



Atelier de neuropsychologie

Charlotte Jacquemot & Laurent Cleret

NeuroPsychologie Interventionnelle
INSERM U955, DEC-ENS

charlotte.jacquemot@ens.fr , laurent.cleret@gmail.com

Organisation de l'atelier

- Perspective historique
- Etude de cas de patients
 - Présentation des cas
 - Discussion des cas en petits groupes de 5 personnes
- Synthèse: concepts clefs et problèmes actuels
- Bibliographie



**Perspective historique:
le lien entre comportement et
cerveau**

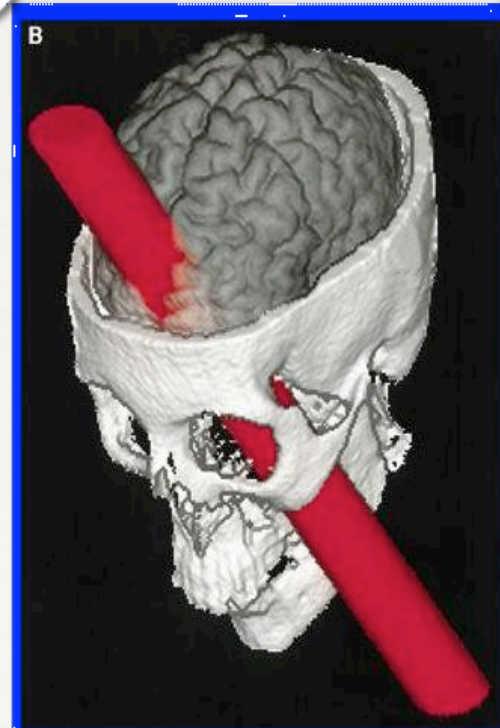
La phrénologie



F.J. Gall (1757-1828)

- ▶ localisation des fonctions cérébrales dans le cerveau
- ▶ les bosses du crâne d'un être humain reflètent son caractère ...
- ▶ bosse des maths, bosse du criminel

Dr Harlow et Phineas Gage (1823-1860)



1843: Atteinte des lobes frontaux

- Troubles de la planification, de l'inhibition, raisonnement...
- Troubles de l'humeur: caractériel d'humeur changeante

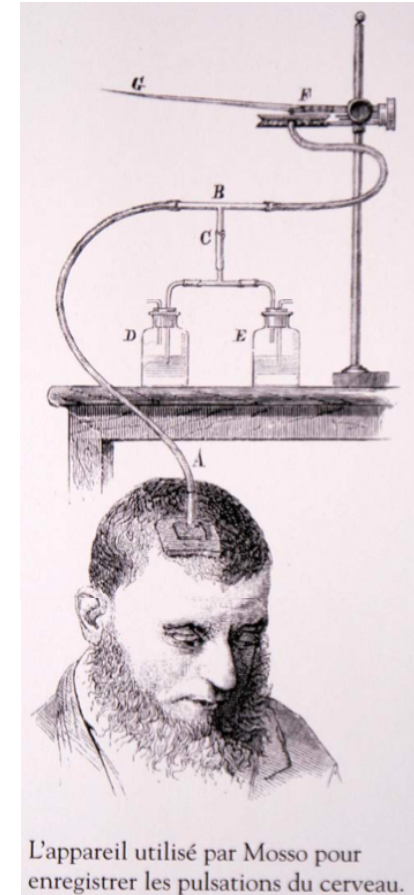
Etablir le lien entre comportement et activité cérébrale



Le sphygmomanomètre (1881)

Angelo Mosso (1848-1910)

- Lien entre le débit sanguin et activité cérébrale
- Fontanelle : pulsations visibles
- Idée d'enregistrer les pulsations sur le crâne endommagé de patients



Paul Broca (1824-1880)



- Couronne thermométrique (1861)
 - ▶ mesurer les variations de température de la surface du crâne dues à des changements de l'activité du cerveau
- Patient Leborgne dit « tan tan »
- Troubles de la production de la parole
- Lésion de lobe frontal inférieur gauche
 - ▶ aire de Broca impliquée dans la production de la parole



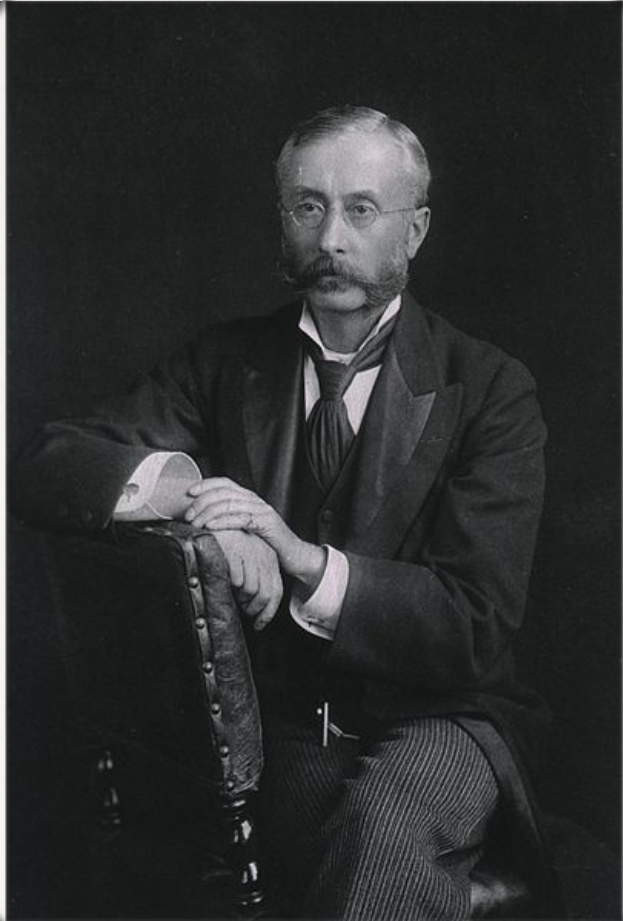
Carl Wernicke (1848-1915)



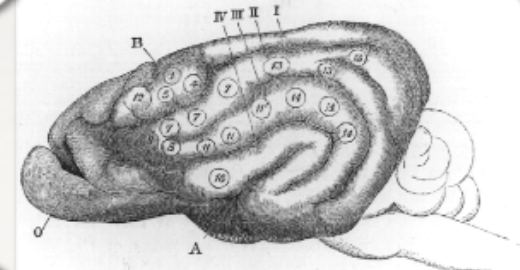
Wernicke

- Aphasie avec troubles de perception de la parole
- Patients qui ne comprennent plus la parole, qui produisent des phrases qui n'ont pas de sens malgré une articulation et une fluence normale, une grammaire et prosodie normales.
- ▶ Aphasie de Wernicke, région pariéto-temporale gauche

David Ferrier (1843-1928)



- Localisation des fonctions dans le cerveau (singes, chiens...)
- ▶ Lésion expérimentale corticale et observation des troubles associés : un singe hémiparétique après une lésion cérébrale du cortex moteur
- ▶ Stimulation électrique du cortex
- ▶ Carte corticale des fonctions motrices

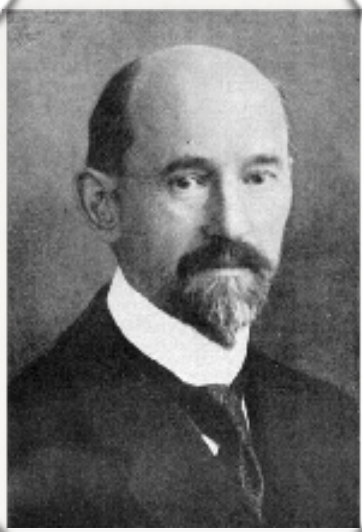


Carte obtenue par stimulations électriques chez le chien

Roy et Sherrington, 1890

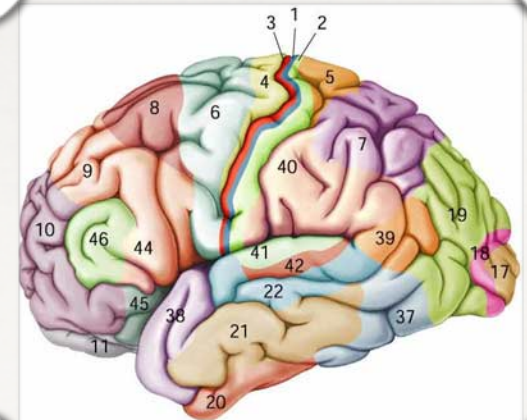
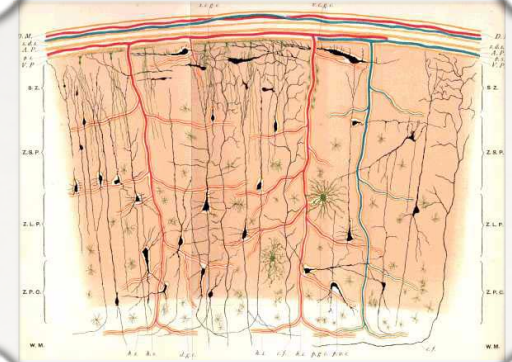
- Travail sur les animaux, chiens, chats, singes.
- Description de la relation entre l'activité neurale et les variations de débit sanguin





Korbinian Brodmann (1868-1918)

- Description de la cytoarchitectonique du cortex selon
 - nombre de couches de cellules
 - épaisseur des couches
 - les types de cellules (arborisation dendritique, ...)
 - ...
- ▶ Carte de Brodmann (1909). Toujours utilisée



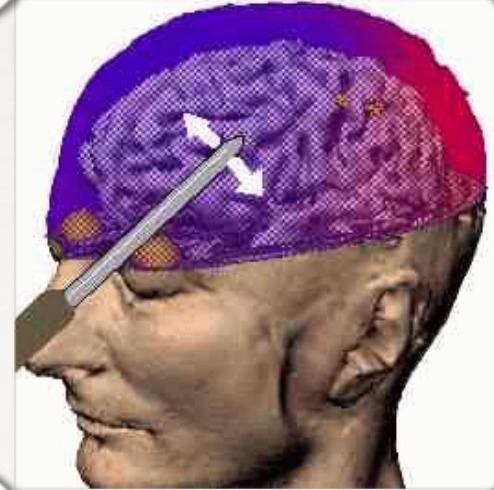
Lobotomie frontale (-5000 à ~1985)



E. Moniz (1874-1955)
Prix nobel en 1949
pour ses travaux



W. Freeman, années 50 aux USA, mouvement de
l'hygiène mental. Technique du pic à glace.



Idée que des maladies comme la schizophrénie, l'épilepsie, les migraines chroniques sont liées à un trouble des connexions dans le lobe frontal
→ apathique, trouble de la prise d'initiative, humeur changeante, asociaux...

La transition du 20^{ème} siècle

- Neuropsychologie au lit du malade
 - observations de troubles comportementaux
 - localisation cérébrale difficile, post-mortem, dissection

- Neuropsychologie cognitive
 - apport de la théorie cognitive, modèle de traitement
 - développement des méthodes d'exploration des lésions cérébrales: techniques de dissection, d'imagerie cérébrale (scanner, résonance magnétique, tomographie)



Etudes de cas

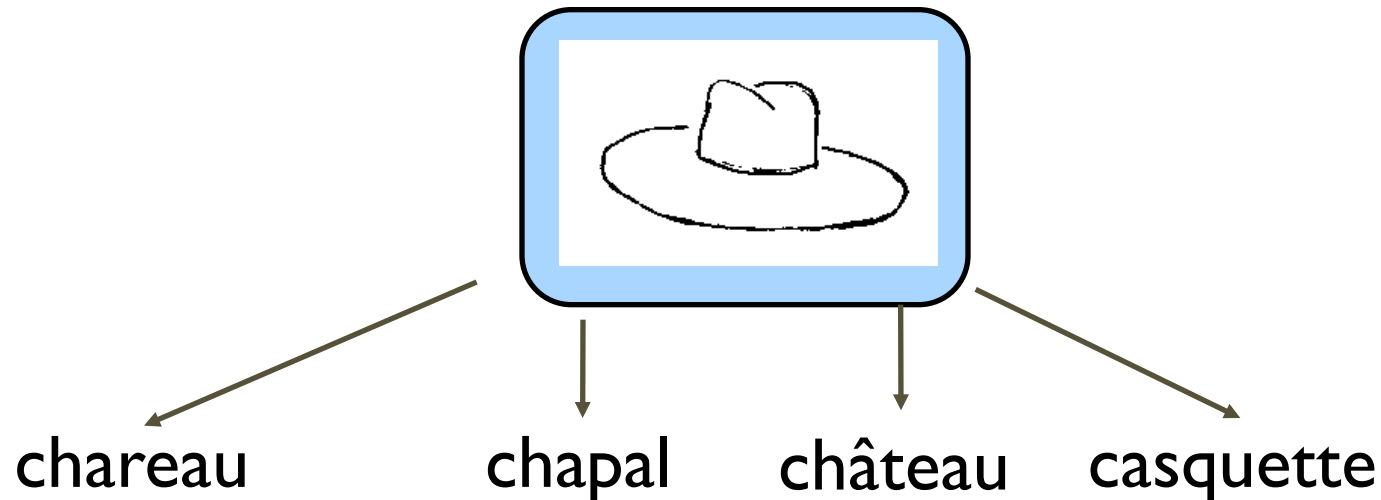
I. Travail en groupe: Présentation de cas neuropsychologiques

- Formation de groupes (env. 5 personnes par groupe)
- Présentation de cas de déficits particuliers : 2 études
 1. Langage
 2. Pointage
- 1ère discussion en groupes
 - Comment décrire le phénomène neuropsychologique?
 - De quelles informations supplémentaires pertinentes auriez vous besoin pour mieux saisir le phénomène?
- Présentation d'informations supplémentaires
- 2ème discussion en groupes
 - Développement d'une théorie pour expliquer le phénomène et
 - Développement de tests pertinents pour vérifier/ falsifier la théorie

I. Langage: études de deux cas de patients

	AS	IFA
Dénomination d' image	-	-
Lecture	-	-
Répétition	-	-

- ▶ erreurs phonologiques, morphologies, lexicales, sémantiques



Deux patients: répétition

- ▶ Erreurs de substitution phonologiques simples (1-3 phonèmes)

AS

IFA

Grimper	Gruper	Grimfer
Stylo	Stalo	Spylo
Bouche	Boche	Banche
Fenêtre	Fenatre	Venêtre
Voiture	Voikure	Voitume
Aspirateur	Aspiroutar	Arpilateur
Visite	Visipe	Vichite
Cheveux	Chanvan	Chegneux
Arbre	Orbre	Arkre
Table	Taible	Poble
Accordéon	appordéon	Accorféon

- Ère discussion en groupes
- Comment décrire le phénomène neuropsychologique?
- De quelles informations supplémentaires pertinentes auriez vous besoin pour mieux saisir le phénomène?

Deux patients: répétition

- ▶ Erreurs de substitution phonologiques simples (1-3 phonèmes)

AS

IFA

Grimper	Gruper	Grimfer
Stylo	Stalo	Spylo
Bouche	Boche	Banche
Fenêtre	Fenatre	Venêtre
Voiture	Voikure	Voitume
Aspirateur	Aspiroutar	Arpilateur
Visite	Visipe	Vichite
Cheveux	Chanvan	Chegneux
Arbre	Orbre	Arkre
Table	Taible	Poble
Accordéon	appordéon	Accorféon

Données complémentaires

Anatomie

AS

- Droitière
- 41 ans
- AVC (ischémie)
- Lobes pariétal et temporal gauche
- Petite lésion dans le lobe pariétal droit

IFA

- Droitière
- 52 ans
- AVC
- gyrus supramarginal angulaire et temporal supérieur gauche

Autres capacités cognitives

AS

- Vision +
- Audition +
- Somato-sensoriel +
- Moteur +

IFA

- Vision +
- Audition +
- Somato-sensoriel +
- Moteur +

Autres capacités langagières

AS

- Articulation +
- Empan verbal: 3 endroit et 3 envers
- Parole spontanée fluente mais avec paraphasies
- Discrimination phonémique: +
- Appariement image-mots auditifs +

IFA

- Articulation +
- Empan verbal: 3 endroit et 2 envers
- Parole spontanée fluente mais avec paraphasies
- Discrimination phonémique: +
- Appariement image-mots auditifs +

Deux patients: répétition

► Erreurs de substitution phonologiques simples (1-3 phonèmes)

AS

Grimper

Gruper V

Stylo

Stalo V

Bouche

Boche V

Fenêtre

Fenatre V

Voiture

Voikure C

Aspirateur

Aspiroutar VV

Visite

Visipe C

Cheveux

Chanvan VV

Arbre

Orbre V

Table

Taible V

Accordéon

appordéon V

IFA

Grimfer C

Spylo C

Banche V

Venêtre C

Voitume C

Arpilateur CC

Vichite C

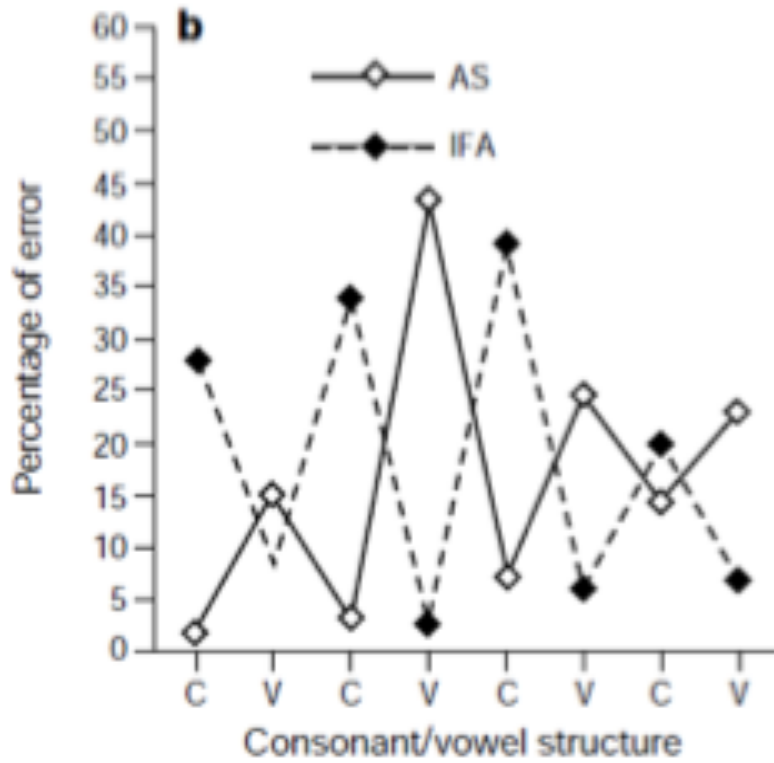
Chegneux C

Arkre C

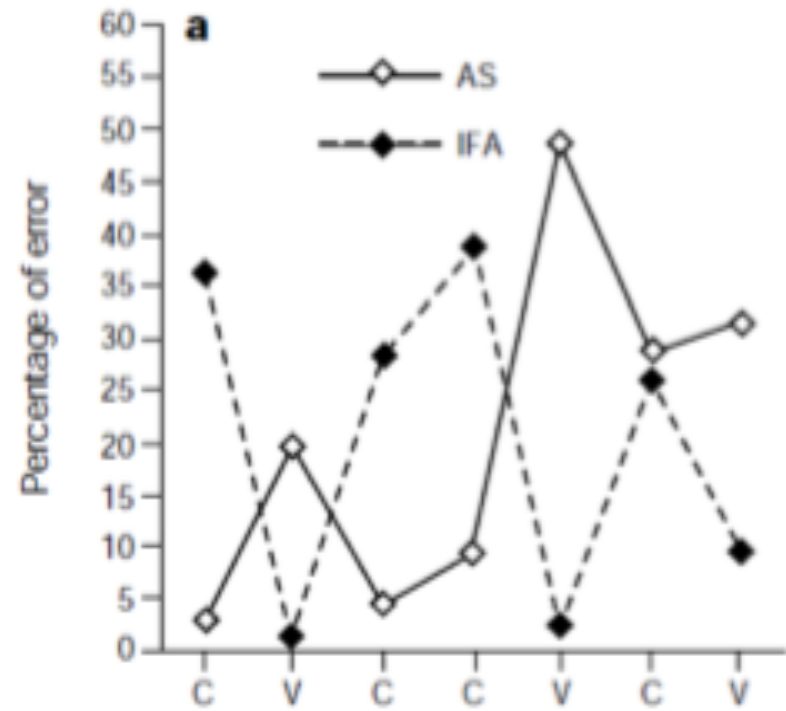
Poble CV

Accorféon C

découpera



gardera



Discussion

Théorie: Nature des consonantes et des voyelles

- Deux catégories distinctes d'objets
- Label arbitraire pour distinguer des sons qui varient en sonorité
 - ▶ Production de sons sur l'expiration, air s'écoule dans le tube pharyngo-buccal
 - Pour les voyelles, aucun d'obstacle
 - Pour les consonnes, un obstacle (fermeture des lèvres, de la lame ou du dos de la langue).
 - Fermeture complète (p, b, d...) ou incomplète (f, v, r...)
 - ▶ Continuum pour décrire les consonnes et les voyelles qui va de la fermeture complète à pas de fermeture
- Label utilisé pour décrire des phonèmes qui regroupent des traits phonétiques similaires
 - ▶ Déficit sélectif des traits phonétiques qui discriminent les voyelles des consonnes pourraient entraîner une double dissociation.
 - ▶ Prédit que le déficit des traits phonétiques qui permettent de différencier les voyelles (haut, bas, arriere) devrait entraîner un déficit pour les consonnes qui sont différencier par ces traits

➡ Statut indépendant ou non des consonnes et voyelles en fonction de la théorie

Expériences complémentaires

- Propositions?

Sonorité

- Si les erreurs observées reflètent un effet de la sonorité alors on doit observer un effet de sonorité au sein des consonnes elles-mêmes

→ pas de corrélation

Table 3 Sonority effect analyses

Consonant type	Sonority scale	% error for each target consonant type		% of consonant type produced as an error	
		AS	IFA	AS	IFA
r	8	7.65	21.54	9.12	26.60
l	7	11.27	39.29	32.39	35.71
ʌ	7	16.67	16.67	16.67	5.56
m	6	14.97	14.00	14.97	20.67
n	6	11.36	30.09	11.82	22.57
ɲ	6	15.79	33.33	0.00	8.33
s	5	12.99	30.16	40.26	16.67
ʃ	5	0.00	28.57	0.00	0.00
v	4	8.37	28.99	10.23	32.61
z	4	28.57	19.00	19.00	82.80
f	3	4.76	29.03	0.00	22.58
tʃ	3	5.66	24.76	0.00	43.81
dʒ	3	4.76	29.11	3.57	16.46
b	2	16.00	37.70	6.00	14.75
d	2	9.32	57.94	10.56	17.06
g	2	14.00	65.12	8.00	6.98
p	1	8.33	17.65	4.17	20.00
t	1	16.00	17.25	6.59	38.00
k	1	2.38	14.62	17.86	33.08
Spearman's rho		0.16	0.01	0.27	-0.12
		ns	ns	ns	ns
Partial correlation		0.14	-0.15	0.32	-0.13
		ns	ns	ns	ns

Two sets of correlations are reported for each patient. One is between sonority value⁵ and the percentage of errors for each target consonant segment (first two columns). The other is between the sonority value and the percentage of occurrences of consonant types produced as errors (last two columns). Error percentages are calculated against the total number of occurrences of each consonant in each set. For each set, a partial correlation was computed with the frequency of occurrence of each consonant in the language partialled out. ns, not significant.

Traits phonétiques

- Difficulté pour les traits phonétiques qui discriminent les voyelles (haut, bas et arrière).
- Difficultés pour les consonnes qui sont distinguées sur la base de ces traits phonétiques (/k/, /g/, /l/, /r/)

	AS	IFA
% erreurs /k/, /g/, /l/, /r/	9.7%	27.5%
autres consonnes	11.7%	28.3%

AS: Déficit Voyelles IFA: Déficit consonnes

➡ Pas de corrélations

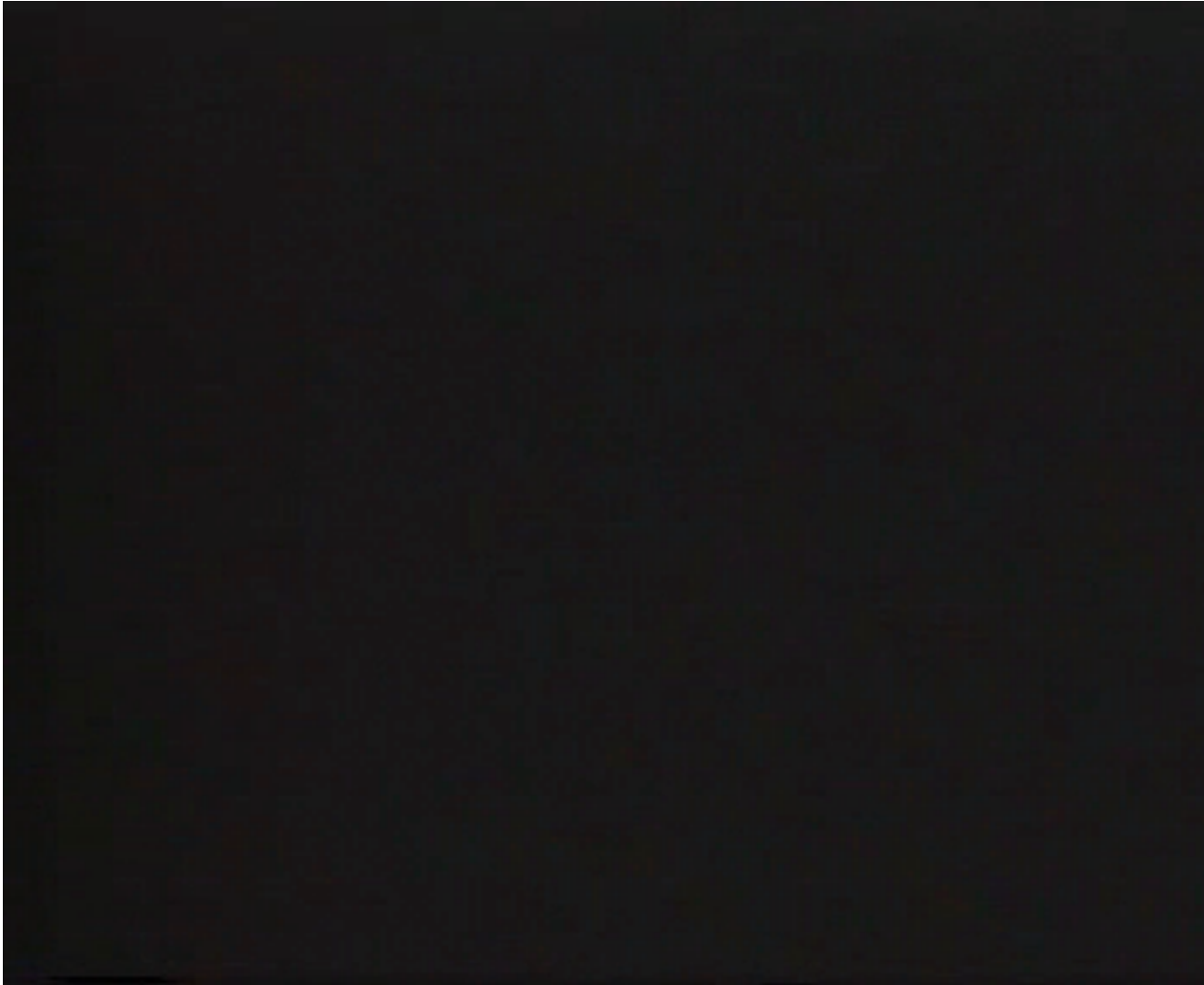
Résumé des données

1. Déficit spécifique des consonnes ou des voyelles chez deux patients : double dissociation
2. La distribution des erreurs ne dépend pas du facteur « sonorité » des voyelles
3. La distribution des erreurs ne dépend pas de la distribution des traits phonétiques.

Implications

- Double dissociation : ce n'est pas une question de difficulté
- Erreurs qui ne dépendent pas de la sonorité ni des traits phonétiques
- → consonnes et voyelles sont deux catégories distinctes, distinguables au plan phonétique
- → implications théoriques pour la production de la parole et les corrélats anatomiques des processus phonologiques
- En perception, chez patients implantés: stimulation qui entraîne un déficit des consonnes (indépendamment de leur sonorité) et non des voyelles.

2. Pointage: étude de cas





- Discussion en groupes
 - Comment décrire le phénomène neuropsychologique?
 - De quelles informations supplémentaires pertinentes auriez-vous besoin pour mieux saisir le phénomène?

Pointing, naming & grasping, self vs. other

Table 4. Detailed assessment of pointing, naming and grasping abilities of patient 9: selective impairment in pointing to other's body parts (heterotopagnosia)

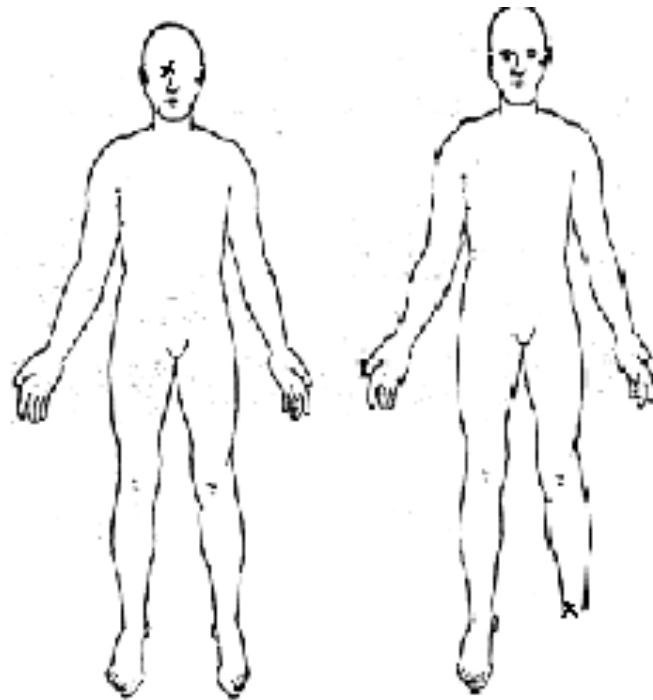
	Pointing	Naming	Grasping
<i>Own:</i>			
body parts (except fingers)	43/44	19/20	
fingers	8/10	9/10	
<i>Examiner's:</i>			
body parts (except fingers)	0/20*	18/20	9/10
fingers	0/10*	9/10	9/10
clothes	10/10	10/10	10/10

Double dissociation lors du pointage: autotopagnosie vs. hétérotopagnosie

	JR	AP	Controls
(a) AP and JR's correct responses on naming of and pointing to body parts			
Naming of body parts			
Subject's body (visual input)	20/20	20/20	20/20
Subject's body (tactile input)	20/20	20/20	20/20
Examiner's body (visual input)	20/20	20/20	20/20
Pointing to body parts			
Subject's body (verbal command)	4/20*	20/20	20/20
Examiner's body (verbal command)	18/20	3/20**	20/20
Examiner's body (non-verbal)	–	2/20***	20/20
(b) Pointing to objects and to parts of non-human representations			
Objects			
Objects within reaching distance	20/20	20/20	20/20
Objects in the room	20/20	20/20	20/20

Nonverbal body knowledge

Le patient
hétérotopagnosique
identifie correctement la
partie manquante d'un
corps dessiné



Nonverbal body knowledge

Le patient
hétérotopagnosique
dessine
correctement un
corps humain



Langage

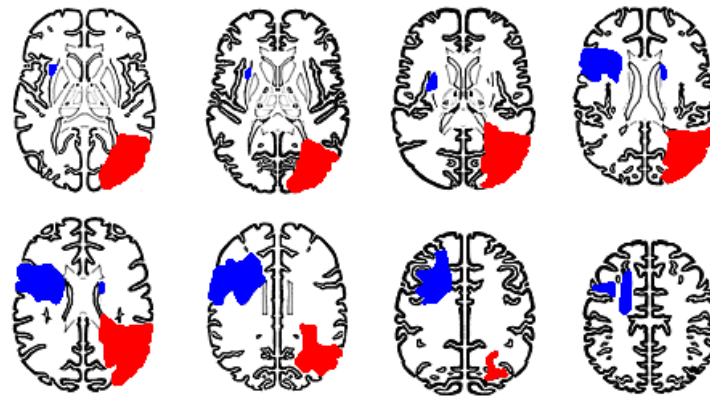
	Patient 1	Patient 2	Patient 3
Token Test (compréhension et exécution d'ordres complexes)	16.5/36	15.5/36	27.5/36
Execution of simple orders	10/10	9/10	3/5
Word/picture matching	Correct	Correct	Correct
Word Repetition	20/20	10/10	10/10
Picture naming	76/80	105/105	
Literal fluency (M)	3	ND	10
Categorical fluency (animals) .	15	ND	6
Reading	Correct (slow)	correct	correct
Word spelling	Correct	ND	ND
Writing	Agraphia (4/15)	Dysorthographie	Dysorthographie

Reconstructions de la localisation des lésions

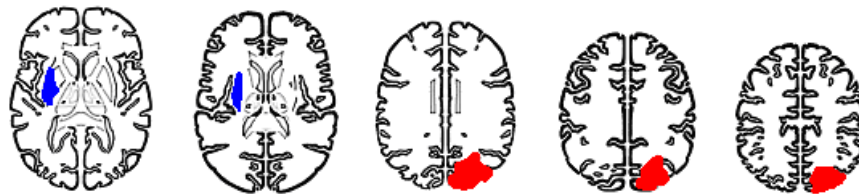
Patient 1



Patient 2



Patient 3



Reconstructions de la localisation des lésions

Superposition de la lésion
pariéto-occipitale
commune aux trois
patients



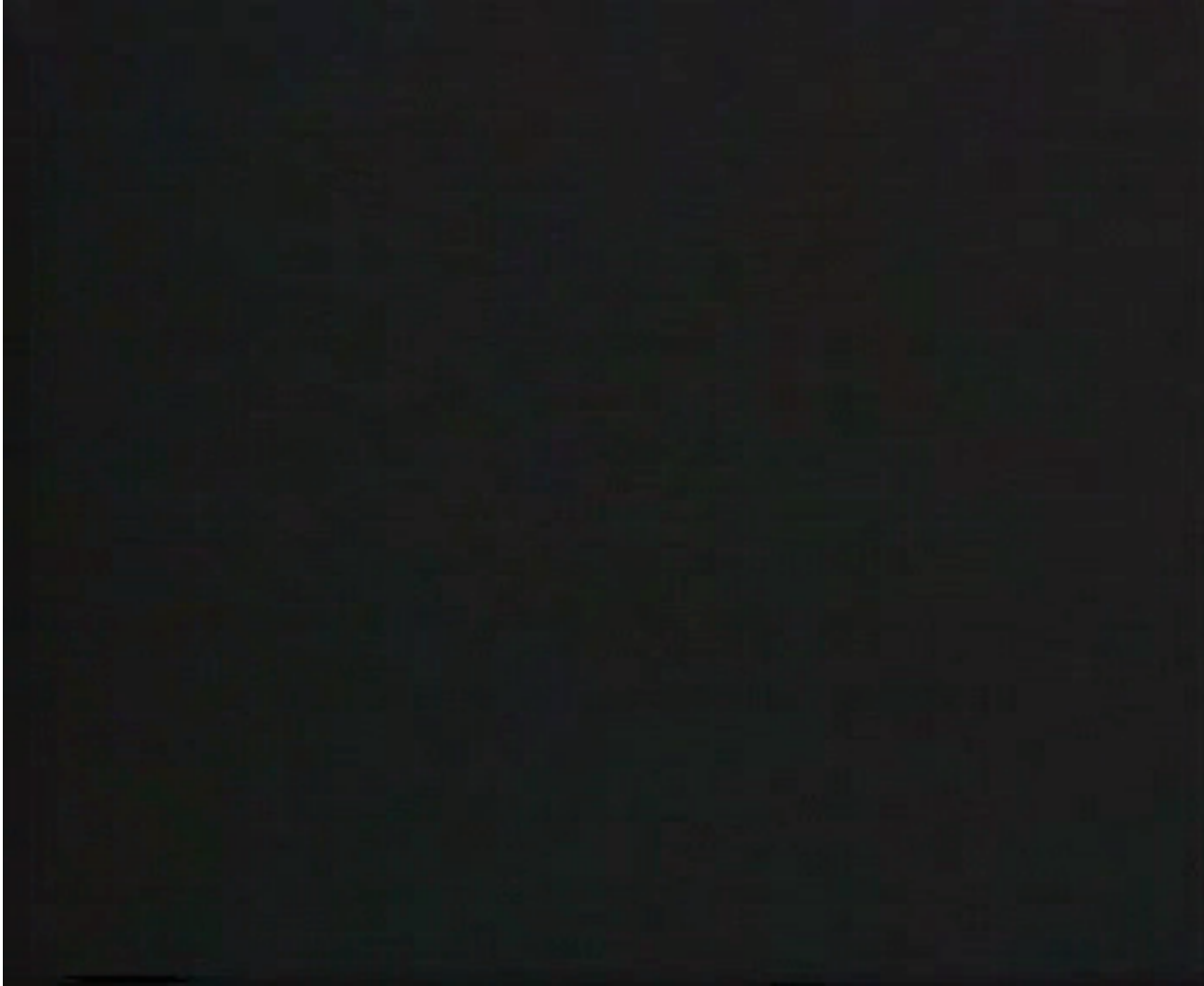
L'étude de groupe permet de raffiner les hypothèses anatomiques

Quels autres tests chez ces patients?

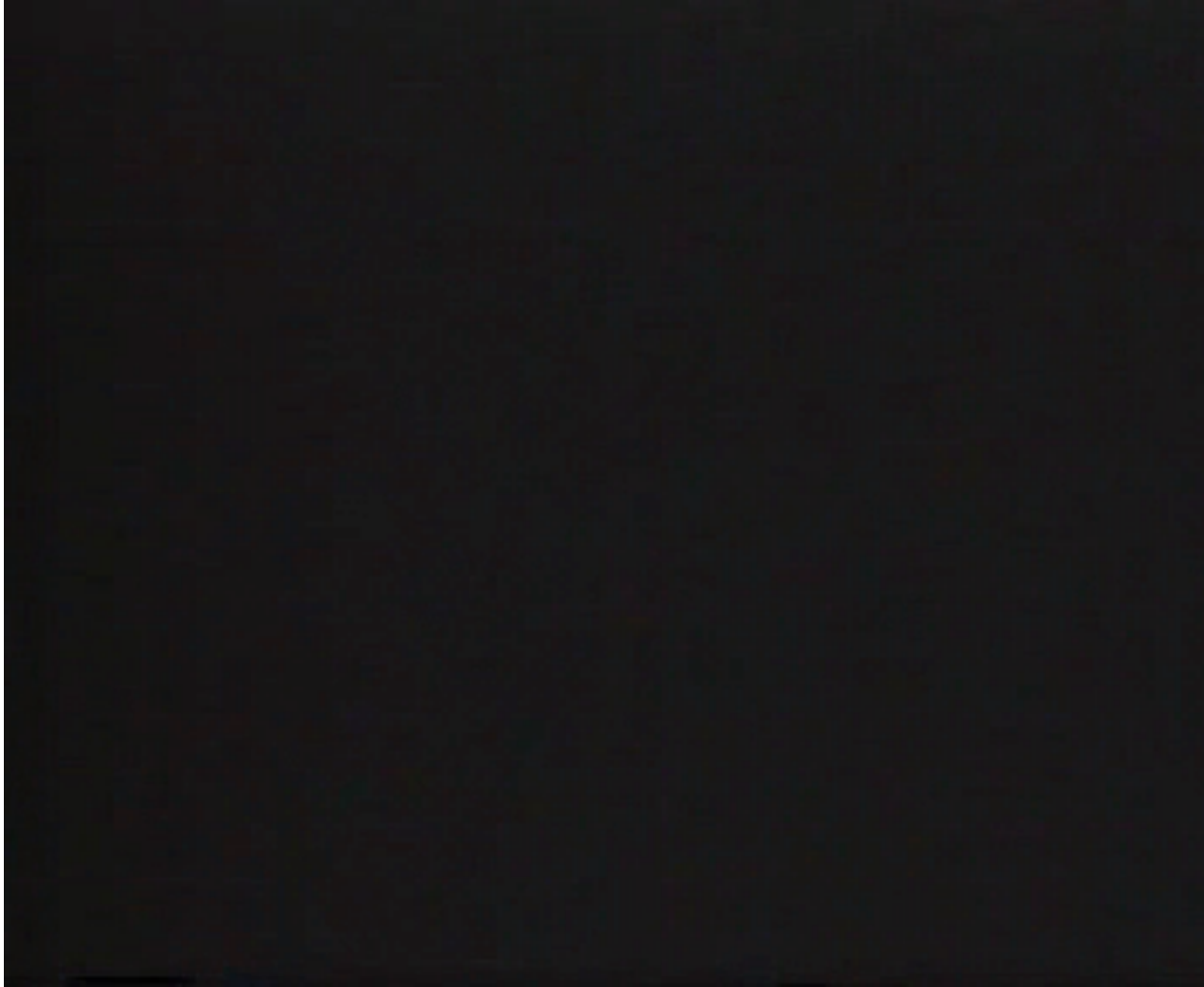
Désignation sur une tierce personne



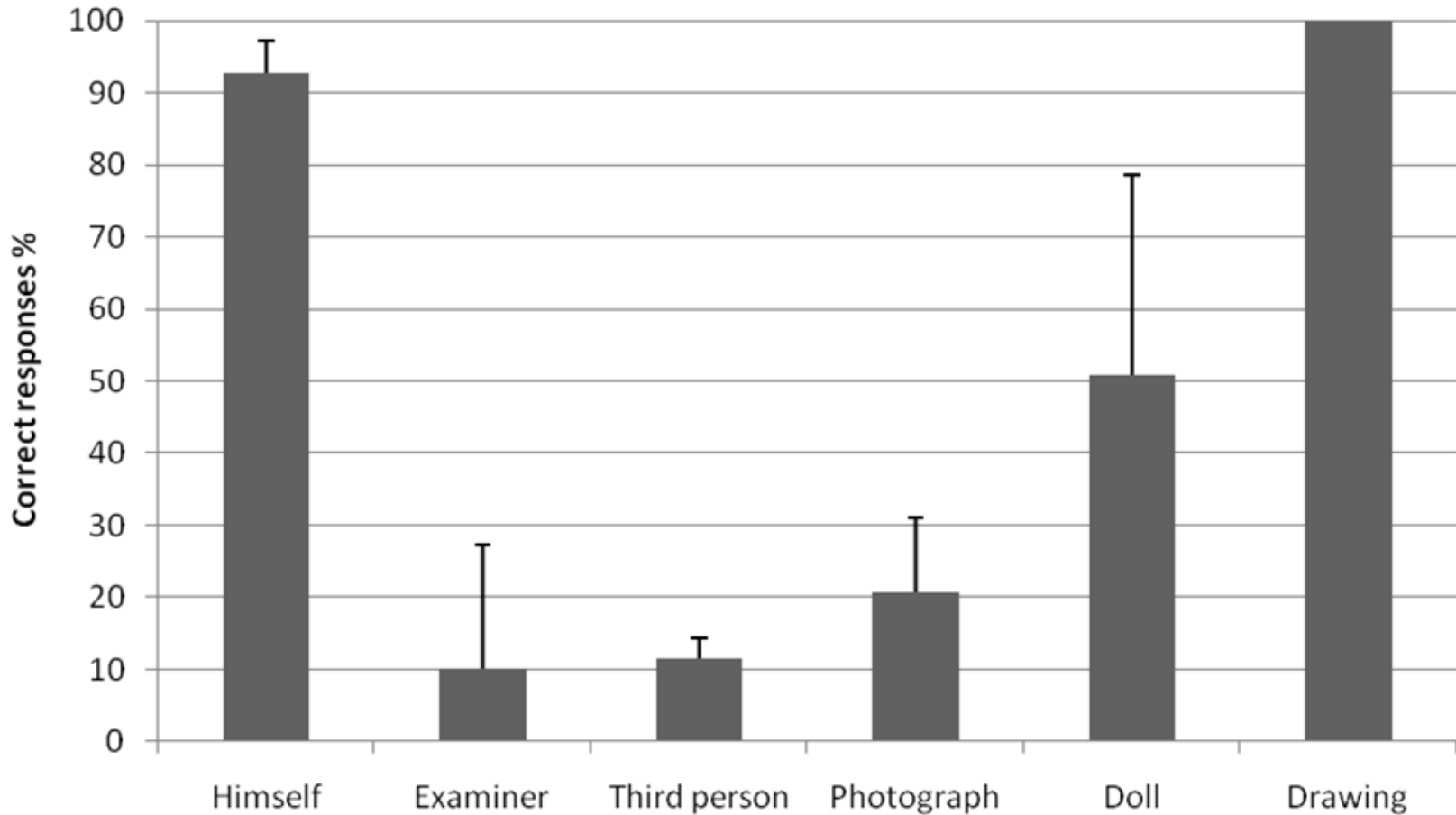
Désignation sur une image



Désignation sur une image puis sur une personne



Interprétation?

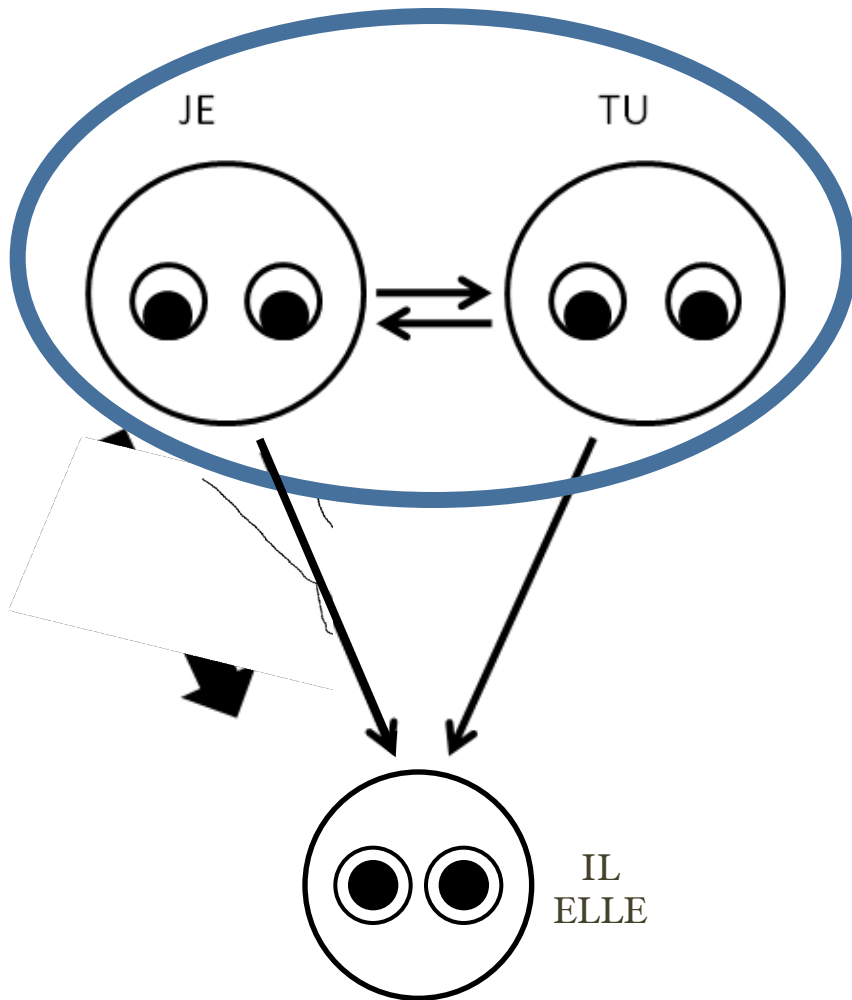


Spécificité du corps humain vivant d'autrui

Discussion

- L'hétérotopagnosie:
 - un trouble de communication par le pointage...
 - à propos du corps d'autrui
- Le pointage communicatif (désignation) implique une relation de communication entre deux personnes à propos d'un objet (à la différence de la saisie)

Les trois personnes de la désignation

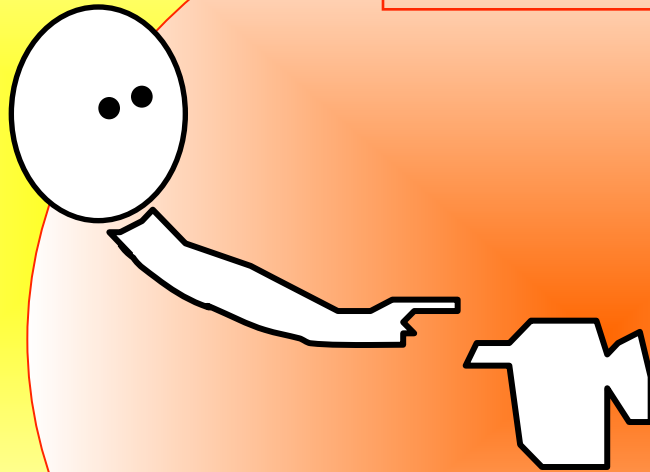


- JE adresse un message
 - à TU
- à propos d'un objet, ÇÀ, ou de quelqu'un, IL ou ELLE
- ÇÀ, IL ou ELLE n'est pas un **sujet** (Benveniste, 1966)
- **Un sujet montre à un autre sujet un objet**

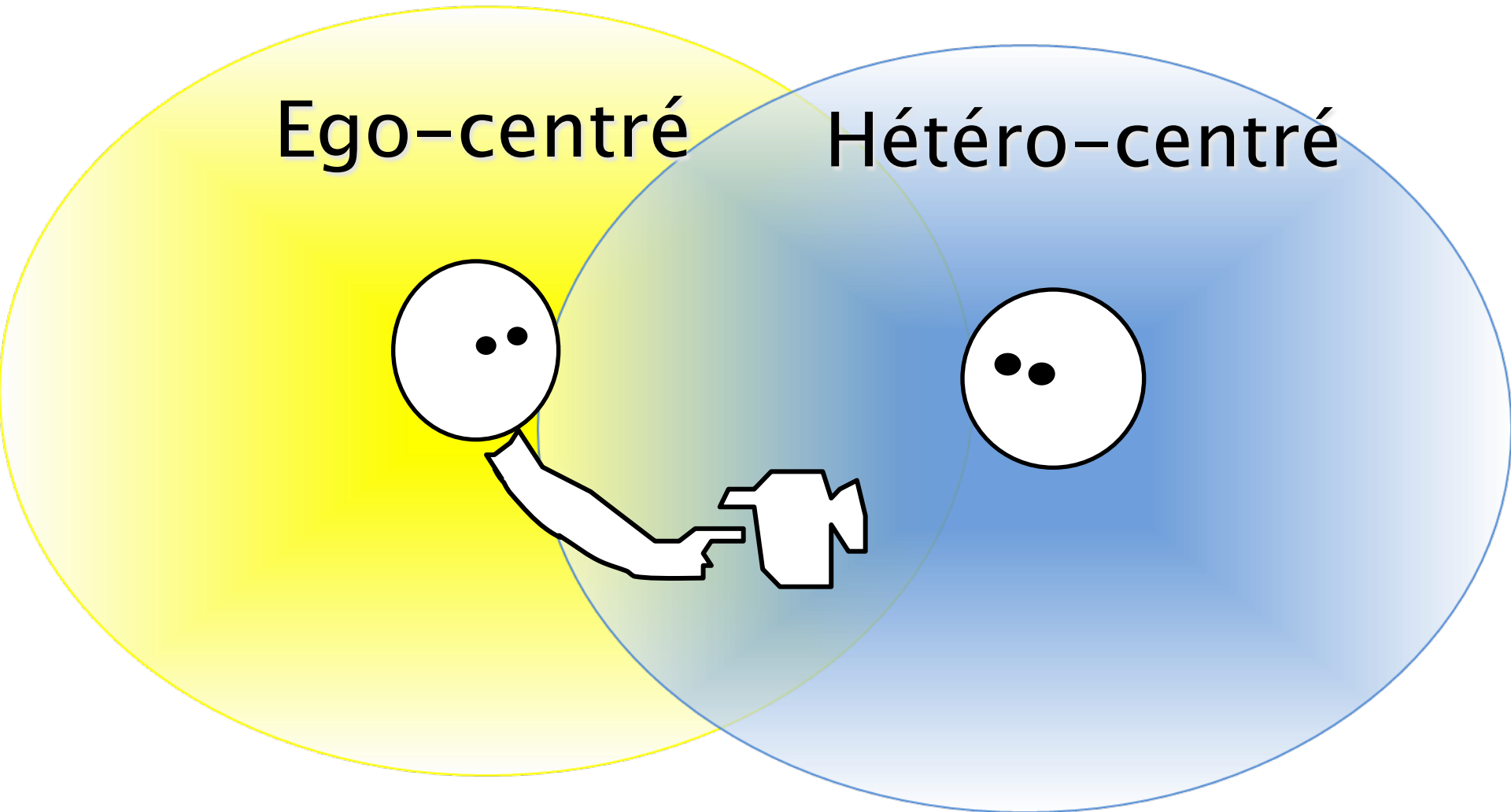
Modéliser la désignation ?

Ego-centré

Allo-centré

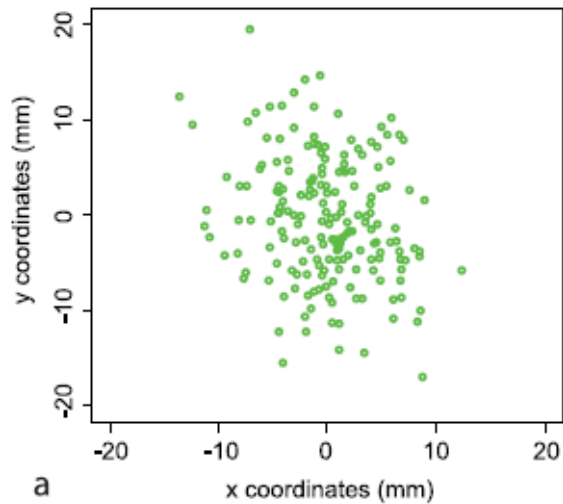


Le modèle de la designation (tentative): un espace partagé de communication

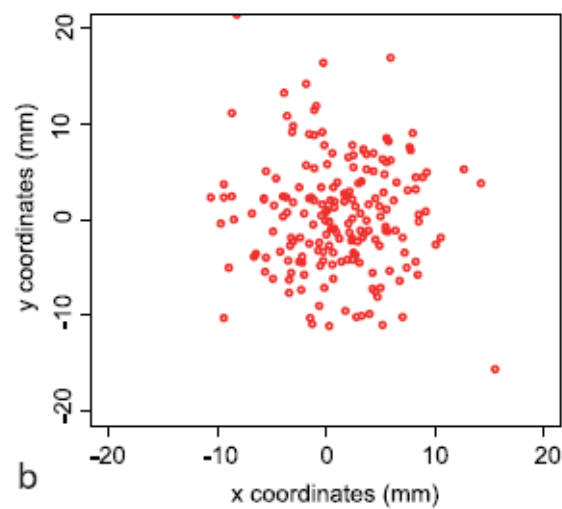
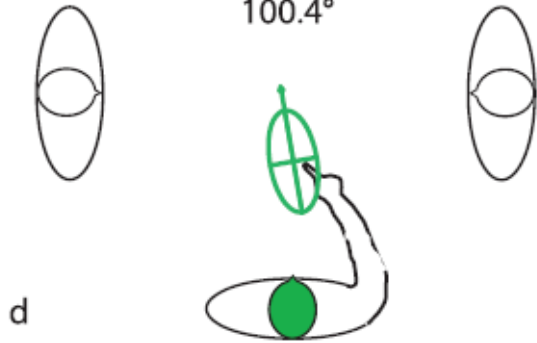


Pluralité des approches

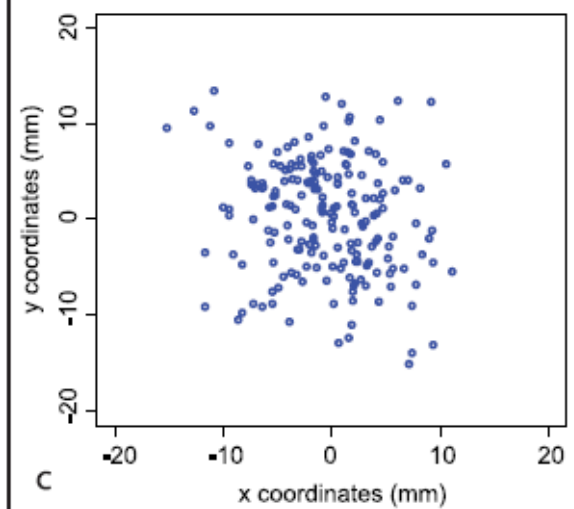
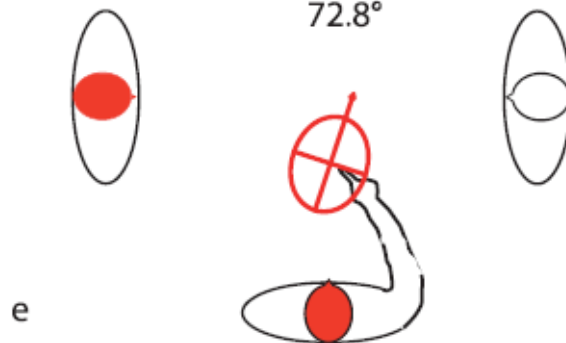
1) Étude psychophysique : variance spatiale du pointage



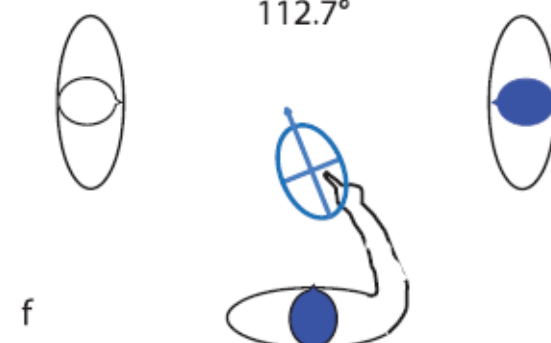
non communicative
pointing
 100.4°



left communicative
pointing
 72.8°

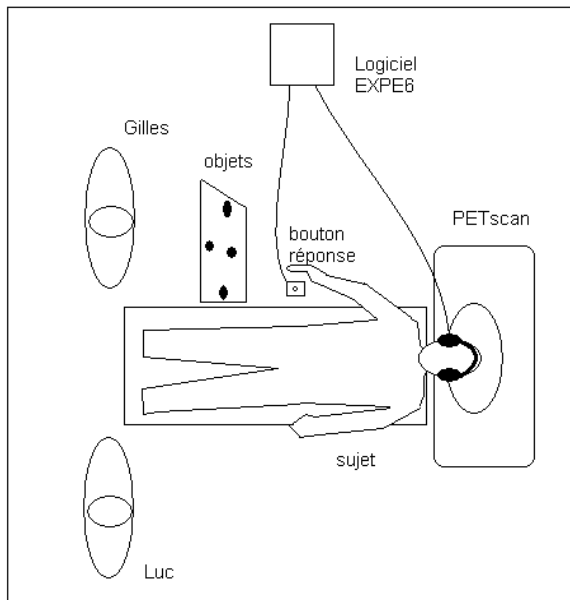


right communicative
pointing
 112.7°



Pluralité des approches

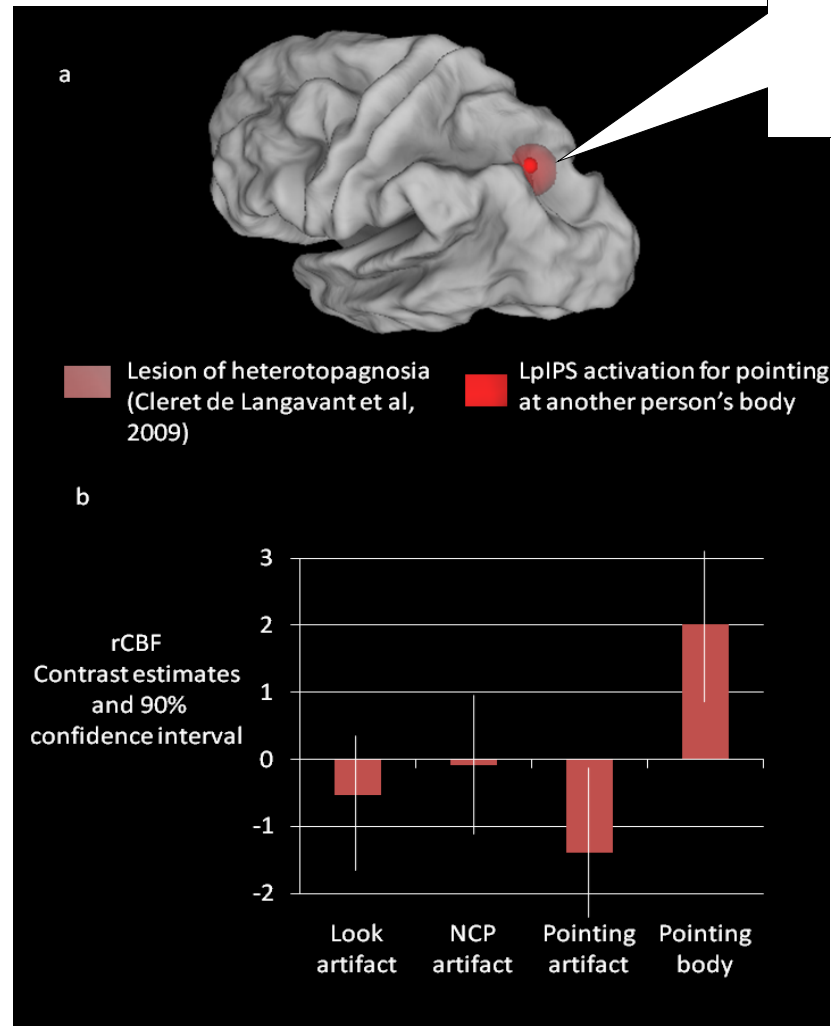
2) Étude PETscan de la désignation

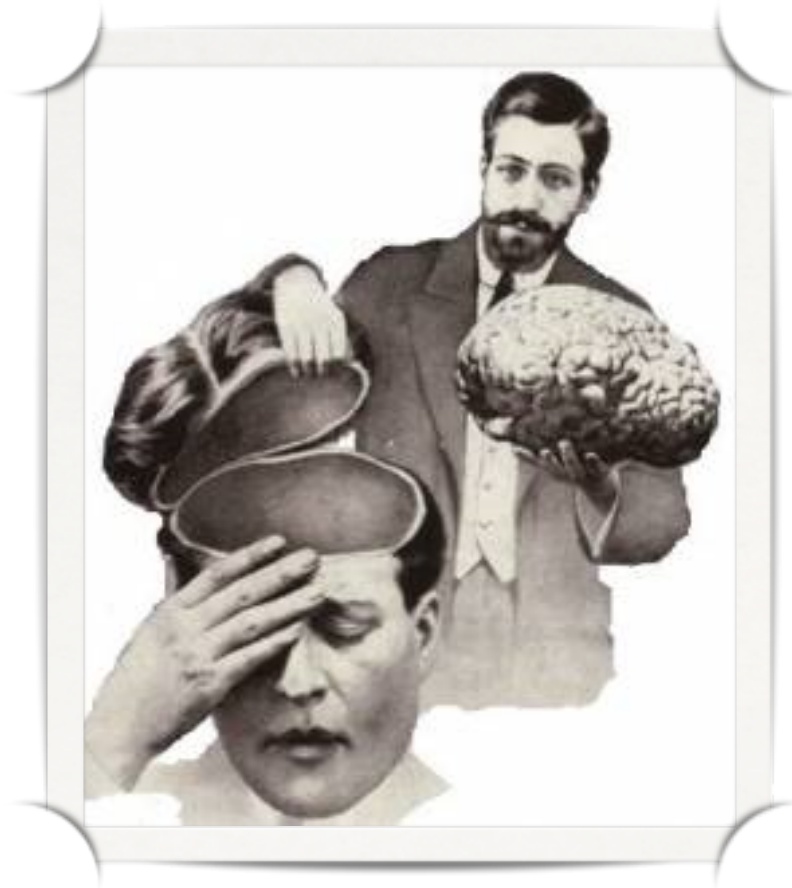


Pluralité des approches

2) Étude PETscan de la dénomination

Left posterior
intraparietal sulcus
[Sillon intraparietal
postérieur gauche]

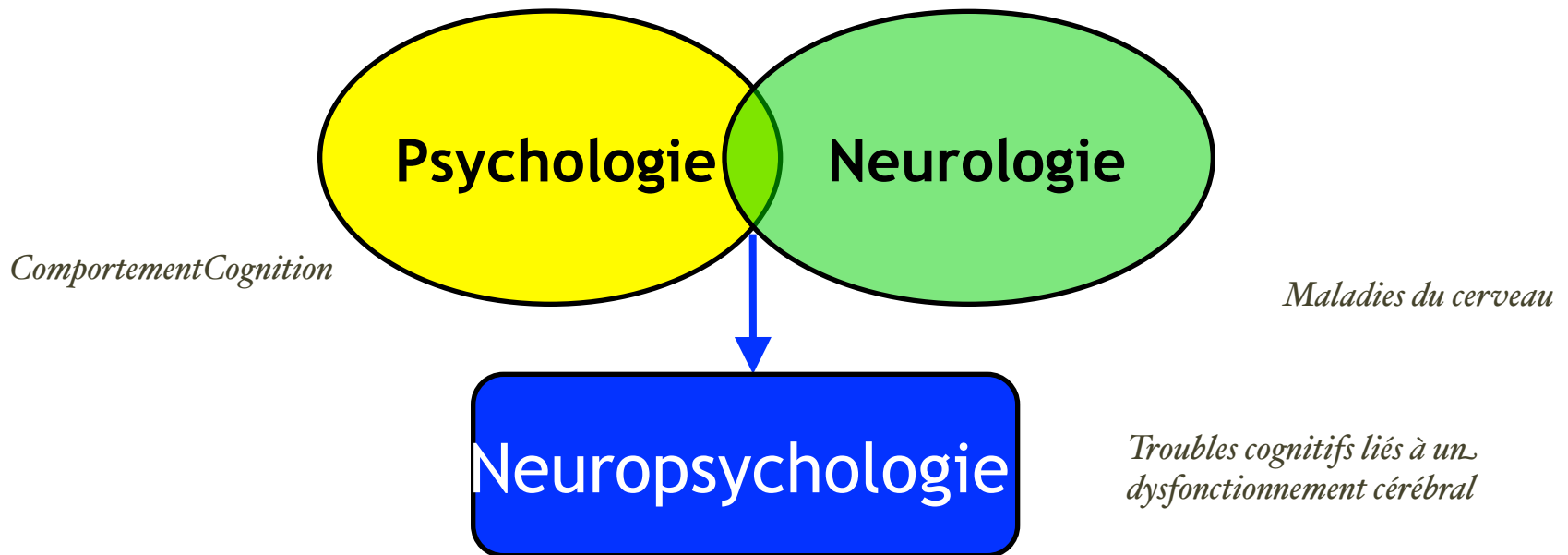




Synthèse et concepts clefs

Neuropsychologie

La neuropsychologie recherche la relation entre le fonctionnement du cerveau et le comportement



- description des déficits (tests, comparaison des performances des patients avec celles de sujets « contrôle »)
- compréhension des mécanismes qui sont à l'origine des déficits
- lien entre comportement cognitif et région cérébrale
- rééducation

Patients

- Accident vasculaire cérébral
 - ischémie: par obstruction d'un vaisseau sanguin (80 % de l'ensemble des AVC).
 - L'hémorragie cérébrale : provoquant un saignement dans le cerveau (représentant 20 % des cas)
- Accident traumatique
- Résection chirurgicale (épilepsie résistante, tumeur)
- Maladie neurodégénérative (Alzheimer, Parkinson, Huntington...)
- Trouble développemental d'origine génétique ou autre (cause toxique, asphyxie, ...): anatomie fine du cerveau, des connections, migrations des cellules nerveuses
- Asphyxie (étranglement, CO₂, noyade...)

Postulats de la neuropsychologie

- **Modularité**

- fonctionnelle: module, représentations, processus (fodor, 1983, modularity of mind)

- anatomique: région anatomique spécifique pour tel ou tel module

- **Uniformité de l'architecture fonctionnelle chez tous les sujets**

→ Restructuration fonctionnelle limitée

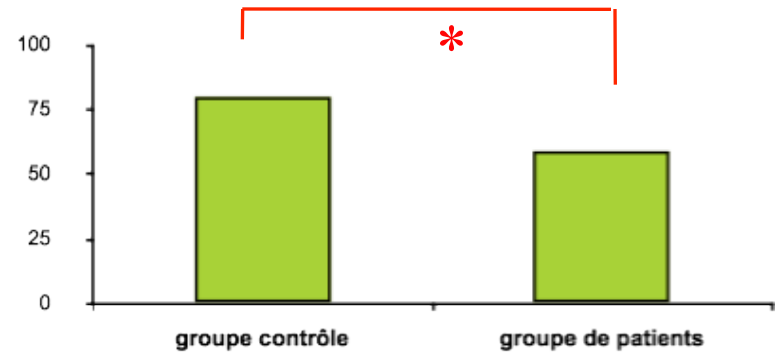
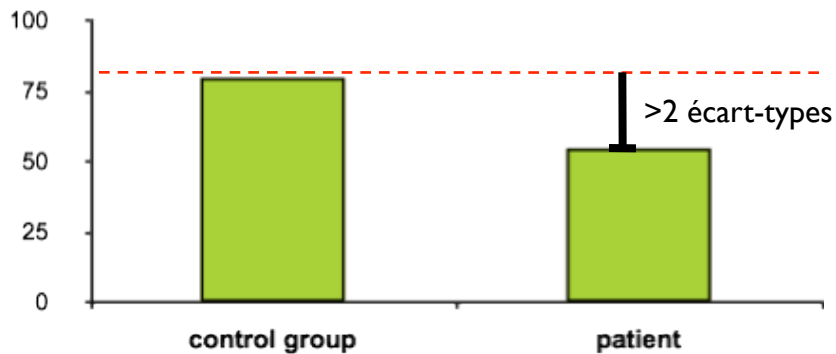
- **Subtractivité**

Le déficit = fonctionnement normal - lésion

Méthodes de la neuropsychologie

- Association:
Ex: patient ne comprend plus la parole, ne reconnaît plus la musique
- Dissociation
Ex. patient ne comprend plus la parole, mais reconnaît la musique
- Double dissociation
Ex. patient A ne comprend plus la parole, mais reconnaît la musique
patient B comprend la parole, mais ne reconnaît plus la musique
- Etude de cas vs. étude de groupes

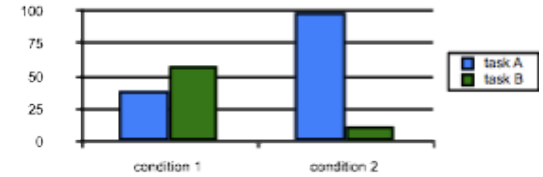
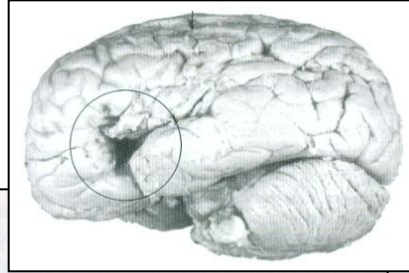
Études de cas vs groupe



- Groupe: plus facile de généraliser ce qu'on trouve, mais difficultés pour constituer un groupe homogène
- Cas du patient unique, problème de la reproductibilité

Méthodes d'investigation

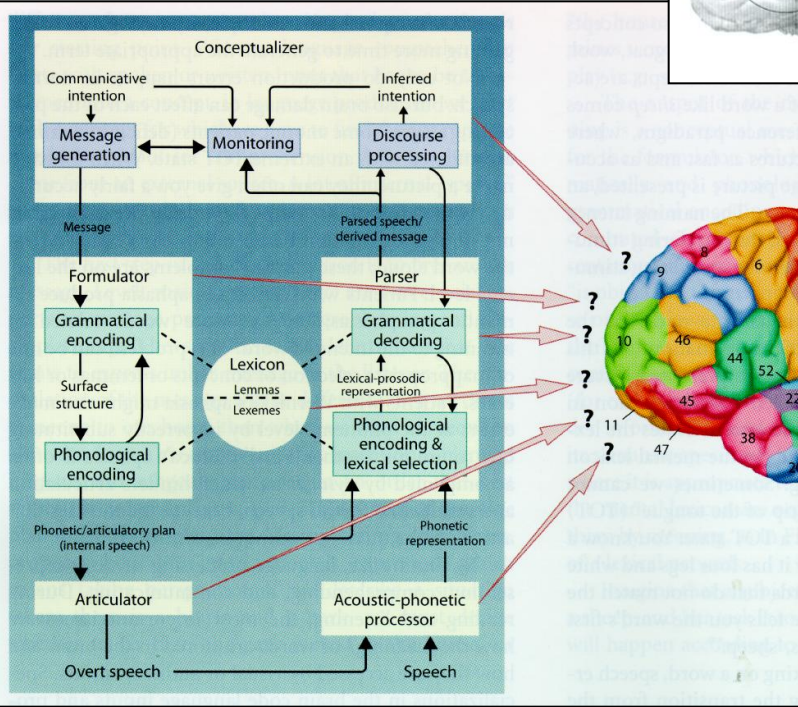
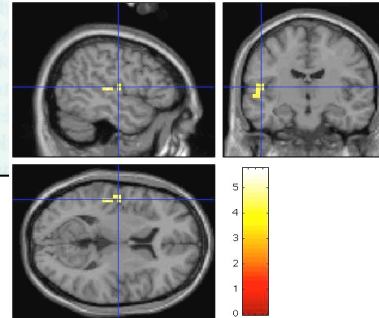
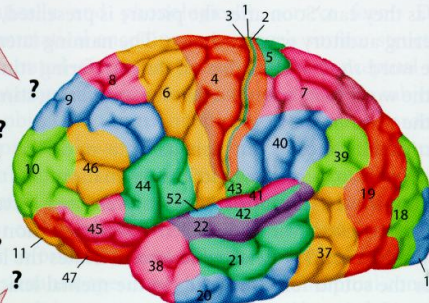
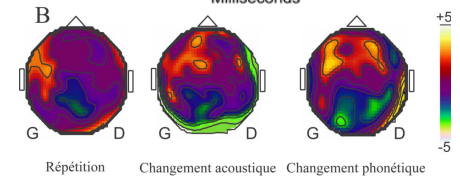
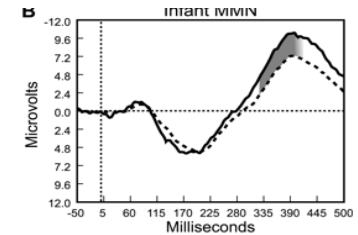
Localisation de lésion cérébrale



Données comportementales

→ Taux d'erreurs

→ Temps de réaction



Modèles de traitement

Données de la neuro-imagerie (IRM, TEP, EEG, ...)

- La lésion cérébrale est un cas extrême
- La neuropsychologie s'applique aussi
 - à la dégénération du cerveau lors du vieillissement normal
 - aux troubles pharmacologiques
 - Neurotransmetteurs
 - hormones
 - au développement: le réseau qui se met en place
 - finalement: aux variations normales
 - droitiers/ gauchers
 - femmes/ hommes
 - toutes différences individuelles – génétiques ou pas

Aspects éthiques et moraux incontournables en recherche neuropsychologique

- Intérêt du patient vs. intérêt scientifique
- Cas aigu vs. cas durable
- Interventions chirurgicales
- Consentement (du patient, de la famille) et liberté d'abandonner l'étude

Avantages du paradigme de la neuropsychologie

- Aires nécessaires à une fonction cognitive (et non seulement co-reliées)
- ≠ neuroimagerie

Dangers inhérents au paradigme de la neuropsychologie (et neuroimagerie)

- Blobologie (phrénologie moderne): une fonction = une aire cérébrale
- ▶ antidotes: couplage de plusieurs disciplines
- neuro-computation
- neurophysiologie
- neuroendocrinologie
- etc.

“Take home message”

- La neuropsychologie est une co-discipline, elle s’inspire des et inspire les autres disciplines de neurosciences cognitives
- La neuropsychologie peut contribuer à une meilleure connaissance des relations entre les différentes fonctions cognitives et de leur localisation anatomique
- en montrant quelles aires du cerveau sont indispensables (et non seulement co-reliées) à certaines fonctions cérébrales



- Cours du Cogmaster en lien avec la neuropsychologie :
 - CO7 Introduction à la neuropsychologie
 - C03: introduction à la Psychologie Cognitive
 - C04: Introduction aux neurosciences

Bibliographie

- Handbook of Cognitive Neuropsychology: What Deficits Reveal about the Human Mind (Rapp, 2001)
- Fundamentals of Human Neuropsychology (Kolb & Whishaw 2008)
- Neuropsychologie (Gil, 2006)
- L'homme qui prenait sa femme pour un chapeau (Olivier Sacks)
- L'homme thermomètre : le cerveau en pièces détachées (Laurent Cohen)
- L'homme dont le monde volait en éclats (Alexandre Luria)

- ▶ spécifique à la désignation
 - Tomasello et al. (2007). A New Look at Infant Pointing. *Child Development*, 78(3), p.705 –722.
 - Liszowski U. (2005). Human twelve-month-olds point cooperatively to share interest with and helpfully provide information for a communicative partner. *Gesture* 5(1/2), p.135-154.
 - Cleret et al. (2009). Heterotopagnosia: When I point at parts of your body. *Neuropsychologia* 47, 1745–1755.

- ▶ spécifique au langage
 - Caramazza et al. 2000. *Nature*, Vol 403, pp.428-430.
 - The language instinct. Steven Pinker