

## Bibliographie

- **Alain Berthoz** (éd. O Jacob) Le sens du mouvement; La simplicité.
- **Michel Desmurget** (éd. Solal) Imitation et apprentissages moteurs : des neurones miroirs à la pédagogie du geste sportif de (2006)
- **Marc Jeannerod** (éd. O Jacob) Le cerveau volontaire (2009) etc...
- **Thierry Pozzo**: Pdfs sur site web de l'U1093 Inserm

TPozzo

M1

1

## Physiologie de l'Action et de la Perception

- Cognition incarnée et désincarnée
- Evolution des fonctions Cognitives
- Méthodologie pour l'étude du comportement moteur et des actions
- Le contrôle postural
- Illustration expérimentale
- La locomotion

TPozzo

M1

2

### La Cognition est Incarnée!

#### Elle est aussi étendue!

Les capacités cognitives de ceux qui ont un téléphone intelligent peuvent être affectées à la baisse par le seul fait de savoir que leur téléphone est accessible à portée de la main!

**Rangez votre téléphone dans votre sac svp.**

THE CONSUMER IN A CONNECTED WORLD

#### Brain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity

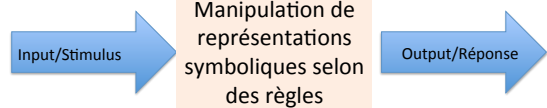
ADRIAN F. WARD, KRISTEN DUKE, AYELET GNEEZY, AND MAARTEN W. BOS

3

### Cognition *Désincarnée*

#### Définitions et Rappels

Behaviorisme et Psychologie

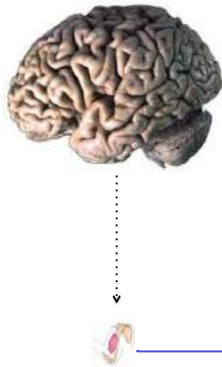


- Cognition par 1 **machine passive** en attente d'input et informée de l'extérieur;
- **Computation digitale** (0/1) de l'information extérieure (inspiration de la technologie informatique);

L3 Apa T Pozzo

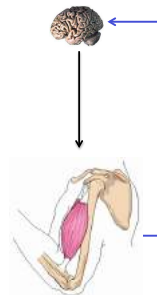
4

### Psychologie



L3 Apa T Pozzo

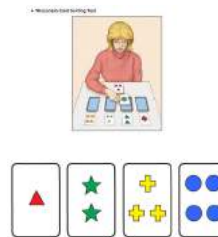
### Physiologie



5

### Cognition *Désincarnée*

#### Test de Wisconsin



L3 Apa T Pozzo

#### Test des tours (de Londres, Hanoi ...)



6

## Cognition *Désincarnée*

Test de Wisconsin

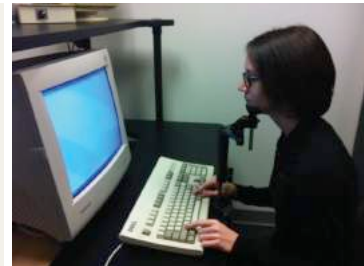
Test des tours (de Londres, Hanoi ...)

- Evaluation de l'opération mentale de classement et non son accomplissement (réalisation physique et fabrication des 4 tas) au détriment de son exécution;
- Après la résolution de problème l'exécution est artificiellement interrompue ;

7

## Cognition *Désincarnée*

Des Fonctions exécutives testées sur des humains immobiles!



L3 Apa T Pozzo

8

## Cognition *Désincarnée*

Test de Wisconsin

Test des tours (de Londres, Hanoi ...)

- *Exécuter* c'est pourtant:
  - **trier** les formes de réalisation possible de la tâche,
  - **choisir** la meilleure combinaison d'effecteurs potentiellement capables d'assurer le geste,
  - **définir** la trajectoire optimale de la main dans l'espace de la tâche,
  - **ajuster** la décélération de la main vers la carte en fonction de la fermeture de la prise manuelle, etc.
  - **Prendre des décisions** sur ces options ainsi que sur la vivacité de la saisie en tenant compte des croyances en ses possibilités biomécaniques de réussir la tâche.

9

## Cognition *Désincarnée*

### Cognition et Intelligence:

- Des compétences exclusivement **calculatoires**;
- Une pensée abstraite **logico-déductive**, **raisonnement** déductif et inductif, de type **algorithmique**;
- Cerveau=ordinateur (pas d'effecteurs!)

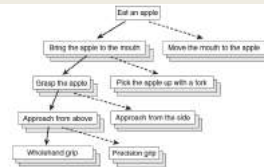


Figure 26.1 A simple action hierarchy.

10

## Cognition *Désincarnée* et APA

**La Rééducation** et la stimulation cognitive conçues avec des exercices de réflexion et de calcul mental et selon une conception de la cognition découpée de la motricité.

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

L3 Apa T Pozzo

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

11

## Cognition *Désincarnée*

### Conscience et Inconscience:

- Des notions (occidentales) qui séparent 2 états mentaux ainsi que le **corps** de la **pensée**;
- Conscience (**réflexive** ou **méta-conscience**):
  - *Je pense que je pense*, ou la pensée de la pensée: **un dédoublement de personnalité** où l'acteur devient spectateur de son existence. L'un des 2 se jette hors de l'autre puis se retourne et redirige son attention sur l'autre lui-même pour avoir connaissance de ses perceptions.

L3 Apa T Pozzo

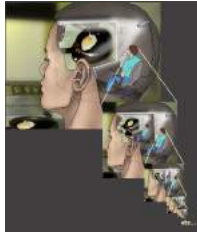
12

## Cognition *Désincarnée*

### Conscience et Inconscience:

- Conscience réflexive (*méta-conscience différée*):

Problème! Placer un observateur en surplomb du cerveau (*penser sur sa pensée*) conduit à une régression à l'infini!



13

## Cognition *Incarnée*

*Conscience et inconscience*, des mots de la culture occidentale qui catégorisent artificiellement des états physiologiques non clairement identifiés expérimentalement.

### Questions:

- 1) Existe-t-il une **frontière** entre les 2? La conscience ne serait pas un événement **tout ou rien** mais pourrait prendre des formes intermédiaires, graduelles.
- 2) L'Hypnose correspond à quel état de Conscience

14

## Cognition *Incarnée*

### Questions

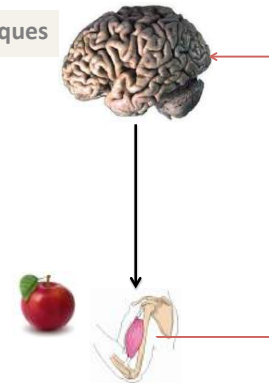
- 4) Comment déterminer le niveau de conscience lors d'un **état végétatif**?
- 5) **Comment communiquer** avec un patient en état de coma végétatif? La **perception** sonore ou visuelle active-t-elle les aires motrices? Une **rééducation** est elle possible?

L3 Apa T Pozzo

15

## Cognition *Incarnée*

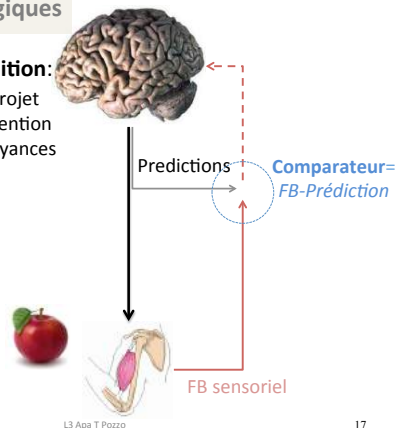
### Principes Physiologiques



16

### Principes Physiologiques

**Volition:**  
-Projet  
-Intention  
-Croyances

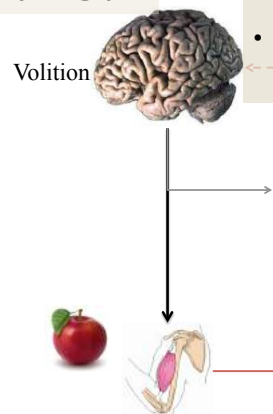


L3 Apa T Pozzo

17

### Principes Physiologiques

- Ajustement Prediction vs réel
- Expérience singulière du monde
- Apprentissage



18

## Mémoire

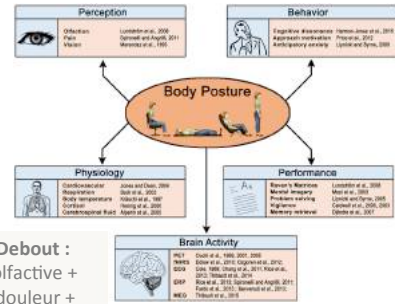
### Mémoire et Mémorisation

- Un passé **situé dans le corps** du sujet !
- Elle n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite **pour prévenir le futur**: elle est un **instrument de prédiction**

L3 Apa T Pozzo

19

## Posture et Effets Corticaux



### En Posture Debout :

- sensibilité olfactive +
- Sensibilité douleur +
- attention visuelle +
- L'anxiété anticipée +
- pensées conflictuelles-

20

## Cognition Incarnée: Conclusion

La Cognition est aussi  
Motrice!

Faite *d'actions simulées* et non seulement de la *manipulation de chiffres, concepts et symboles*.



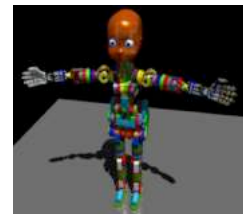
L3 Apa T Pozzo

21

## Cognition Incarnée

### Résumé (atouts corporels)

- Les **atouts biomécaniques** déterminent la nature de la communication: on connaît le monde et le vivant grâce à la motricité.



22

## Physiologie de l'Action et de la Perception

- Evolution des fonctions Cognitives
  - Echelles temporelles
  - Le corps figure l'évolution (3 ex: Main, œil, Pied)
  - Adaptation, objet technique, Exo-darwinisme
  - Plasticité du Schéma corporel

TPozzo

M1

23

## Échelles temporelles

- 15 milliards A : particules
- 4 milliards A : monde vivant
- 2 millions A : espèce humaine
- 2000 A : Culture et civilisation
- 80 A : durée vie humaine et échelle de temps du raisonnement humain.

TPozzo

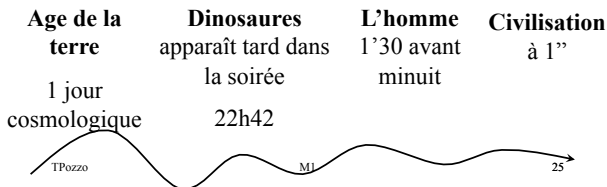
M1

24

## Fonctions Motrices et Évolution

Disproportion des échelles temporelles :

- **Paléontologie** = milliards d'années ;
- **Physiologie** raisonne en seconde, jours ou années (un clin d'œil pour la paléontologie).



## Les fonctions motrices résultent d'une longue évolution

- **La morphologie** est la partie visible d'un long processus, parfois difficile à comprendre!
- Cet exemple illustre les **interactions** entre monde végétal et monde animal.



**L'être humain** est incorporé dans une échelle de temps bien plus importante que celle utilisée par le physiologiste. Les processus évolutifs sont rarement pris en compte dans la formulation d'hypothèses ou d'interprétations.

**Les sciences** (surtout humaines et sociales) raisonnent sur 2000 ans alors que l'homme a vécu « sans culture » 1M d'années (la sociobiologie est svt inacceptable en sciences sociales!)

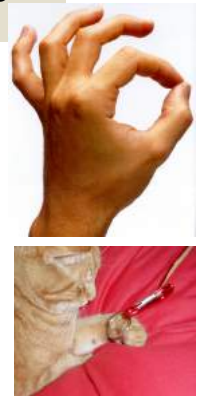
TPozzo

M1

27

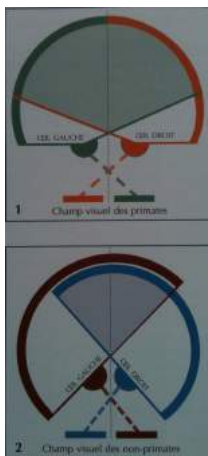
## La cognition résulte d'une longue évolution biologique

- **La préhension** fine illustre la compression temp<sup>elle</sup> de l'évolution phylogénétique.
- Les compétences motrices condensent des millions d'années d'évolution qui perdurent. Au contraire les cultures s'éteignent et les idées disparaissent.



TPozzo

M1



## Spécialisation visuelle, hémisphérique et manuelle

Le recouvrement des 2 champs donne une meilleure précision des ajustements visuo-manuels (3d) lors de saisie d'objet.

M1

29

## Le système oculomoteur

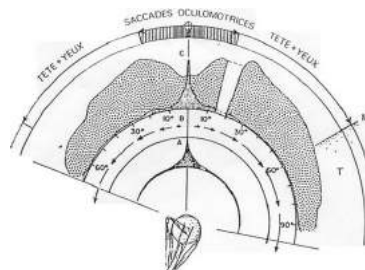


FIG. 2. — Champ visuel de l'œil droit dans le méridien horizontal chez l'Homme. A : Amplitude visuelle relative. B : Vecteurs de déplacement rétinien pour des objets situés à égale distance de l'œil lorsque ce dernier se déplace en avant à une distance double le long de son axe. C : Périmètre de distribution relative des bâtonnets (points) et des cônes (rayons diagonaux). D : Degré maximal de couvreur momentané temporel. (D'après THURMAN, 1964.)

- Csq de l'**hétérogénéité** de la rétine ;
- Entretien de l'excitation max sur la rétine ;
- Fovéation** pour mieux utiliser la rétine ;
- Chez le Pigeon la vision est panoramique (330°), sans fovéa, rétine homogène donc pas d'oculomotricité mais céphalo motricité et nystagmus céphalique pour stabiliser l'image sur la rétine ;
- Mobilité oculaire : 60° en H et 40° en V.

Regarder le regard : un instrument de communication bien spécifique à l'homme



## Mouvements du regard



L'oculo-motricité est utilisée pour **explorer l'environnement** biologique ou non biologique.

Dans le cas de l'exploration des visages le regard est un **instrument de communication** important.

Au contraire d'autres espèces, chez l'homme l'existence de la partie blanche de l'œil rend possible la **lecture des intentions** de l'autre par le regard.

T Pozzo L3 Neurosciences



Les fausses confidences corporelle!

(Georges de La Tour, 1630)

## Pause Questions

- 1) Pourquoi dit-on que la cognition est incarnée?
- 2) A l'échelle de l'âge de la terre, à combien correspond la durée de la civilisation ?
- 3) Donnez un exemple d'interaction entre monde végétal et animal.
- 4) Donnez une différence entre monde animal et végétal?
- 5) Peut-on dater précisément le début d'une différenciation entre nature et culture, ou bien entre homme et animal?
- 6) Donnez une différence entre humain et animal.
- 7) Spécificité du regard humain?
- 8) Pourquoi le regard est-il un instrument de communication ?

TPozzo

M1

34

## L'homme Moderne est Curieux et Cosmopolite

Possible si :

- **adaptation** aux variations (climat, géographie: forêt vs savanne),
- déplacements à coût réduit,
- **Outils pouvant être conçus** : la viande est partout disponible, à condition d'être équipé pour la chasse.

CSQ : **Cosmopolitisme** partiellement relié à la capacité de **rationaliser les mvts et concevoir des outils.**

TPozzo

M1

35

Les techniques peuvent se développer si la main rend possible les manipulations fines



TPozzo

## La fonction motrice : un outil dessiné par l'évolution ?

De même qu'un outil fabriqué, la fonction motrice résulte de solutions adaptatives sélectionnées.

La morphologie et les comportements associés (locomotion, préhension...) externalisent l'évolution biologique. De même, les techniques et les outils sont des "exo-Darwinismes".



Un pouce trop court ne permet pas une saisie précise. 37

## Résumé et Conséquences : la main prolonge le SNC

La précision manuelle de l'homme est le fruit d'une double évolution : corporelle et Nerveuse.



TPozzo

M1

38

## Acquisition de la Parole : Imitation d'Action ?

- Une étape fondamentale vers l'acquisition du langage : capacité à générer des sons avec la bouche accompagnés des actions spécifiques sans faire l'action => association audition action et évocation d'action à l'audition (et peut être sa "simulation en ligne").
- Mnya-Mnya, qui correspond au son produit par les mvts de la bouche qui mange, est universellement reconnu : c'est un ex. d'association mot+son+geste ou le sens d'un mot est transféré à un son (Paget 1930, Rizzolatti 2004). Le Language serait la production de sons correspondant à un geste, une action.

TPozzo

39

## Les outils sont des extensions du corps

N° 3 { Making Tools

EARLY HUMANS BEGAN to use stone tools as extensions of their bodies to modify or manipulate other objects or elements of their environment. This became a significant part of our ecological adaptation, to the extent that paleolithic technology seems to have evolved in parallel with the expanding brain and enhanced social behavior of our ancestors.

TPozzo

M1

40

## Histoire de tire-bouchons : un ex. D'exo-Darwinisme



Dont les formes tiennent compte aussi des caractéristiques musculéo-squelettiques humaines<sup>41</sup>

TPozzo

## Les outils sont des segments amovibles

N° 2 { The Toolmakers

A TOOL IS any object modified for a specific use. Chimpanzees use many different kinds of tools, such as twigs for termite fishing, leaves for sponges, and stones for anvils. Hominids were probably using tools made from perishable materials for millions of years before they began making them from stone. Stone tools appear in the fossil record around 2.5 million years ago in East Africa. These very simple tools were mostly cores, hammers, flakes, and manuports. Scientists examine evidence for the first toolmakers and recreate the tools to understand their purpose.

TERMITE FISHING  
Chimpanzees use twigs to "fish" for a meal of termites.  
©Hugo van Lawick

## Outils : Polyvalence et Plasticité du Schéma corporel

Les outils peuvent être pris ou abandonnés et repris si nécessaire (comme les habits avec la température ambiante). L'espace d'action change grâce à la plasticité du Schéma corporel qui intègre les techno prolongeant les fonctions.

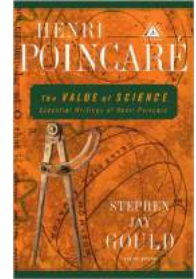
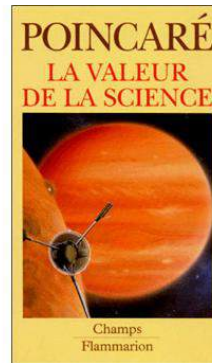


TPozzo

M1

43

*Polyvalent et amovible*



(Henri Poincaré, 1875)

## Questions ?

- Qu'est ce que l'intelligence ?
- De quoi est capable l'intelligence artificielle? et celle des robots ?
- L'IA est elle incarnée ?
- Un ordinateur est il intelligent ?



**La locomotion est une étape phylogénétique importante :** la reproduction devient orientée et contrôlée au contraire des végétaux se reproduisant passivement (vent, animaux).

Les végétaux sont adaptés à un espace, une niche restreinte.



TPozzo

M1

46

locomotion Bipède : une adaptation réussie à la gravité terrestre

Les corps volumineux sont mieux adaptés à l'eau (car l'eau les porte) mais pas aux déplacements sur terre.

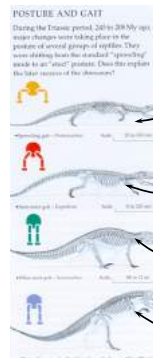
La locomotion terrestre est une utilisation rationnelle de la g<sup>té</sup> qui transforme de façon optimale l'énergie potentielle en énergie cinétique.

TPozzo

M1

47

Du 4 pattes à la bipédie : Locomotion et contrainte gravitaire



Elévation du CM et réduction de la BoS : la solution du pendule inversé.

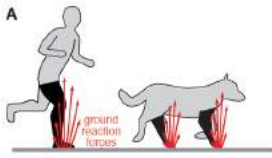
M1

48

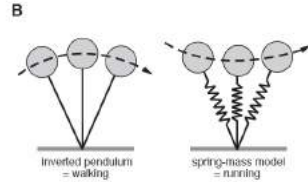


## La Gravité c'est :

Contrainte d'équilibre    Ressource Énergétique

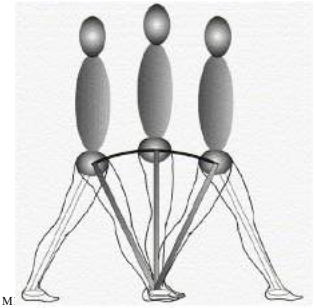


TPozzo



M1

49

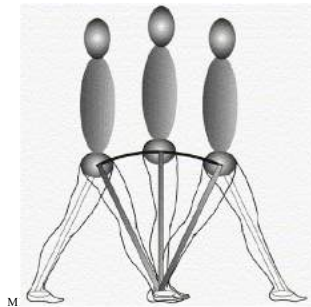
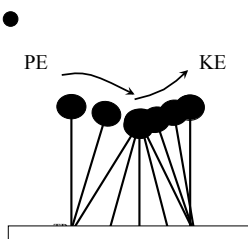


M

## Gravité

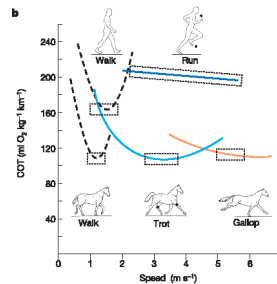
Pendule inversé : plus d'énergie potentielle transformée durant le cycle locomoteur !

Ressource Énergétique



M

Comparaison du coût métabolique du transport chez l'h et le cheval.



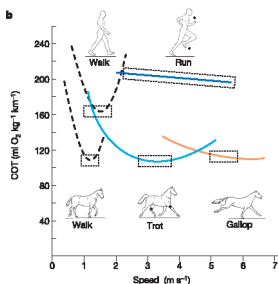
TPozzo

M1

Même coût (en U) en marche et trot, au contraire de la course d'endurance qui reste linéaire chez l'homme .

52

Comparaison du coût métabolique du transport chez l'h et le cheval.



TPozzo

M1

53

- Les vitesses préférées (rectangles) cad les plus efficaces énergétiquement, sont moins restrictives chez l'h.
- La course implique des mvts synchronisés et en opposition de phase (pts).

## Résumé

La transition marche-course est économique et exploite le mécanisme masse&élastique.

Les H sont de **mauvais sprinters** (10 m/s vs 15 à 20m/s pour le cheval et l'antelope).

L'H (et la hyene) sont capables (au contraire du zèbre et de l'antelope) de courir 1 longue distance à faible vitesse (endurance, **jogging**).

L'H est capable d'ajuster la vitesse de course continuellement sans changer le mode locomoteur et sans surcoût : **flexibilité et large spectre de vitesses économiques.**

TPozzo

M1

54

## Pause Questions

- 1) Que révèle l'étude comparative des coûts métaboliques de la locomotion quadrupède et bipède ?
- 2) Pourquoi la locomotion bipède est plus économique que la loco quadrupède?
- 3) Pourquoi la locomotion bipède est une étape importante de la phylogénèse ?
- 4) La bipédie s'est imposée au détriment de quel autre facteur moteur ?
- 5) A quel moment l'énergie potentielle d'un marcheur est maximale?
- 6) Quels sont les rôles opposés de la gravité dans la production d'un geste?
- 7) Pourquoi dit on que l'homme est un bon joggeur?

TPozzo

M1

55