande sur MN $\alpha$  et  $\gamma$  simultanément

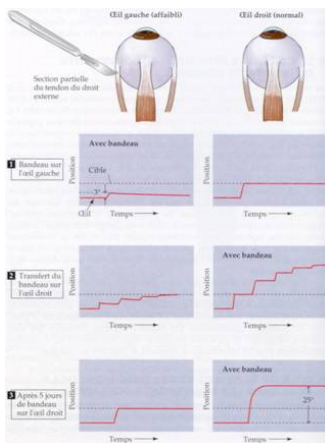
=>contraction du muscle et du FNM en même tps

=>si la contraction est perturbée, le FNM continu quant à lui de se contracter. En cas de différence, le FNM est moins soulager par la contraction et les fibres afférentes stimulent le Mn $\alpha$ .

T Pozzo L3 Neurosciences



34

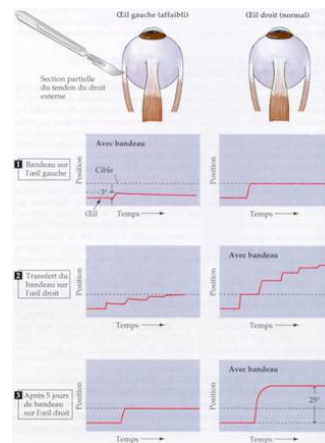


## Adaptation de la saccade

Les signaux disponibles sont :

- La copie d'efférence
- Le signal d'erreur rétinien (indisponible avec le bandeau).

iences



## Adaptation de la saccade

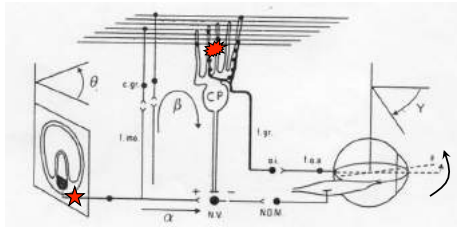
Saccade trop faible pour atteindre la cible : sans signal rétinien la cible n'est pas atteinte.

Compensation de la lésion grâce au signal rétinien à gche. A dte surestimation due à la CE de l'œil gche.

Adaptation du gain du système saccadique grâce au cervelet après 5 jrs pour compenser la faiblesse à gche (l'adaptation produit un dépassement à dte).

iens

## Circuit de l'Adaptation du VOR



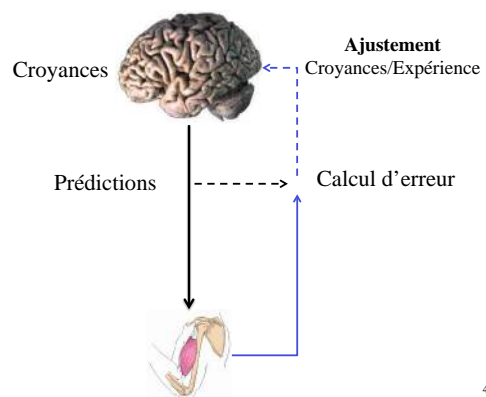
T Pozzo L3 Neurosciences

## Résumé DC et CE

- **Copie d'Efferece** : glissement de l'image rétinienne (Helmoltz 1880);
- **Prédiction Sensorielle** : La douleur diminue si je me pince ; **précision tactile** moins gde pour autostimulation;
- **Prédiction Sensorielle**: agentivité (lésion pariétale peut induire la *delusion* et le patient ressent un mvt imposé par une force ext, idem **schizophrénie**).

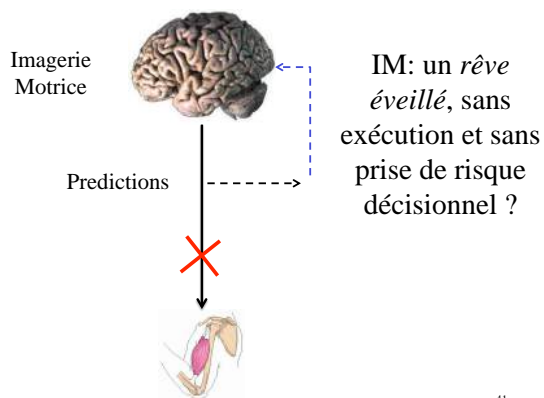
38

## L'Action calibre nos représentations

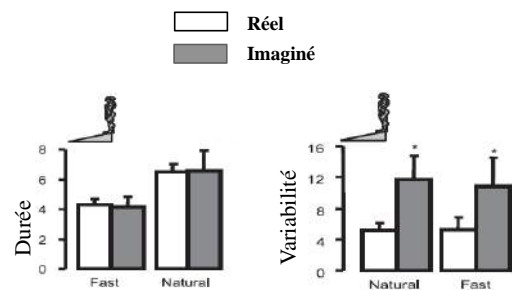


39

40



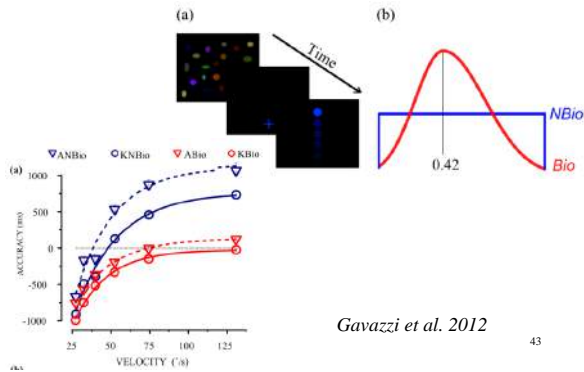
41



Courtine et al. 2004

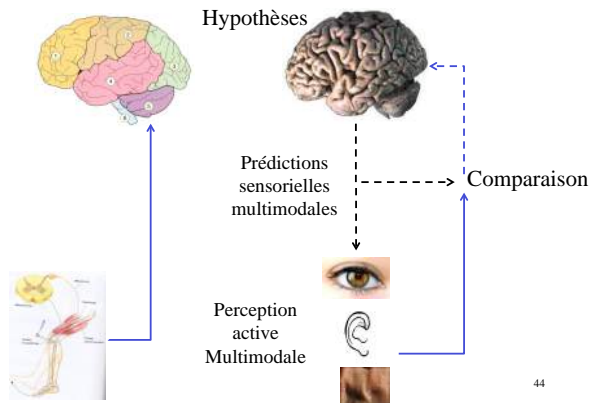
42

L'estimation du temps est contrainte par les lois motrices

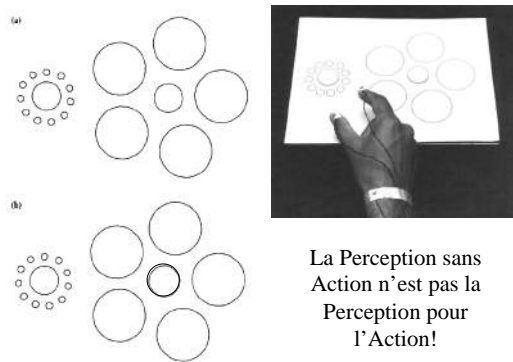


Gavazzi et al. 2012

43

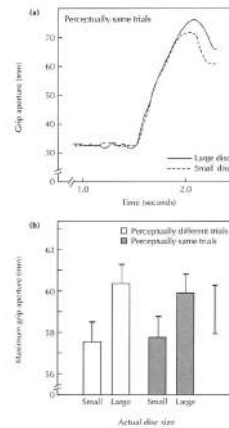


44



Aglioti et al. 1995

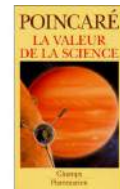
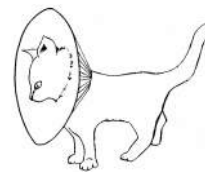
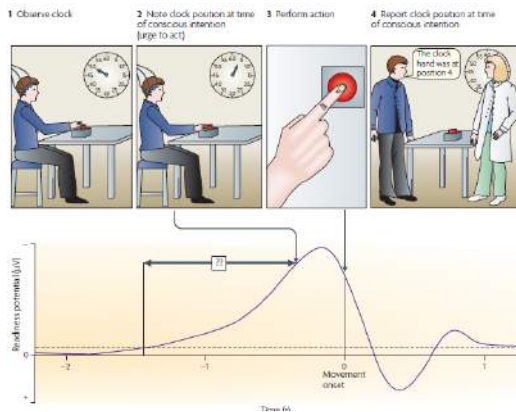
45



La Perception explicite et déclarative (psychophysique) n'est pas la perception d'une expérience vécue et enchassée dans l'action

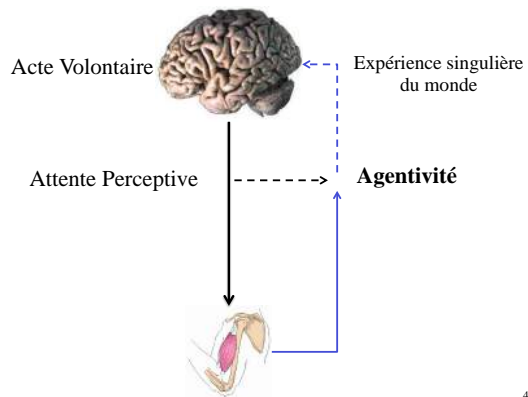
Aglioti et al. 1995

46

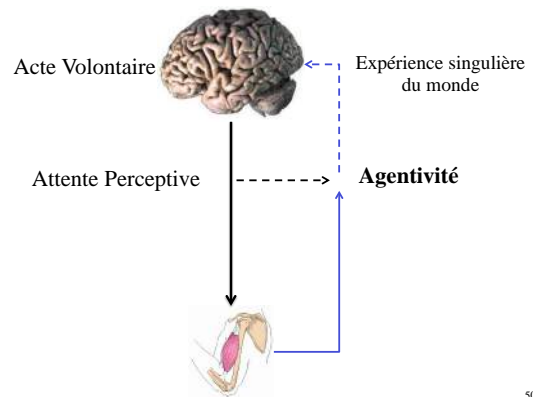


Held & Hein, 1962

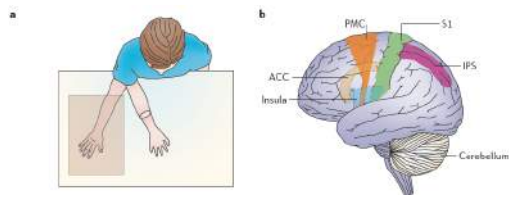




49



50

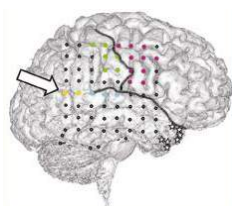


51

Phenomenology	out-of-body experience	heautoscopy	autoecopic hallucination	feeling-of-presence	room tilt illusion
Vestibular disturbance	+++	++	-	+	+++
Dissociation in personal space	+++	+++	+++	+++	-
Dissociation between personal and extrapersonal space	+++	++	-	+	+++
Disorder	embodiment body ownership	embodiment body ownership	-	body ownership	-
Brain mechanisms	PMG, TPJ	PMG, TPJ	occipital cortex	posterior parietal cortex, TPJ	TPJ

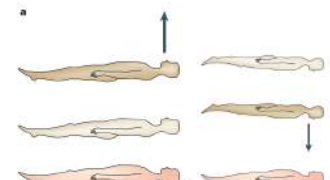
Blanke et al.

Illusion de « Sortie de Corps » après stimulation du cerveau vestibulaire (épilepsie temporelle).

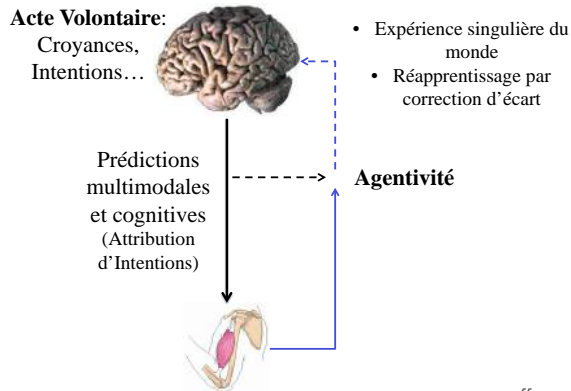


53

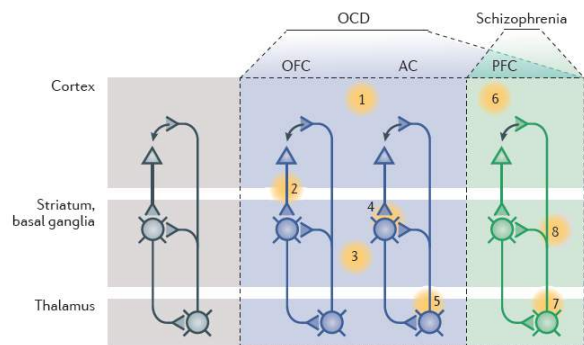
### Agentivité et Réalité Virtuelle



54



55



## Sum up on EC and FF control

- **Efferent copy** : eye movement (or body mvt) leads to retinal slip and **illusion** of motion of the world when passively moved Helmholtz 1880);
- **Sensory predictor** : Pain decrease during self sticking and a tickle is felt less intensively when it is self-applied ; **tactile precision** decrease for self stimulation;
- **Sensory predictor** provides mechanism to determine whether a movement is self-produced, or externally. Failure in this mechanism (parietal lesion) is proposed to underly **delusion** of control (patients feel that their body are being moved by external force) and **schizophrenia**.

## Résumé: Cognition...Motrice

- L'intelligence et la cognition : ce n'est pas seulement calculer ou la pensée logico déductive
- Le cerveau n'est pas un ordinateur;
- La cognition est insérée dans une boucle Action-Perception
- La mémoire est incarnée.



*Corbeau intelligent*  
[https://www.youtube.com/watch?v=4wvQOf\\_fy50](https://www.youtube.com/watch?v=4wvQOf_fy50)

58

## L'Action contraint la Perception

### Cognition-Perception-Action

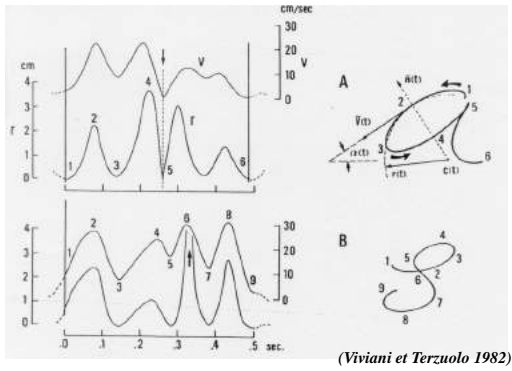


Syndrome de Moebius : une déficience motrice qui induit une déficience perceptive

59

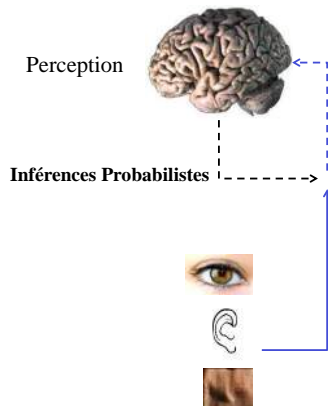
60

## Loi d'Isogonie



## L'Action remplace la Perception

62



63

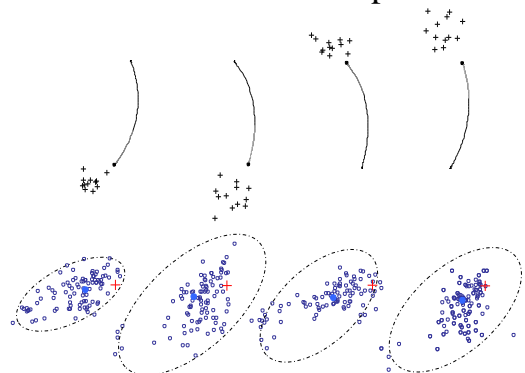
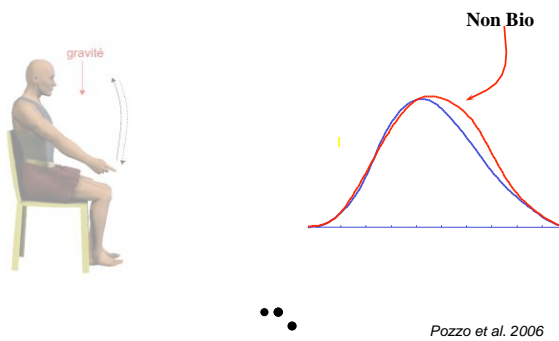
## Inférence et Permanence du monde



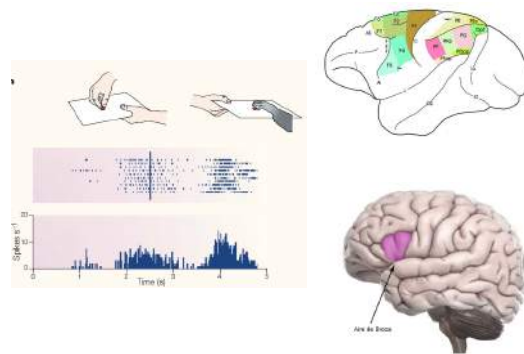
TPozzo IIT

64

## Estimation of the final position



# La Perception contamine l'Action



67

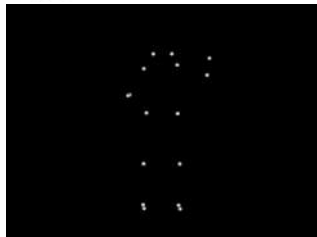
Gallese et al. 1996

OPEN ACCESS Freely available online PLOS ONE

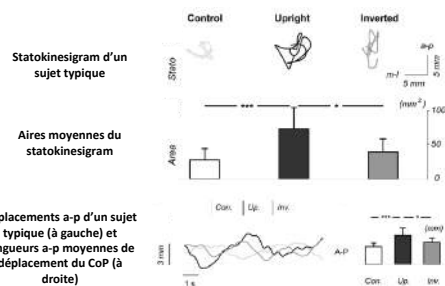
## Does Observation of Postural Imbalance Induce a Postural Reaction?

Banty Tibi<sup>1,2\*</sup>, Arnaud Salinpoint<sup>1,2</sup>, Christos Palazis<sup>1,3</sup>, France Mourey<sup>1,3</sup>, Luciano Fadiga<sup>4,5</sup>, Thierry Pozzo<sup>1,6\*</sup>

1 INSERM UMR1078, Institut de Neurosciences Cognitives, Université de Bourgogne, Dijon, France, 2 Université de Bourgogne, Centre Hospitalier, Université de Bourgogne, Dijon, France, 3 Centre d'Innovation de la Performance - IAPM, Centre de Neurosciences Cognitives, Université de Bourgogne, Dijon, France, 4 Section of Human Physiology, Department S016, Faculty of Medicine, University of Ferrara, Ferrara, Italy, 5 IRECS, Istituto Ricovero e Cura a Carattere Scientifico, Department of Neurology, Istituto di Neuroscienze, Campus Bio Medico University of Rome, Italy, 6 Institut de Neurosciences de France, IIRF 01405, Université de Bourgogne, Dijon, France



69



Reconnaissance du mouvement du modèle favorise la résonance motrice

70

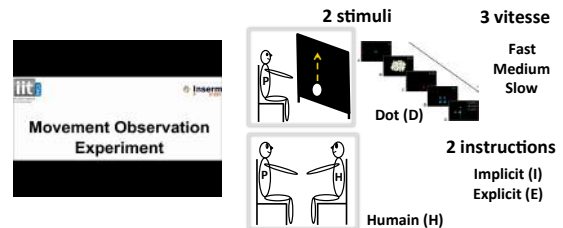
OPEN ACCESS Freely available online PLOS ONE

## Automatic versus Voluntary Motor Imitation: Effect of Visual Context and Stimulus Velocity

Ambra Bisio<sup>1,2\*</sup>, Natale Stucchi<sup>1</sup>, Marco Jacono<sup>1</sup>, Luciano Fadiga<sup>1,4</sup>, Thierry Pozzo<sup>1,5</sup>

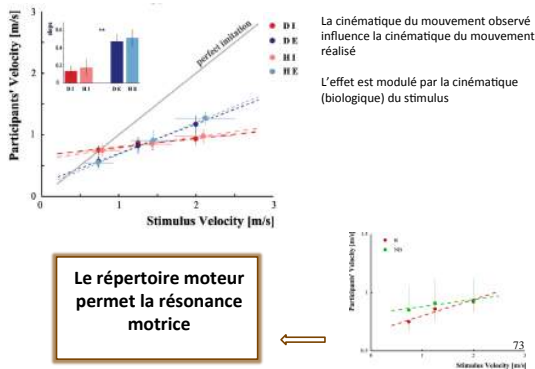
1 Department of Robotics, Brain and Cognitive Sciences, Istituto Italiano di Tecnologia, Genova, Italy, 2 Dipartimento di Informatica, Statistica e Telematica, Università degli Studi di Genova, Genova, Italy, 3 Dipartimento di Psicologia, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Milano, Italy, 4 Dipartimento di Scienze Biomediche e Terapie Avanzate, Sezione di Fisiologia Umana, Università degli Studi di Ferrara, Ferrara, Italy, 5 Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale U1087, Moncef Raouf, Campus Universitaire, Dijon, France

La cinématique des mouvements observés influence t elle la cinématique des mouvements réalisés?



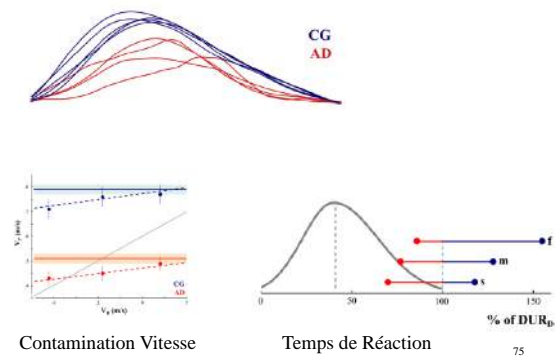
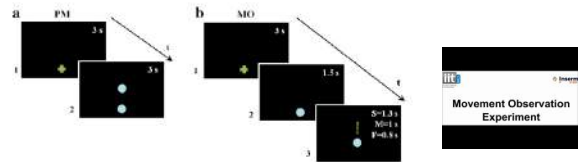
71

72



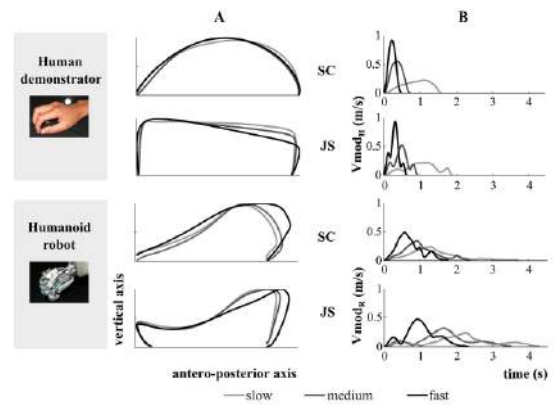
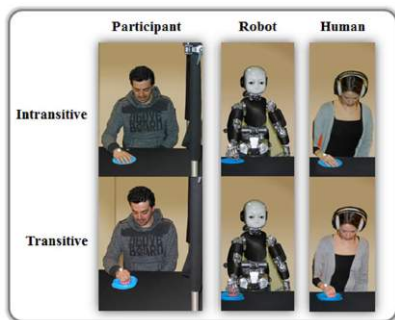
**MOTOR RESONANCE MECHANISMS ARE PRESERVED IN ALZHEIMER'S DISEASE PATIENTS**

A. BISIO<sup>1,2</sup>, M. CASTERAN,<sup>1</sup> Y. BALLAY,<sup>3</sup> P. MANCKOUNDIA,<sup>1,2</sup> F. MOUREY<sup>2</sup> AND T. POZZO<sup>1,2,4</sup>

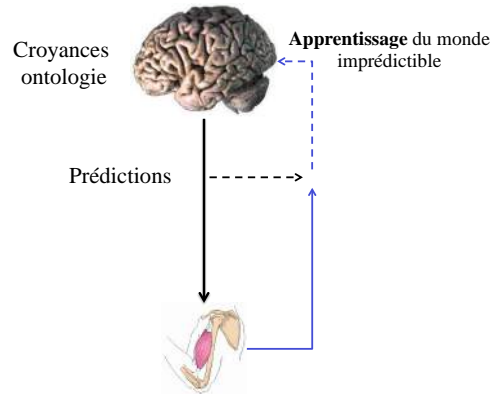
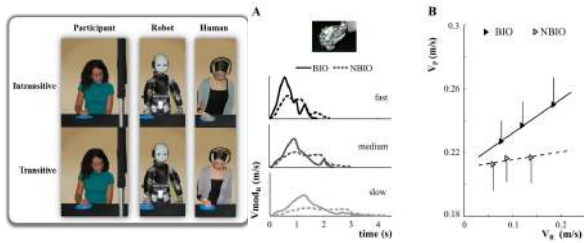


**Motor Contagion during Human-Human and Human-Robot Interaction**

Ambra Bisio<sup>1\*</sup>, Alessandra Scutti<sup>1</sup>, Francesco Nori<sup>1</sup>, Giorgio Metta<sup>1,2</sup>, Luciano Fadiga<sup>1,3</sup>, Giulio Sandini<sup>1</sup>, Thierry Pozzo<sup>1,4,5</sup>



## Humans are easily contaminated by Robots

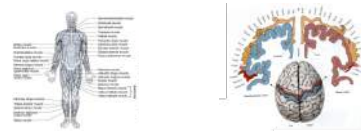


80



E Wurms, « *Misceveable* »

81



L' Action n'est pas qu'une contraction musculaire:

- Elle révèle l'intention, les désirs, les croyances ...
  - Elle contraint la perception,
- Elle permet l'intersubjectivité et la cognition sociale par le partage de représentations d' Actions.

82

Les Aliens et les extra-terrestres sont anthropocentrés!

L' Action et le corps contraignent nos représentations et notre imaginaire, la fiction



ETs: un double de soi même ?



83

84

Aliens: Anthropocentrés et Terriens

