

LA BEAUTÉ DANS LE CERVEAU?



Olivier Messiaen LES YEUX DANS LES ROUES

*Kandinski...synesthésie ou
parti-pris stylistique?*

QU'EST-CE QUE LE BEAU?

QU'EST-CE QU'UNE ŒUVRE D'ART

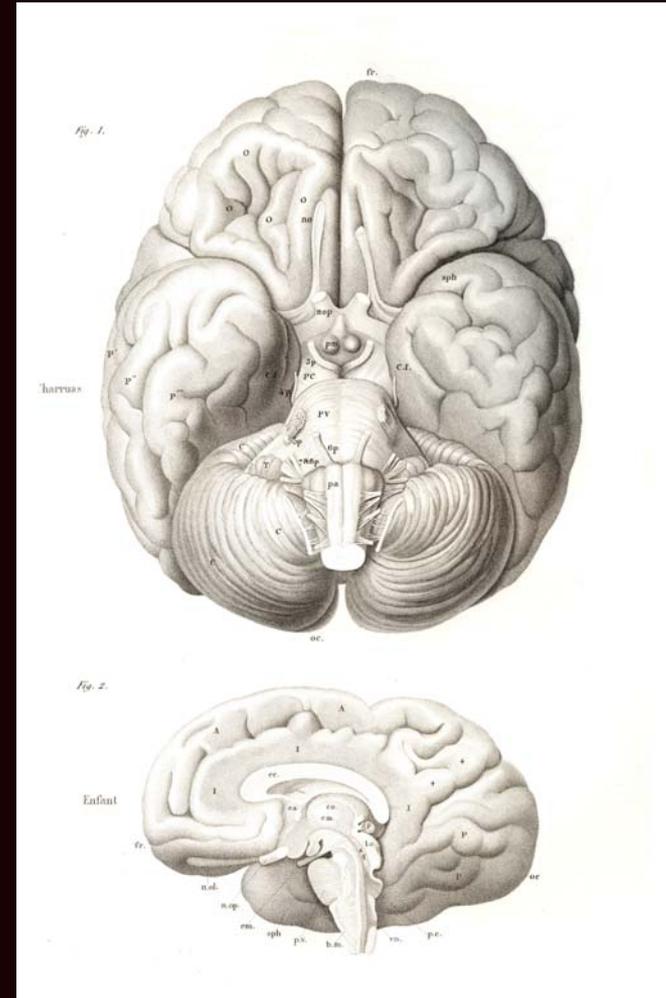
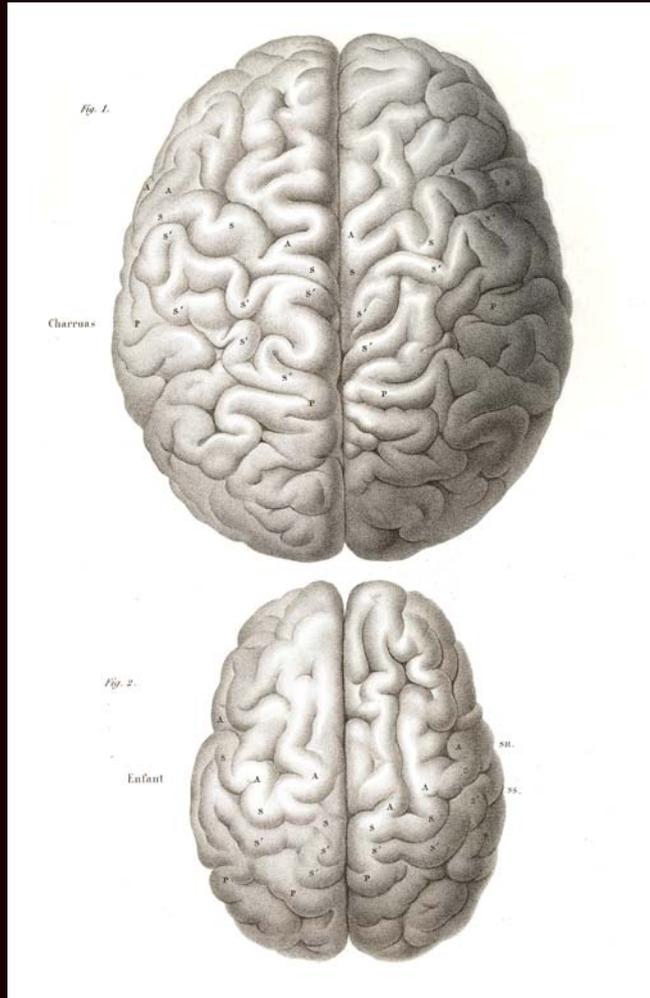
1. **l'œuvre d'art** = production humaine, artefact...
spécialisée dans la **communication inter-subjective**
faisant appel à des «formes symboliques»
codées de manière **génétique ET épigénétique**
2. distincte du langage = **communication non verbale**
d'états émotionnels, connaissances, expériences
avec des codes multiples
mais, la contrainte des **règles de l'art**
3. avec **efficacité esthétique** «brutale, immédiate, sidérante...»
qui engage les émotions ET la raison &
mobilise des processus **conscients ET non-conscients**
4. art en évolution constante = **histoire de l'art**
renouvellement, sans progrès apparent

***une hypothèse sur les
bases neurales du plaisir esthétique...***

***« le plaisir esthétique mobilise,
de manière concertée
des ensembles de neurones qui unissent
les représentations mentales les plus synthétiques
élaborées par les structures du cerveau
engagées dans les fonctions cognitives comme le
cortex préfrontal ,
avec une activité précise du système des émotions
comme le système limbique »***

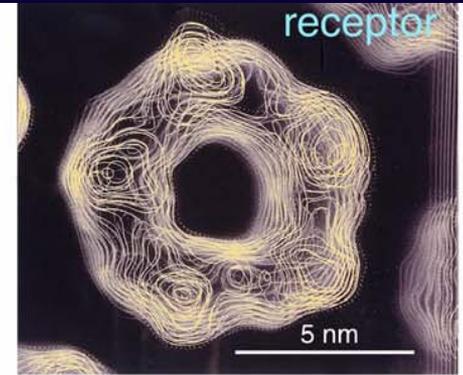
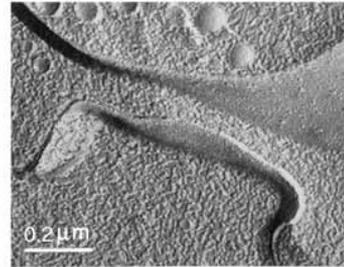
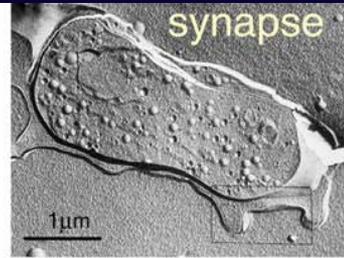
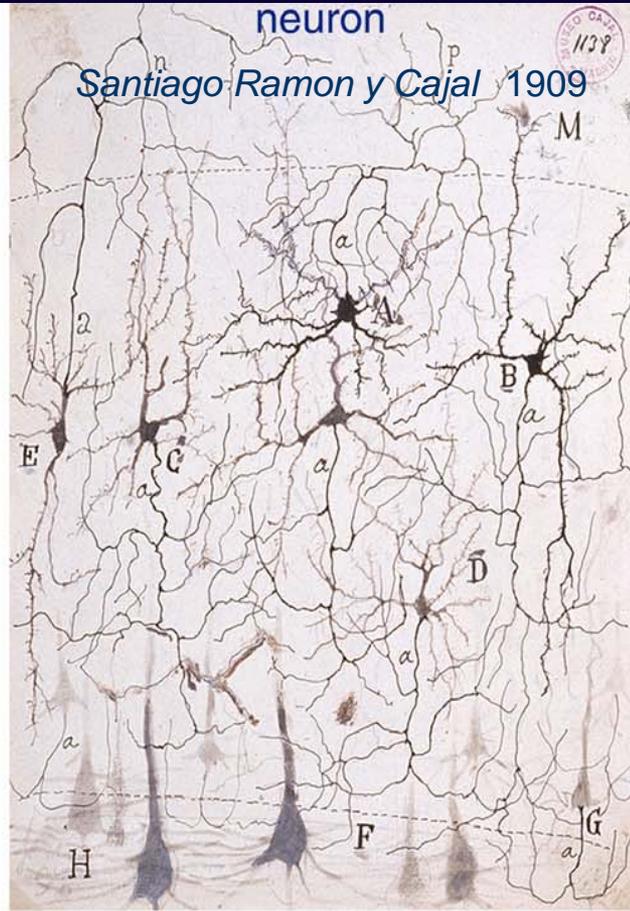
« l'harmonie des émotions & de la raison » ?

LE CERVEAU DE L'HOMME



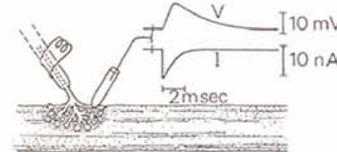
**10-30 milliards de neurones &
approx 1 000 000 milliards de contacts synaptiques dans le cortex cérébral**

COMPOSANTS ELEMENTAIRES DU CERVEAU



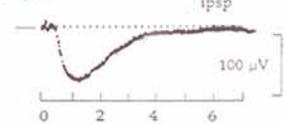
ACTIVATION

Excitatory (Na^+ , K^+ , Ca^{++})



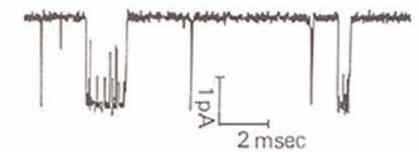
Del Castillo & Katz (1954-1956)

Inhibitory (Cl^-)

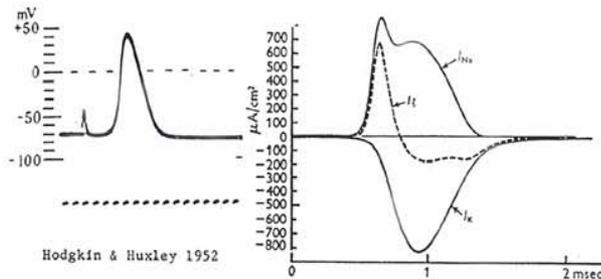


Mendell & Weiner (1976)

Single channels



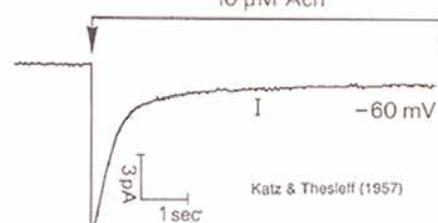
Neher & Sakmann (1976)



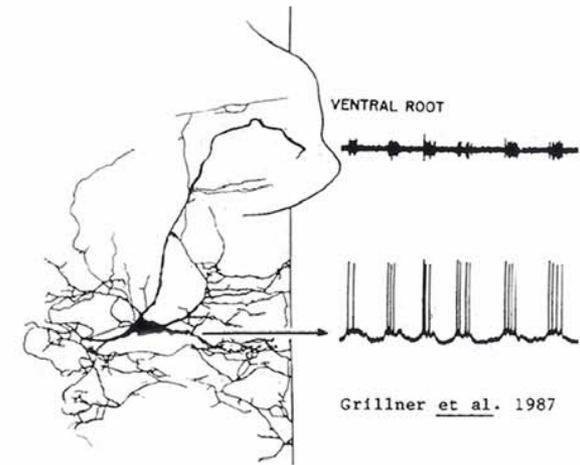
Hodgkin & Huxley 1952

DESENSITIZATION

10 μM Ach



Katz & Thesleff (1957)



Grillner et al. 1987

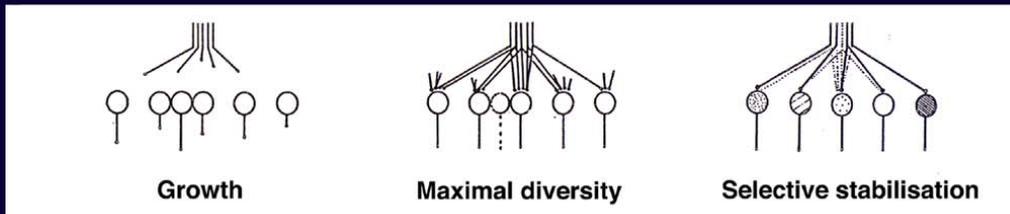
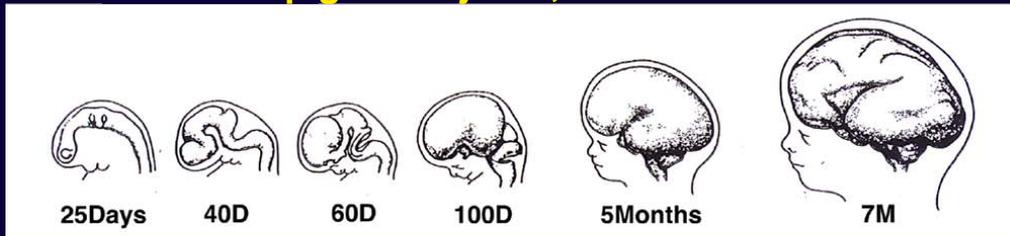
comme pour la chimie « un matérialisme instruit » Bachelard

LE CERVEAU DE L'HOMME SYNTHÈSE DE MULTIPLES EVOLUTIONS

**EVOLUTION DES ESPÈCES:
génomme humain-millions d'années**



**DEVELOPPEMENT ONTOGÉNÉTIQUE:
épigenèse-jours, années**



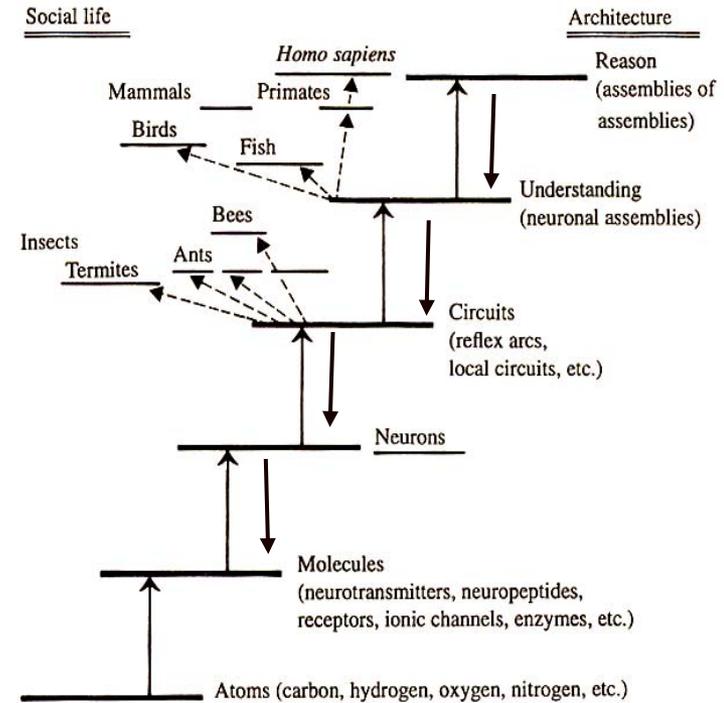
**DYNAMIQUE DE LA PENSÉE:
efficacités synaptiques-1 à 100 ms**

**EVOLUTIONS SOCIALES ET CULTURELLES:
efficacités synaptiques & mémoires extracérébrales-
100 ms à milliers d'années**

HIÉRARCHIE ET PARALLÉLISME

vie sociale

conscience



Changeux & Connes 1989
Changeux & Dehaene 1989

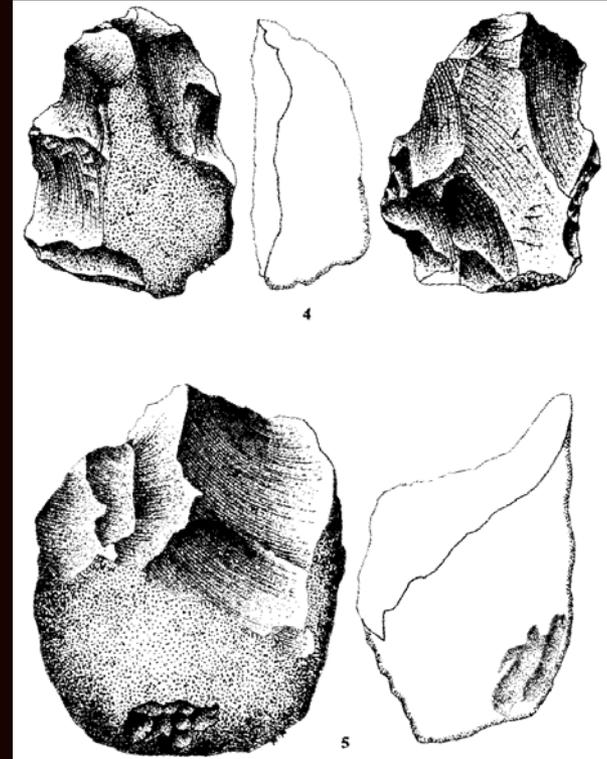
**multiples évolutions emboîtées
du niveau moléculaire aux fonctions cognitives
& à la conscience,
ainsi qu'à la vie sociale & culturelle**

*ÉVOLUTION DU CERVEAU:
les gènes*

LE CERVEAU DE L'HOMME SYNTHÈSE DE MULTIPLES EVOLUTIONS

ORIGINES DE LA CULTURE

Homo habilis 2.5 MA 510-750 cm³



premiers outils de pierre
2.250 MA Gona (Ethiopia) pre-Olduvai

LE CERVEAU DE L'HOMME SYNTHÈSE DE MULTIPLES EVOLUTIONS

DECOUVERTE DE LA SYMETRIE

Homo erectus 1.5 MA 800cm³



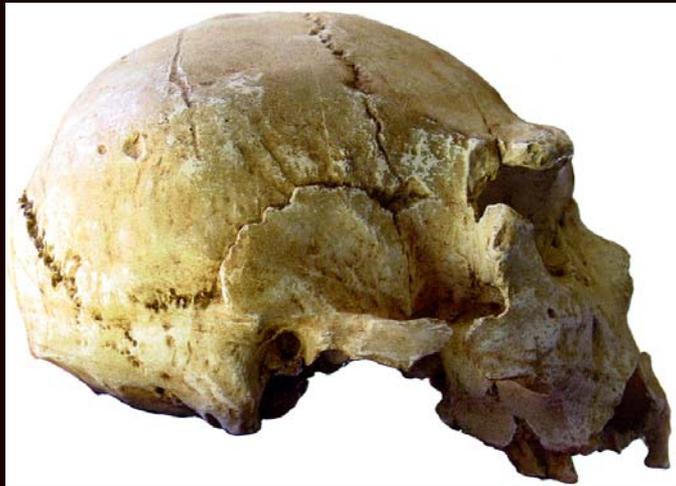
bifaces

1.5MA Konso-Gardula (Ethiopia)

LE CERVEAU DE L'HOMME SYNTHÈSE DE MULTIPLES EVOLUTIONS

DECOUVERTE DU SYMBOLISME

Homo heidelbergensis
300 000A 1 125-1 390cm³



«aven sepulcral»
Sima de los Huesos
(Spain)



« excalibur »funerary offering



LE CERVEAU DE L'HOMME SYNTHÈSE DE MULTIPLES EVOLUTIONS

DECOUVERTE DE LA COMPOSITION ARTISTIQUE

Homo sapiens 100 000y 1.400cm³



grotte Chauvet
30-32 000 BC
Vallon Pont-D'Arc
(France)



«enveloppe génétique» de l' évolution culturelle

ÉVOLUTION NON-LINEAIRE

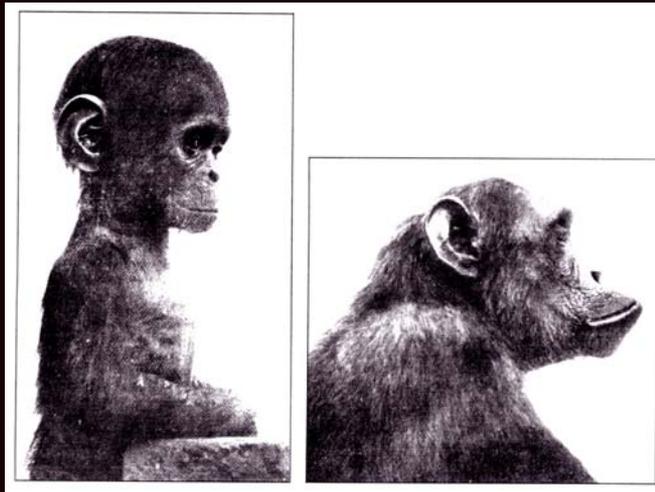
DE LA COMPLEXITÉ DU CERVEAU VIS A VIS DE LA COMPLEXITÉ DU GÈNOME

TAILLE DU GÈNOME	NOMBRE DE GÈNES	NOMBRE DE NEURONES
LEVURE	13.5 Mb	6.144
VERS	97 Mb	18.266
MOUCHE	165 Mb	13.338
SOURIS	2.5 Gb	20-25.000
HOMME	2.9 Gb	20-25.000

même nombre de gènes

Lander *et al.*, 2001; Venter *et al.*, 2001 *chez la souris et l'homme: paradoxe?*

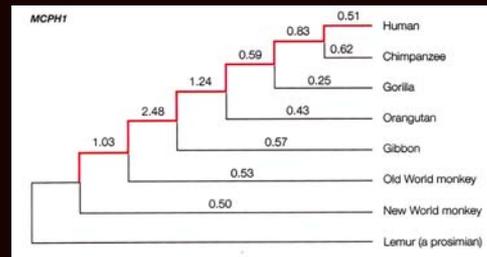
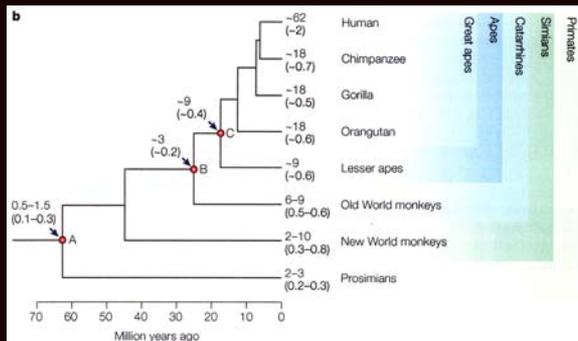
Même nombre de gènes chez la souris et l'homme



RÉSEAUX GÉNÉTIQUES AU COURS DU DÉVELOPPEMENT & DE L'ÉVOLUTION DU CERVEAU

*expression combinatoire de gènes
à l'origine du cerveau de l'homme*

accroissement évolutif de la taille du cerveau



gènes de la microcéphalie

Gilbert, Dobyns & Lahn 2005



changements dans l'organisation du cerveau

VOIR:
l'image entre
dans le cerveau
lignes, formes, espace,
volume, couleur, mouvement

PHYSIQUE DE L'OEUVRE

distribution de lignes & couleurs &
réflexion différentielle de
longueurs d'onde

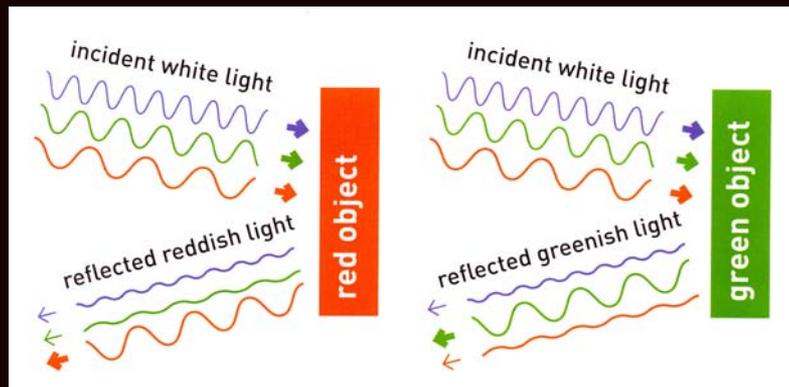
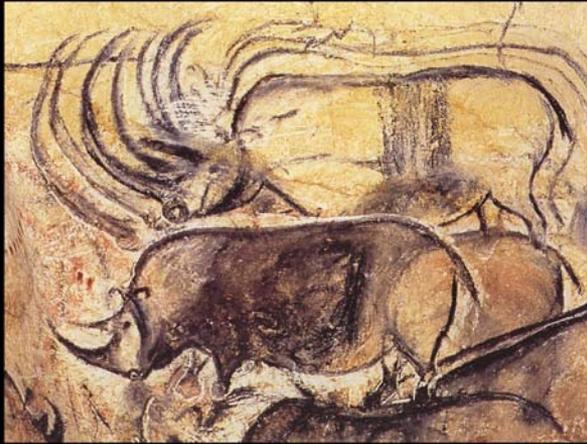
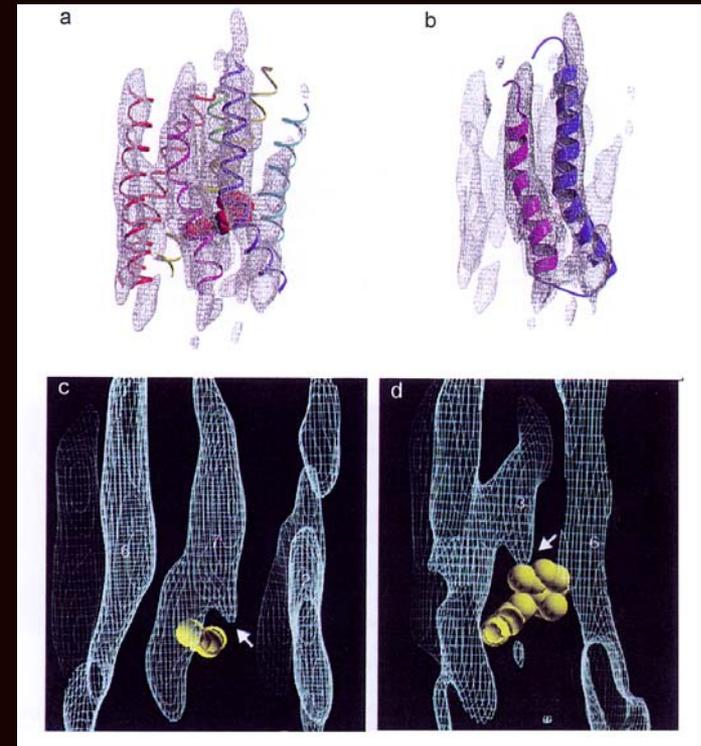


IMAGE RETINIENNE

effet de la lumière sur les
récepteurs visuels :
1 bâtonnet & 3 cônes



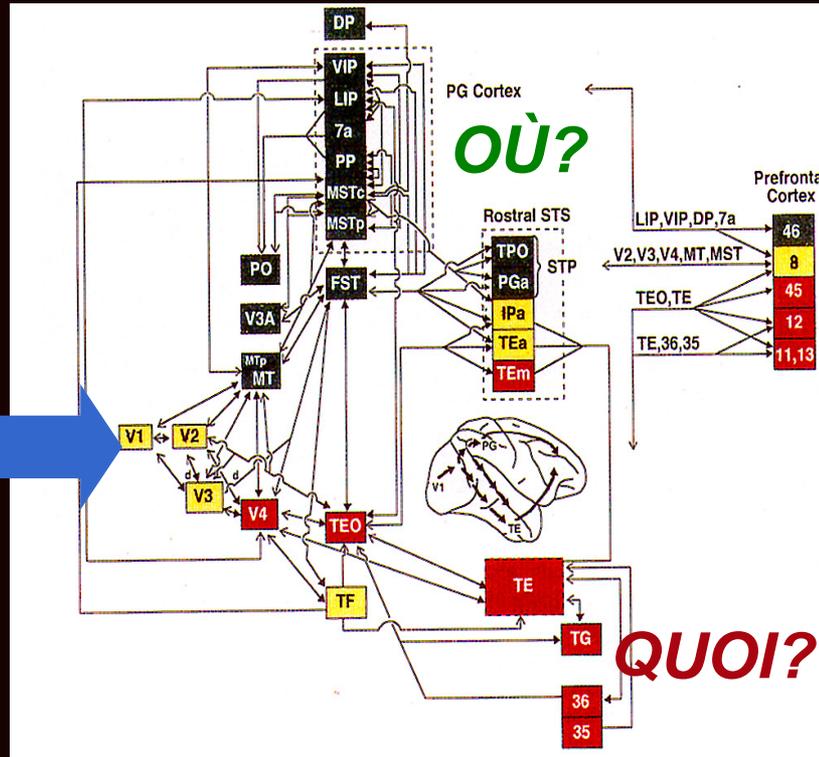
molécule de rétinal

Krebs, Edwards, Villa, Li & Schertler 2003

Margaret Livingstone Vision & Art 2002

transduction des rayons lumineux en activité neurale par la rétine

ANALYSE DE LA SCÈNE VISUELLE



Koch 2004

OÙ? DORSAL
 perception du mouvement
 perception de la profondeur
 organisation spatiale
 ségrégation fond/figure

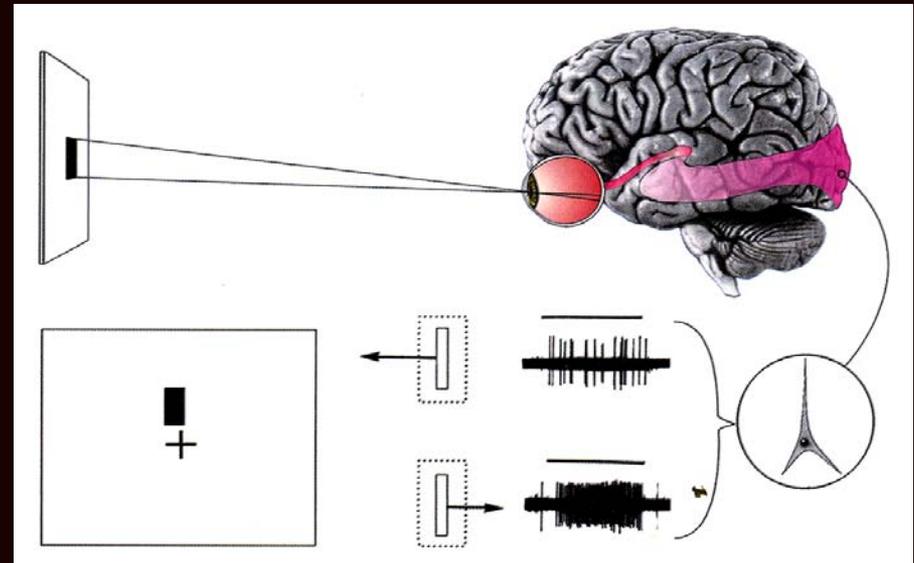
SYNTHÈSE FRONTAL

QUOI? VENTRAL
 reconnaissance des objets
 reconnaissance des visages
 perception des couleurs

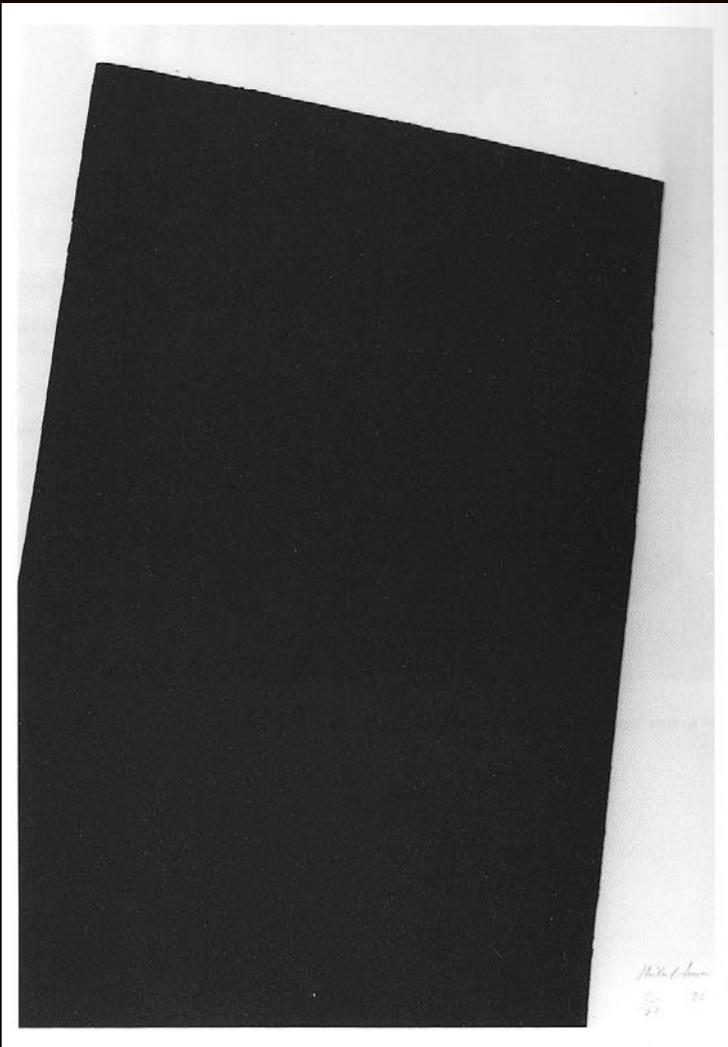
analyse de « bas en haut » de l' image rétinienne
 par de multiples voies visuelles

NEURONES CORTICAUX SELECTIFS POUR L'ORIENTATION DANS V1

*cortex visuel primaire V1
du singe*
(Hubel & Wiesel 1977)



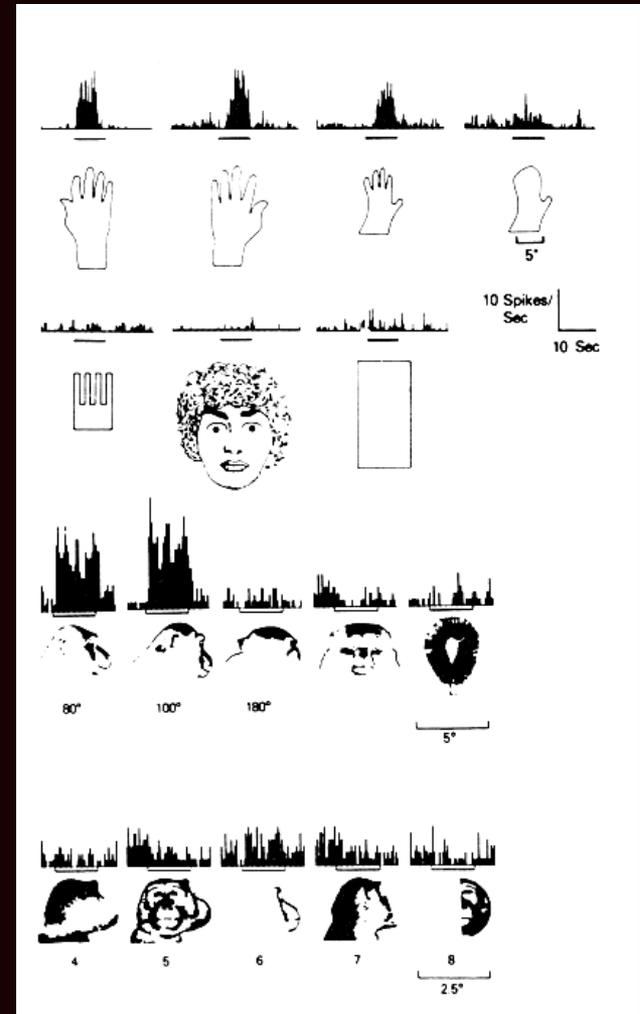
***réponses de neurones
uniques
à «lignes» avec orientation définie***



Opera comique 1990 lithographie MNAM

CORTEX TEMPORAL: VISAGES ET MAINS

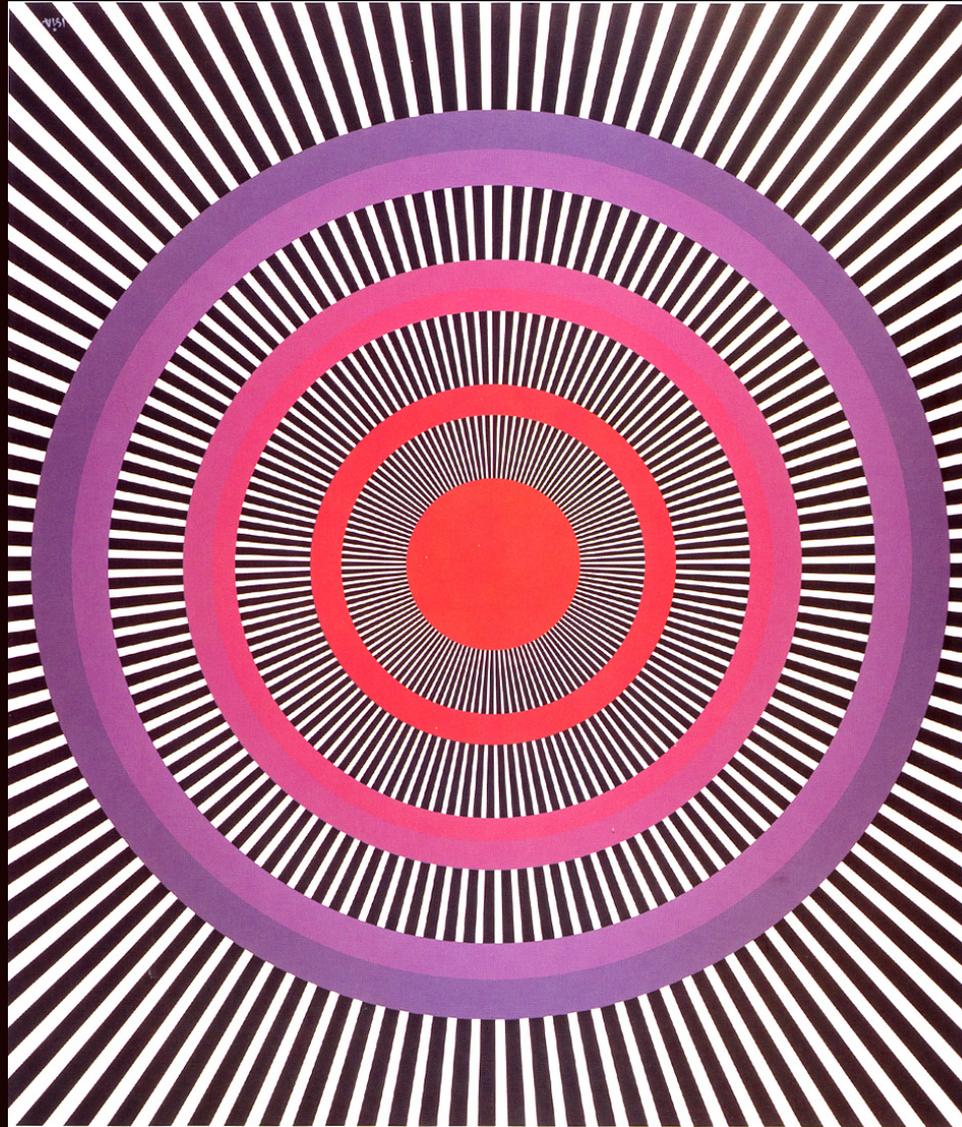
*réponses de neurones
uniques
aux visages & aux mains*



cellules uniques
cortex temporal du singe
(Desimone et al. 1984)

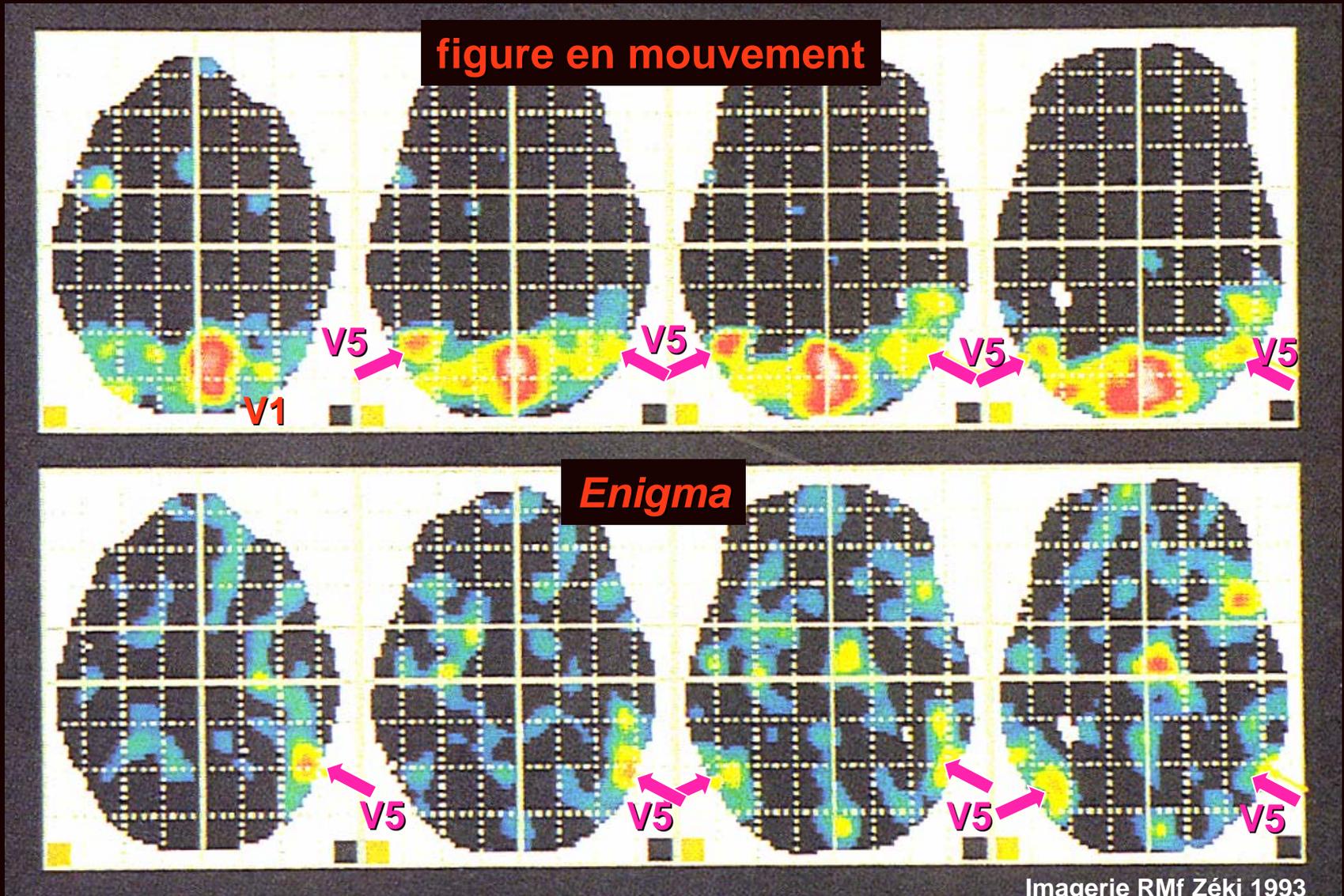
ILLUSION DU MOUVEMENT *Enigma* d' Isia Leviant

Isa Leviant
Enigma



perception d'un mouvement de rotation d'une image stable

ILLUSION DU MOUVEMENT *Enigma* d' Isia Leviant



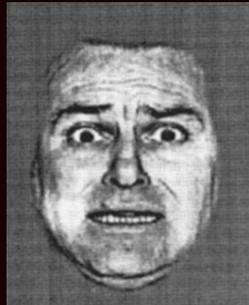
Imagerie RMf Zéki 1993

perception illusoire du mouvement active aire V5 du cortex cérébral

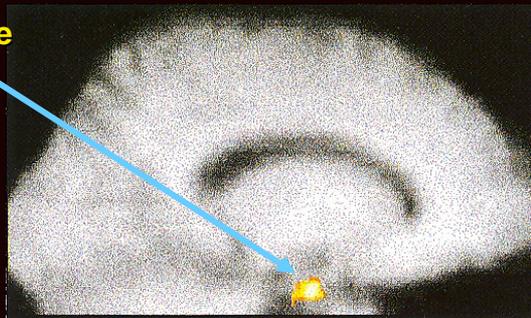
«émotions»

EMOTIONS PRIMORDIALES

peur



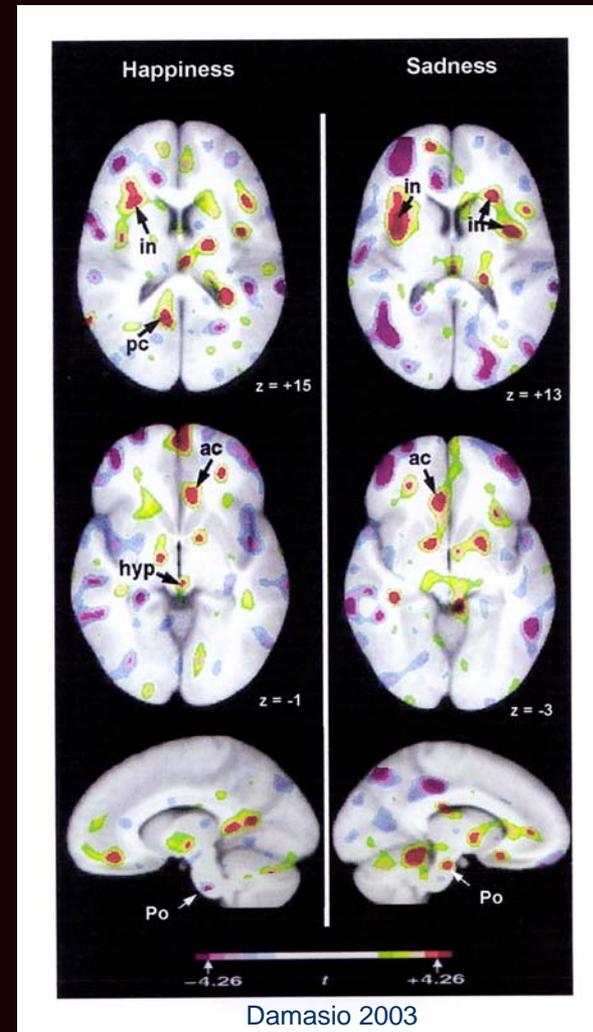
activation
de l'amygdale



Morris et al 1996

SENTIMENTS

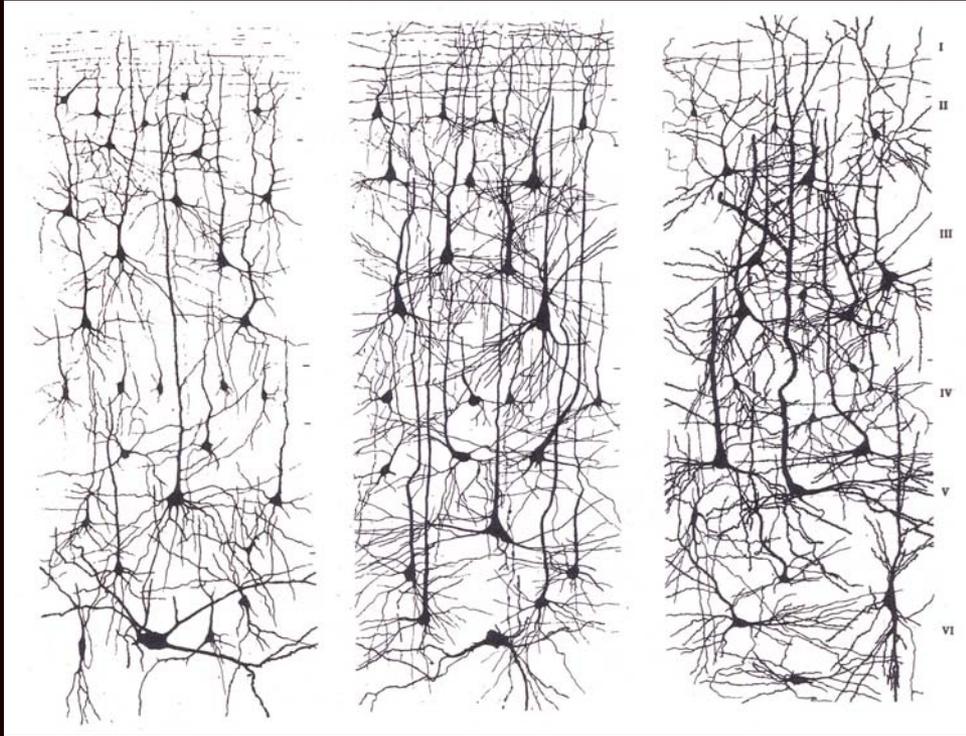
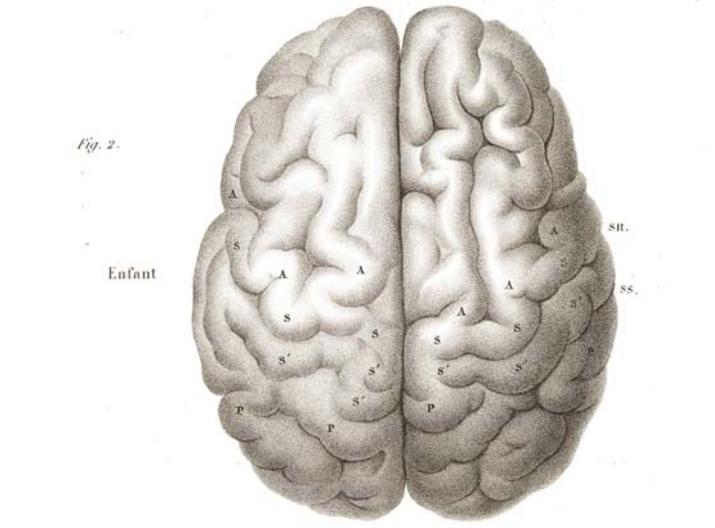
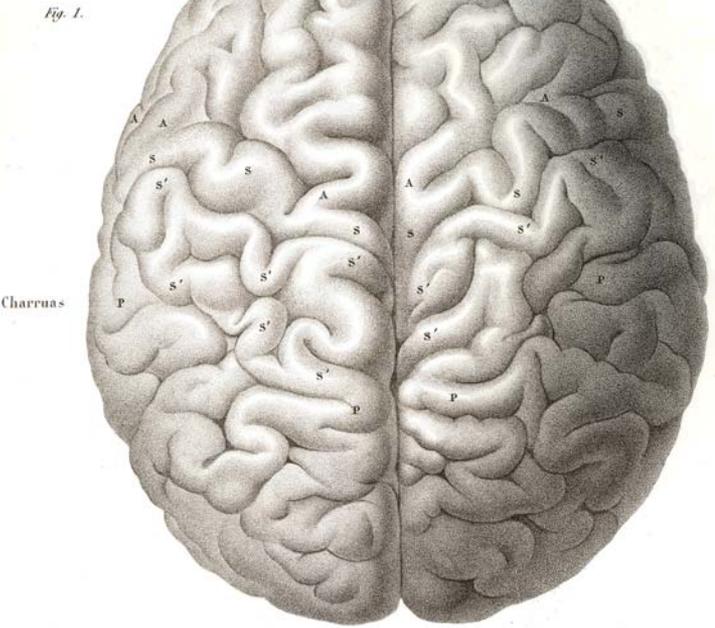
joie vs tristesse



**contribution du système limbique:
cortex cingulaire, amygdale...**

EPIGENÈSE SYNAPTIQUE
&
ENVIRONNEMENT:
l'évolution culturelle

DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU DE L'ENFANT



3

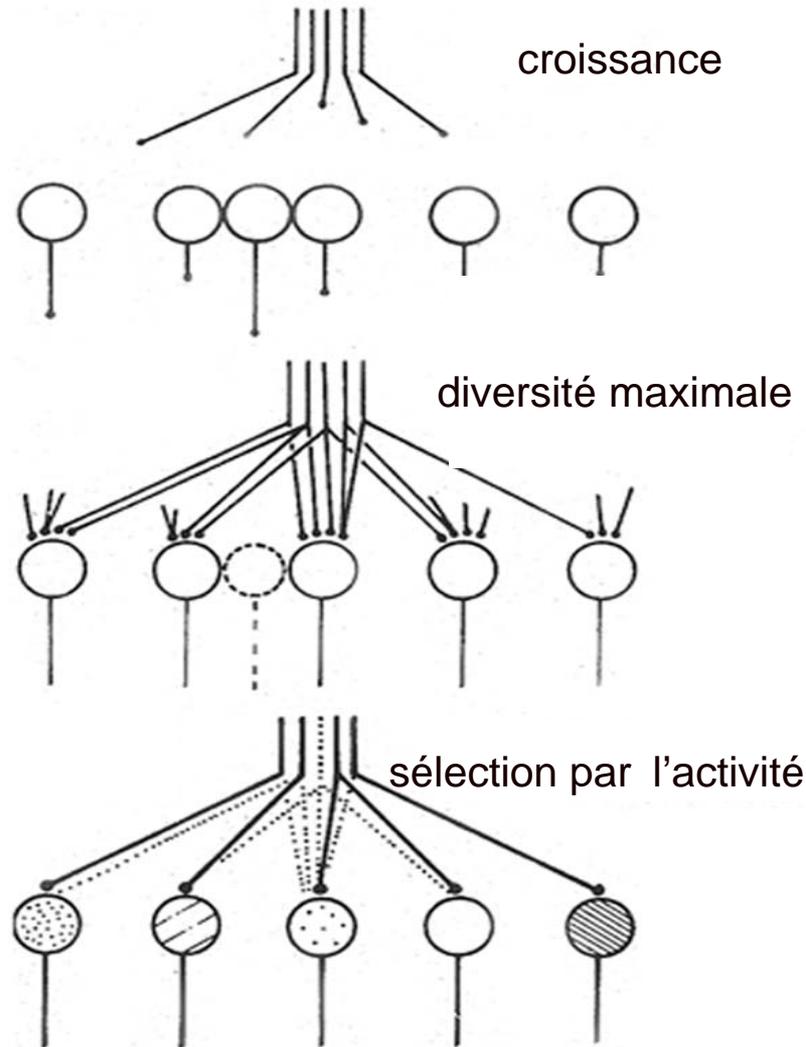
15

24 mois

développement d'environ 50% de
la connectivité du cerveau
APRÈS LA NAISSANCE

pooids du cerveau x 5 du nouveau-né à l'adulte

STABILISATION SÉLECTIVE DES SYNAPSES: EFFET DE L'ENVIRONNEMENT



Changeux, Courrège & Danchin (1973)

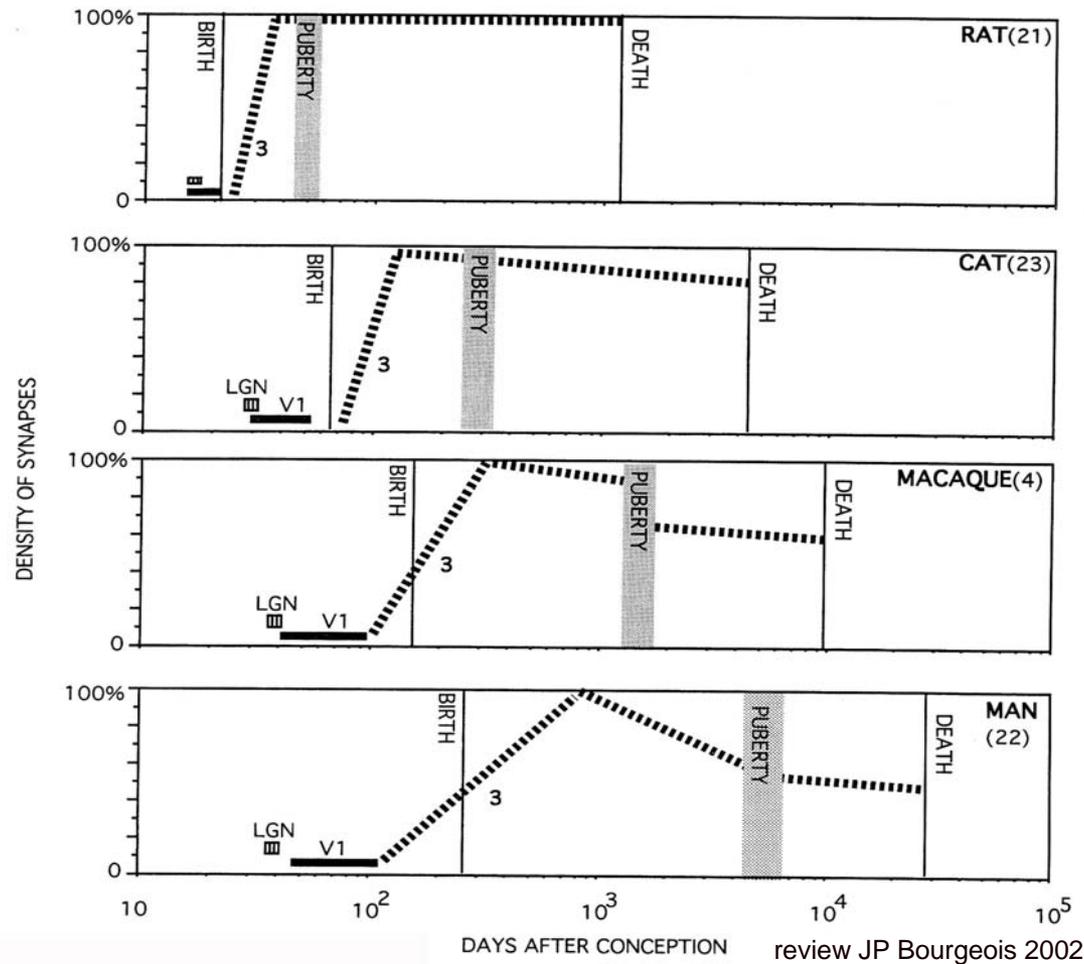
**enveloppe
génétique
propre à
l'espèce**

**exhubérance,
variabilité &
diversité des
connections**

**sélection par
l'activité
spontanée &
évoquée**

**stockage
d'information
par sélection**

PROLONGATION DE LA SÉLECTION SYNAPTIQUE



développement postnatal prolongé associé avec la genèse et l'internalisation de la culture

«CIRCUITS CULTURELS» DANS LE CERVEAU

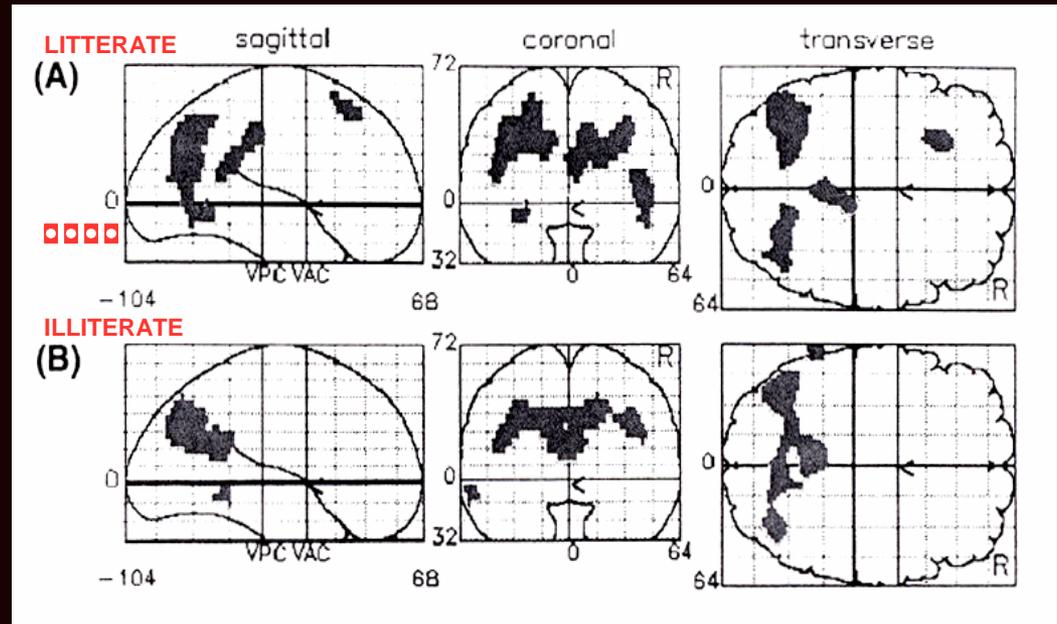


pictogramme proto-élamite
Suse 3 000 BC



tablette cunéiforme
Mesopot 3 000 BC

l'exemple de l'écriture



Castro-Caldas, Peterson, Reis, Stone-Erlander & Martin Ingvar 1998

**écriture = «appropriation épigénétique» de circuits neuronaux
stockés dans la mémoire à long terme**

empreinte culturelle dans la création artistique

**stockage à long terme
des symboles, mythes, rituels,
représentations religieuses
avec forte valeur émotionnelle**

culture gréco-romaine

**Antoine Rivalz (1667-1735)
Sacrifice of Paetus**



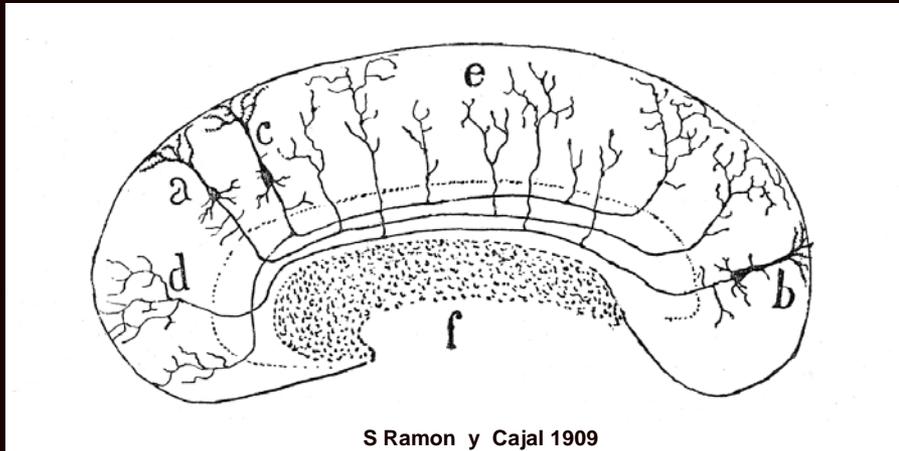
EFFICACITÉ ESTHÉTIQUE
&
ACCÈS À LA CONSCIENCE:
une synthèse mentale
de multiples processus parallèles



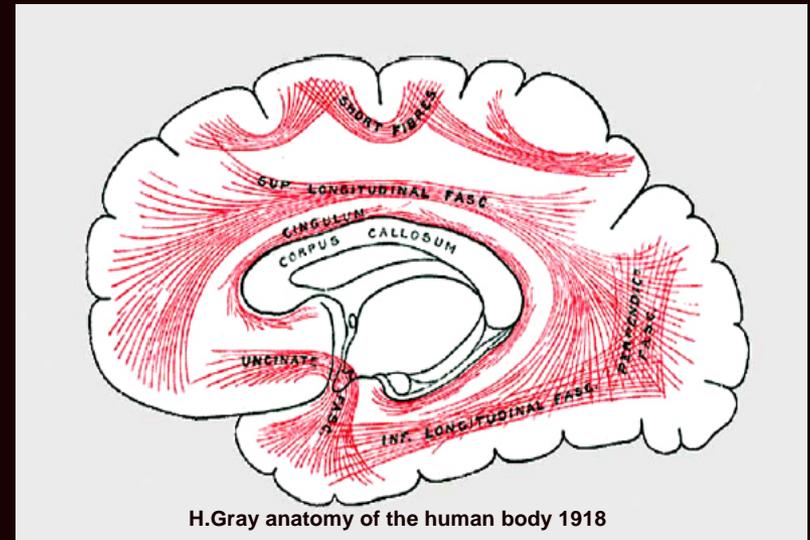
Salvador Dali 1938
L'image disparaît

BASES NEURONALES DE LA CONSCIENCE:

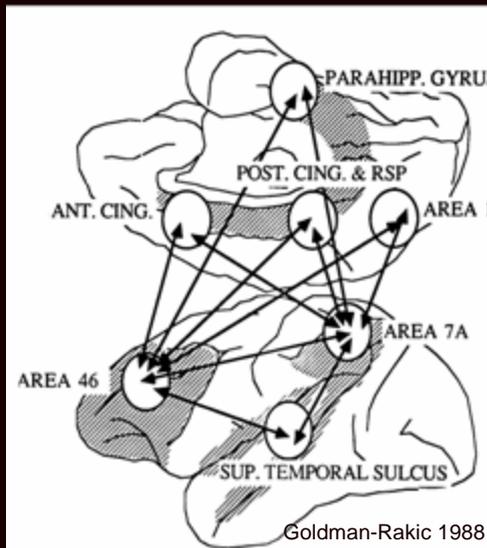
les neurones à axones longs



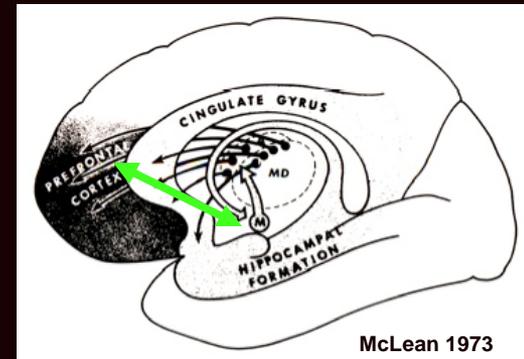
S Ramon y Cajal 1909



H.Gray anatomy of the human body 1918



Goldman-Rakic 1988



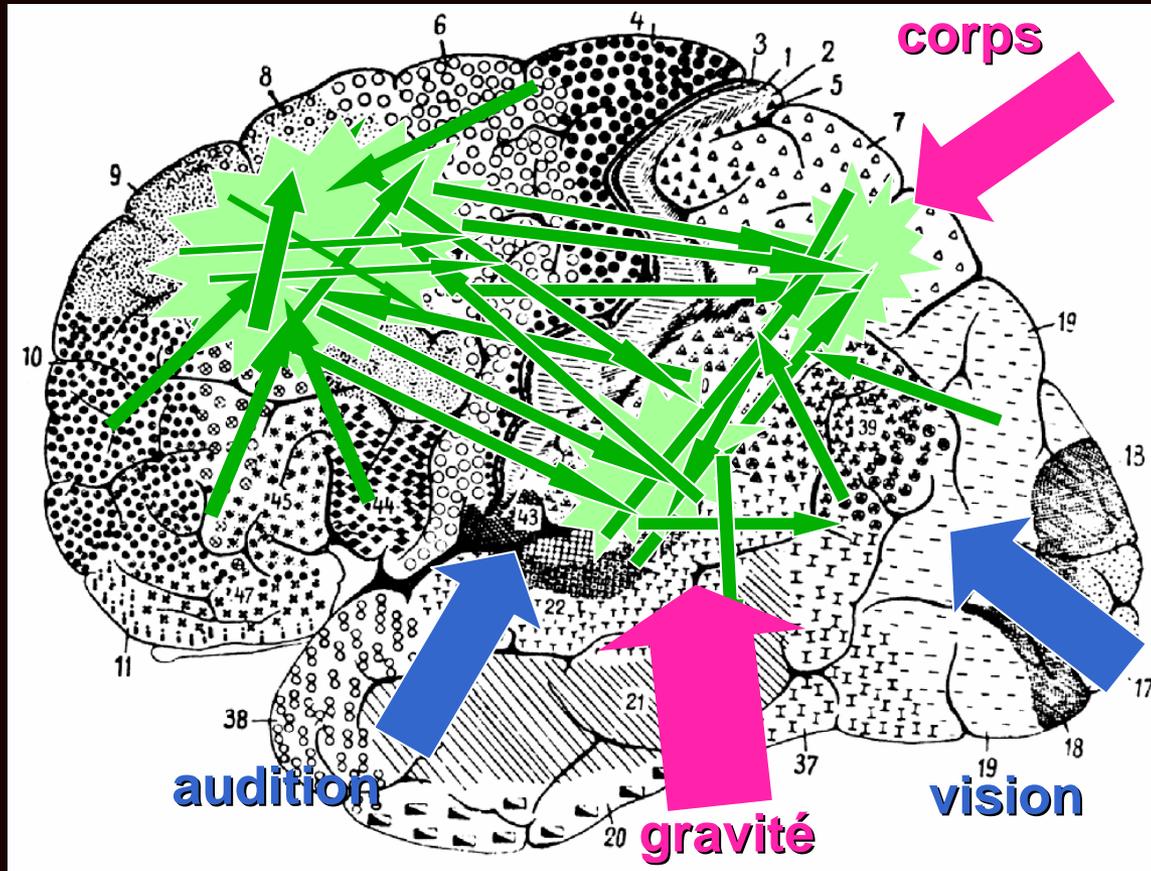
McLean 1973

hypothèse: contribution neurones à axones longs à espace conscient

ESPACE DE TRAVAIL NEURONAL CONSCIENT

Dehaene, Kerzberg & Changeux 1998

Changeux & Dehaene 2007



**espace
de travail conscient
avec
neurones
à axones longs
diffusant des signaux aux
multiples aires donnant
expérience subjective
d'être conscient
stockage
pour anticipation
action future &
reportabilité**

processeurs non-conscients
processus attentionnels et de récompense
mémoires à long-terme & soi

***accès à «l'espace de travail
neuronal conscient»***

LECTURE CONSCIENTE & NON CONSCIENTE

MOTS VISIBLES

MOTS MASQUES

Circonvolution fusiforme gauche

physique du contenu & des états de conscience

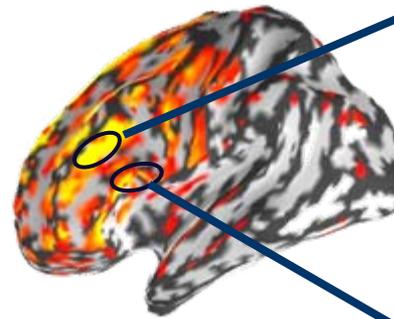
DIFFERENCE ENTRE ESSAIS « VU » ET « NON VU » DU CLIGNEMENT ATTENTIONNEL

Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005).

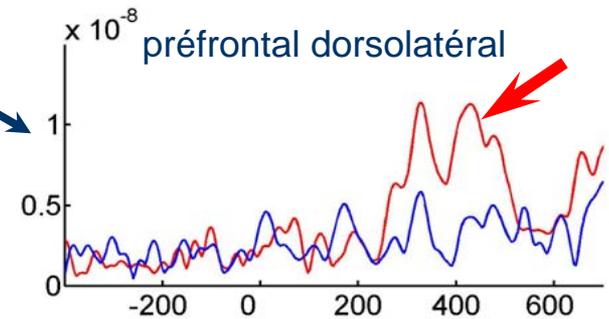
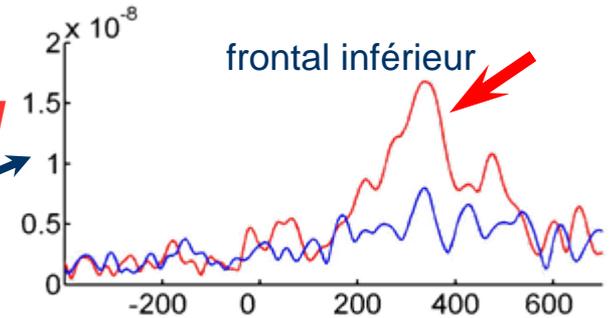
ERP results



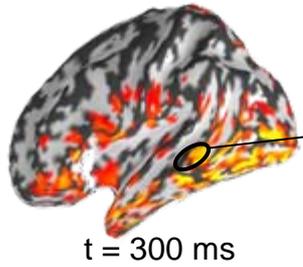
**« ignition » prefrontale tardive
accord avec
modèle espace de travail neuronal**



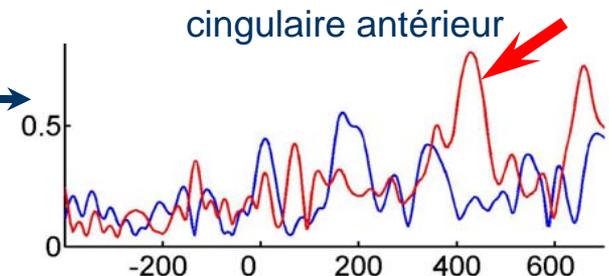
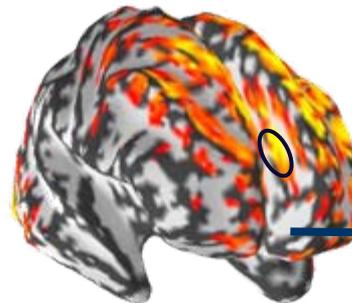
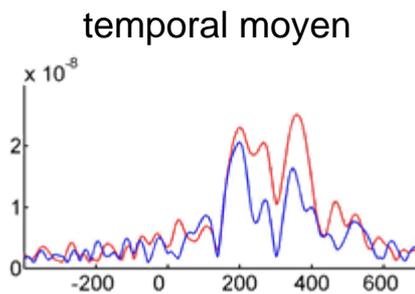
t = 436 ms



**activation occipito-temporale précoce
à la fois essais subliminal & conscient**



t = 300 ms



— vu
— pas vu

**« synthèse paradoxale » de
formes, figures, couleurs,
mouvements...
évoqueries de mémoires ...
émotions...**

**«un miracle où le corps se révèle
dans toute sa fragilité»
Richard Serra**

**«une harmonie improbable
des émotions & de la raison»?**

4. LES RÈGLES DE L'ART

création artistiqueproblème!

dans sa communication avec le spectateur
l'artiste se trouve confronté à
**une multiplicité de
représentations cérébrales possibles**

solution?

**choisit des règles qui limitent le nombre de possibilités
et définissent un style**

*«J'aime la règle qui corrige l'émotion»
(Braque)*

**«règle de l'art» comme
«cadre neuronal acquis» qui restreint
le nombre et la nature des représentations cérébrales**

«nouveau... surprise»

*fatigue esthétique pour le déjà vu
ou le trop vu...*

désensibilisation des neurones?

incite l'artiste à *renouveler* formes
figures & styles ,

donc,

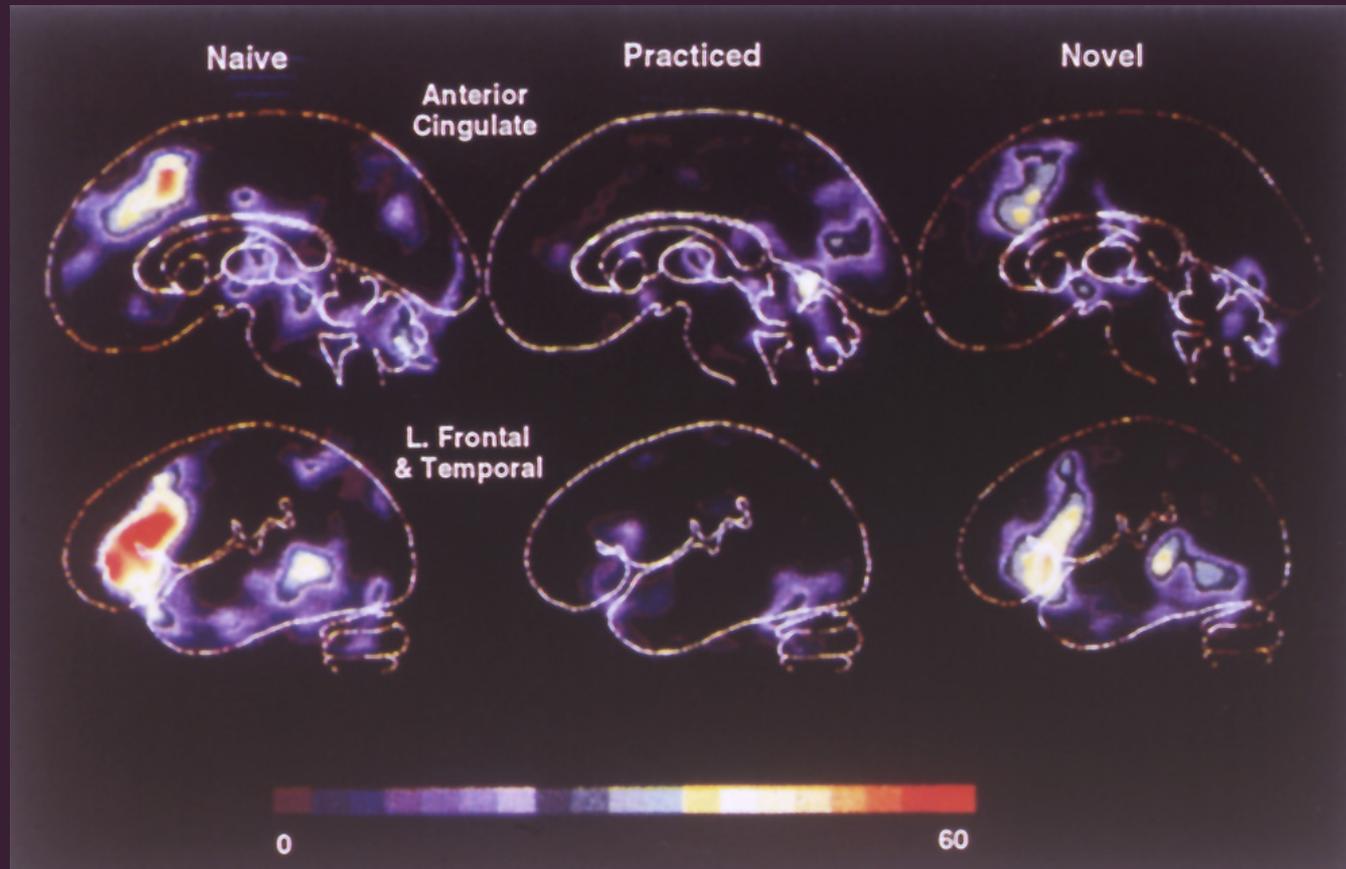
entraîne évolution de l'art



Jeff Coons
elephant 2003
Collection F Pinault

IMAGERIE CEREBRALE DE LA SURPRISE

Raichle & Posner



nouveauté mobilise circuit frontal-temporal-cingulaire

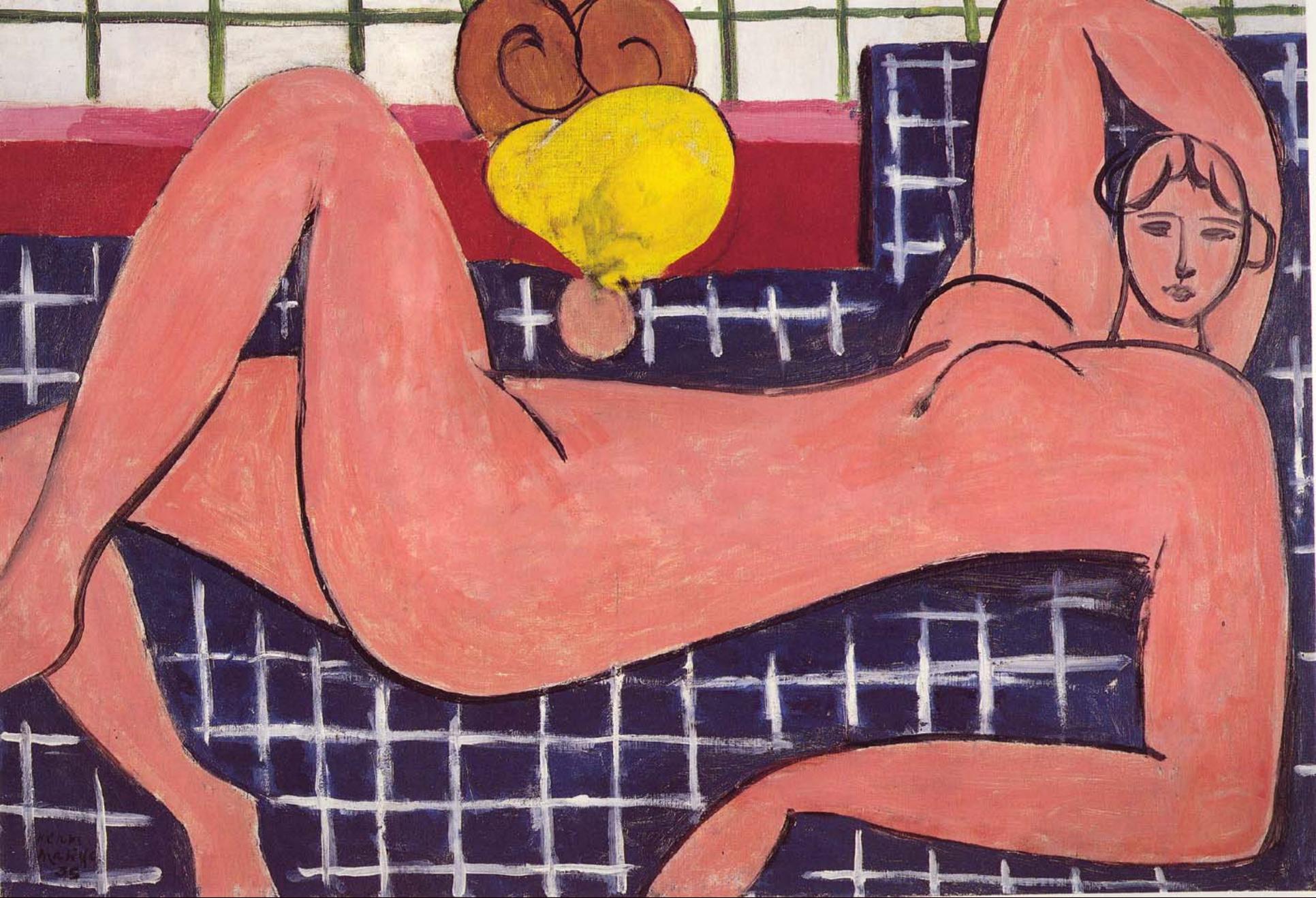
«consensus partium»

«consensus partium»

***la règle universelle de l'harmonie :
cohérence des parties avec le tout (Alberti)
ou la composition***

***le beau est «aperception des rapports»
Denis Diderot***

***«équilibre parfait:
chorégraphie architecturale...
un coup de dé»?***



Henri Matisse: Large reclining nude.1935 Baltimore Museum of Art



I. May 3, 1935



II. May 10, 1935



IV. May 19, 1935



V. May 20, 1935



VII. May 25, 1935



VIII. May 28, 1935



X. June 4, 1935



XI. June 20, 1935



XIV. September 6, 1935



XV. September 7, 1935



XVII. September 14, 1935



XVIII. September 15, 1935



XX. October 12, 1935



XVI. October 16, 1935

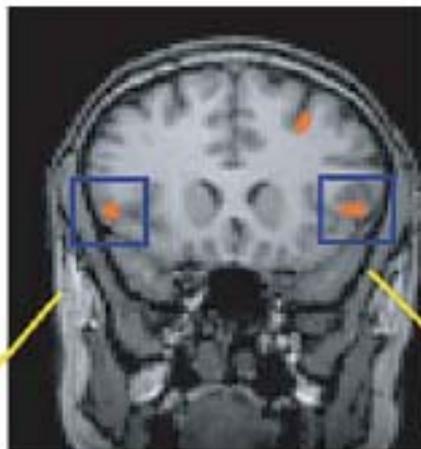


the Friday 1935

CORRÉLATS NEURONAUX DE LA RÈGLE DE PYTHAGORE

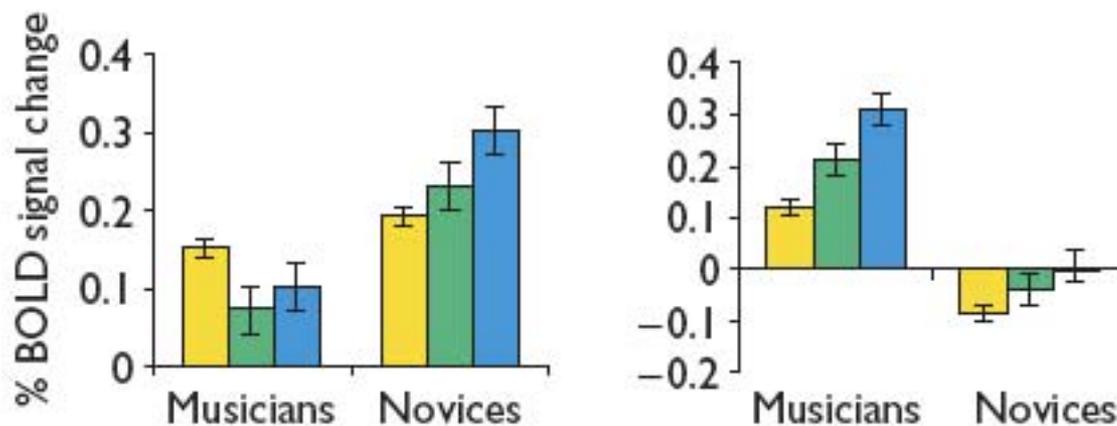
Foss, Altschuler & James 2007

rapports simples:
octave 2/1 or cinquième 3/2
= *consonant*
rapports complexes:
septième majeure 243/128
= *dissonant*



Y=18

*circonvolution frontale inférieure
+ chez les musiciens
circonvolution supérieuretemporale
circonvolution médiale frontale
lobule inférieur pariétal
antérieur cingulaire avec
activation accrue de la
consonance à la dissonance*



bases neurales de l'«harmonie»?

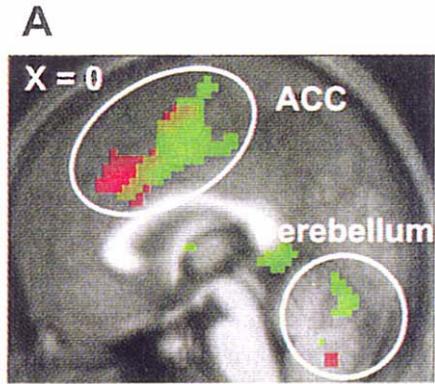


«soi-même comme un autre»

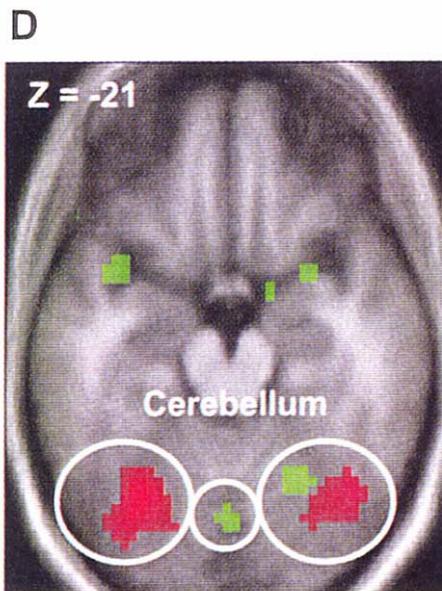
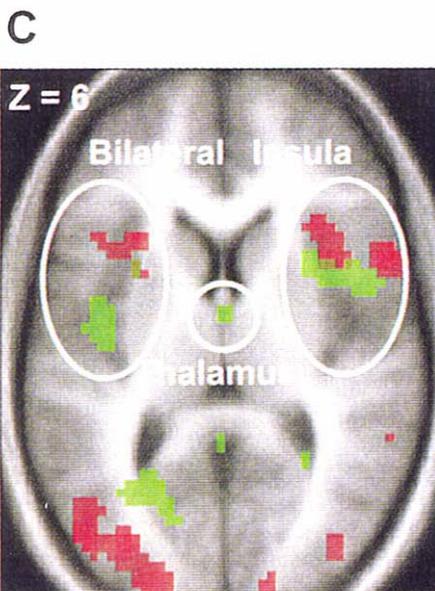
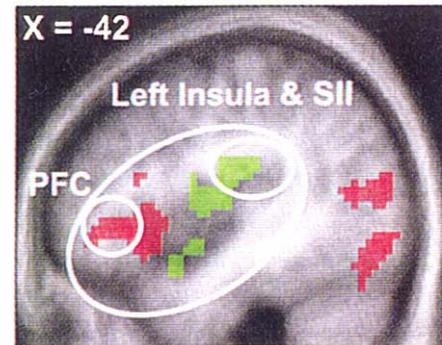
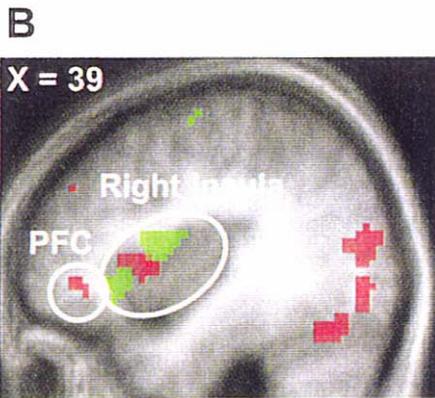
« le peintre se peint lui-même » Leonard



André Sartes 1964 Giacometti



ACC anterior cingular cortex
PCC prefrontal cortex



EMPATHIE DE LA SOUFFRANCE

fMRI

couple homme-femme
avec relations excellentes
compare images cérébrales
de la femme quand
stimulus électrique
appliqué à elle
ou à son partenaire
rouge: douleur/ soi
vert: douleur/ l'autre

Images semblables
douleur: soi/l'autre

**circuits neuronaux de
l'empathie?**

art «makes us aware»

« soi-même comme un autre »

«*exemplum*»

«exemplum»

«les belles idées»

Nicolas Poussin

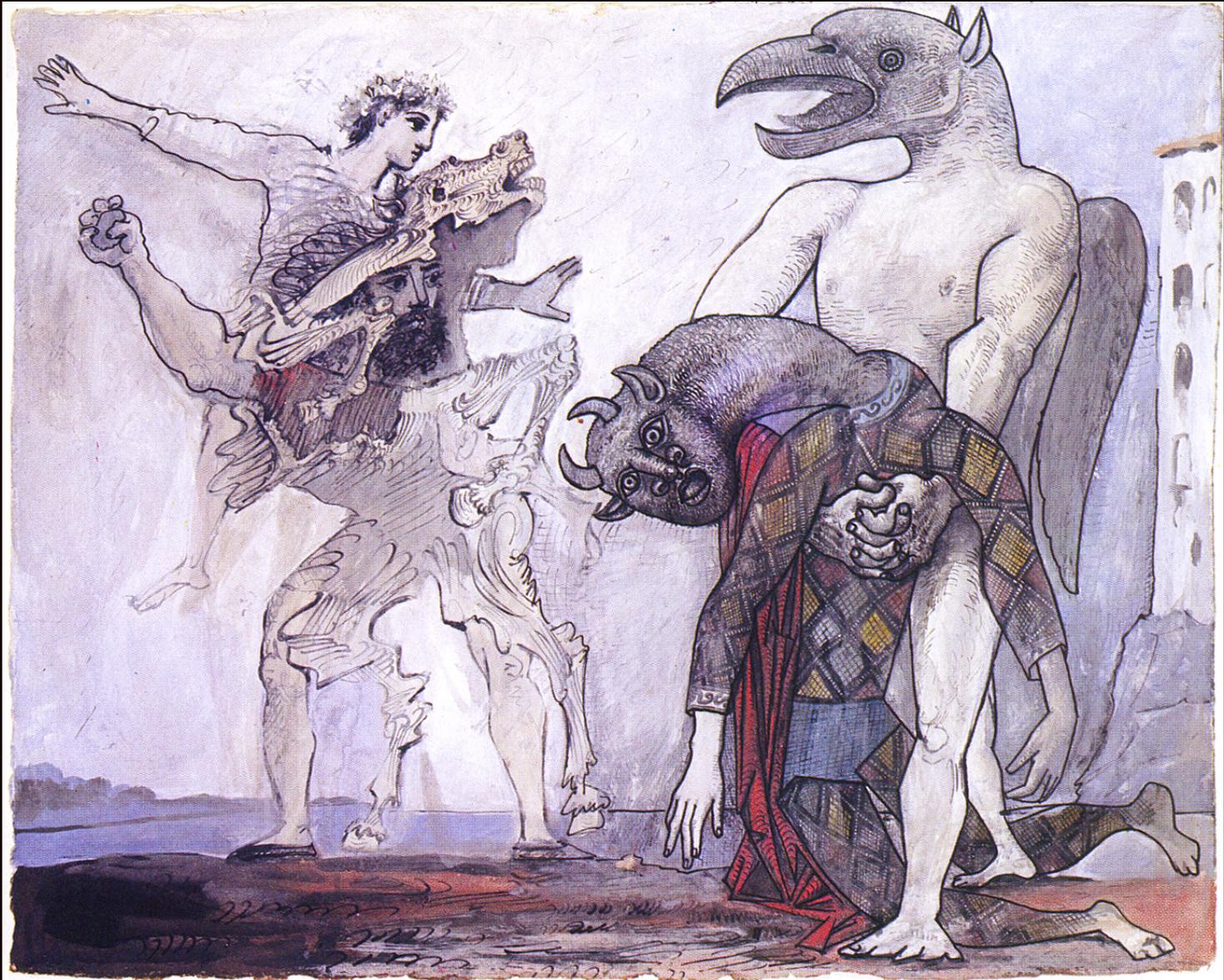
**oeuvre d'art...véhicule séculaire efficace de la
«conception du monde» de l'artiste**

créer un espace de liberté

«l'œuvre est ouverte»

Richard Serra

manifeste contre la guerre



Pablo PICASSO *Composition with the Minotaure* 28mai 1936

***L'art, une activité créatrice
du cerveau de l'homme
qui introduit de l'ordre...du «sens»
dans un monde naturel non étiqueté et
dépourvu de sens
en créant des artefacts...
imprévus, «lyriques» et
socialement partagés***

*une hypothèse sur les
bases neurales du plaisir esthétique...*

*« le plaisir esthétique mobilise,
de manière concertée
des ensembles de neurones qui unissent
les représentations mentales les plus synthétiques
élaborées par les structures du cerveau
engagées dans les fonctions cognitives comme le
cortex préfrontal ,
avec une activité précise du système des émotions
comme le système limbique »*

Faire revivre l'esprit de '«Encyclopédie» & des Lumières



Éléments de physiolo

italie romaine...italie fasciste?



Luciano Fabro
L'italia d'oro 1971
Collection F Pinault

LE CERVEAU DE L'HOMME: CERVEAU SOCIAL

« *un organe intentionel* »

Changeux JP L'Homme Neuronal 1983
Changeux JP L'Homme de Vérité 2002

synthèse de multiples **processus évolutifs** enchâssés
avec une **plasticité** neuronale considérable &
plusieurs niveaux de **variabilité** & de sélection:
gènes, neurones, réseaux...

systeme **spontanément actif**,
ouvert, motivé & auto-organisé
- **style projectif** -

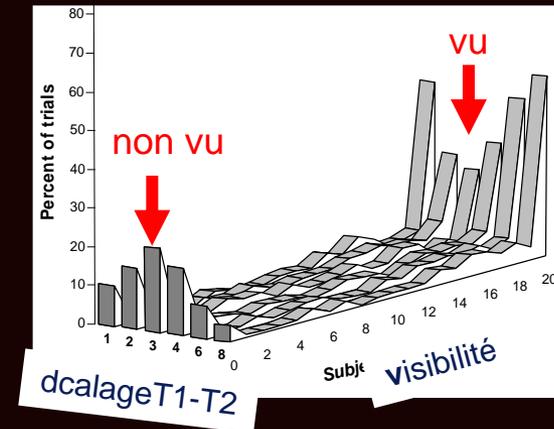
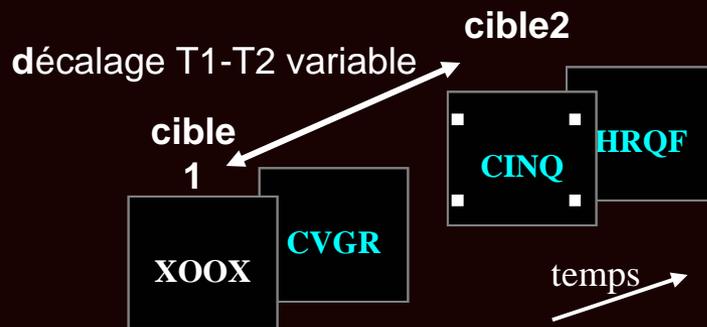
accès à la **conscience**,
communication inférentielle &
reconnaissance sociale partagée

ACCÈS À LA CONSCIENCE: MESURE DE L'ÉVOLUTION TEMPORELLE

Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005).
Nature Neuroscience, 8, 1391-1400

différence entre essais « vu » et « non vu » pendant clignement attentionnel

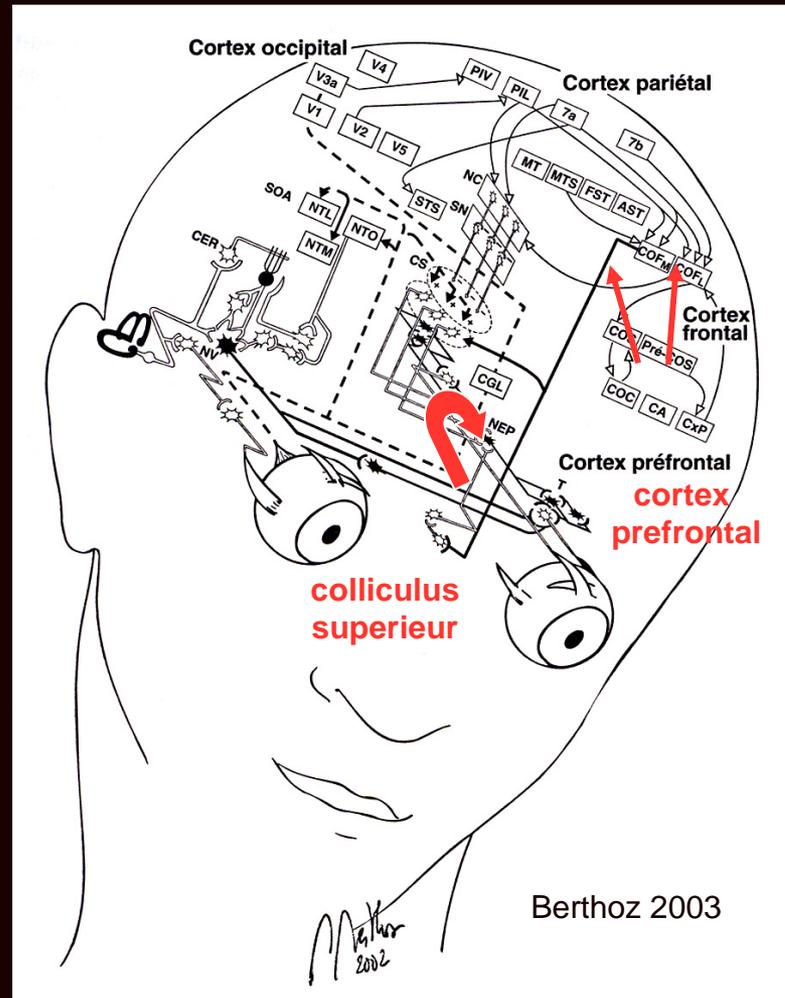
1. paradigme du clignement attentionnel
2. distribution bimodale du rapport sur cible 2



accès tout-ou-rien au traitement conscient

CONTEMPLER & LA DÉCISION DE REGARDER

contrôle des
mouvements
du regard



identification des
formes
et prise de décision

colliculus supérieur:
saccade réflexe

cortex préfrontal:
stratégie d'orientation

**une recherche dynamique pour une congruence ...
entre représentations «internes» & «externes»
«une expérience privée dans un espace public»**

Richard Serra

« harmonie de la raison et des émotions » ?

**évolution «neuro-culturelle» de l' art:
pas de progrès mais
en constant renouvellement...**



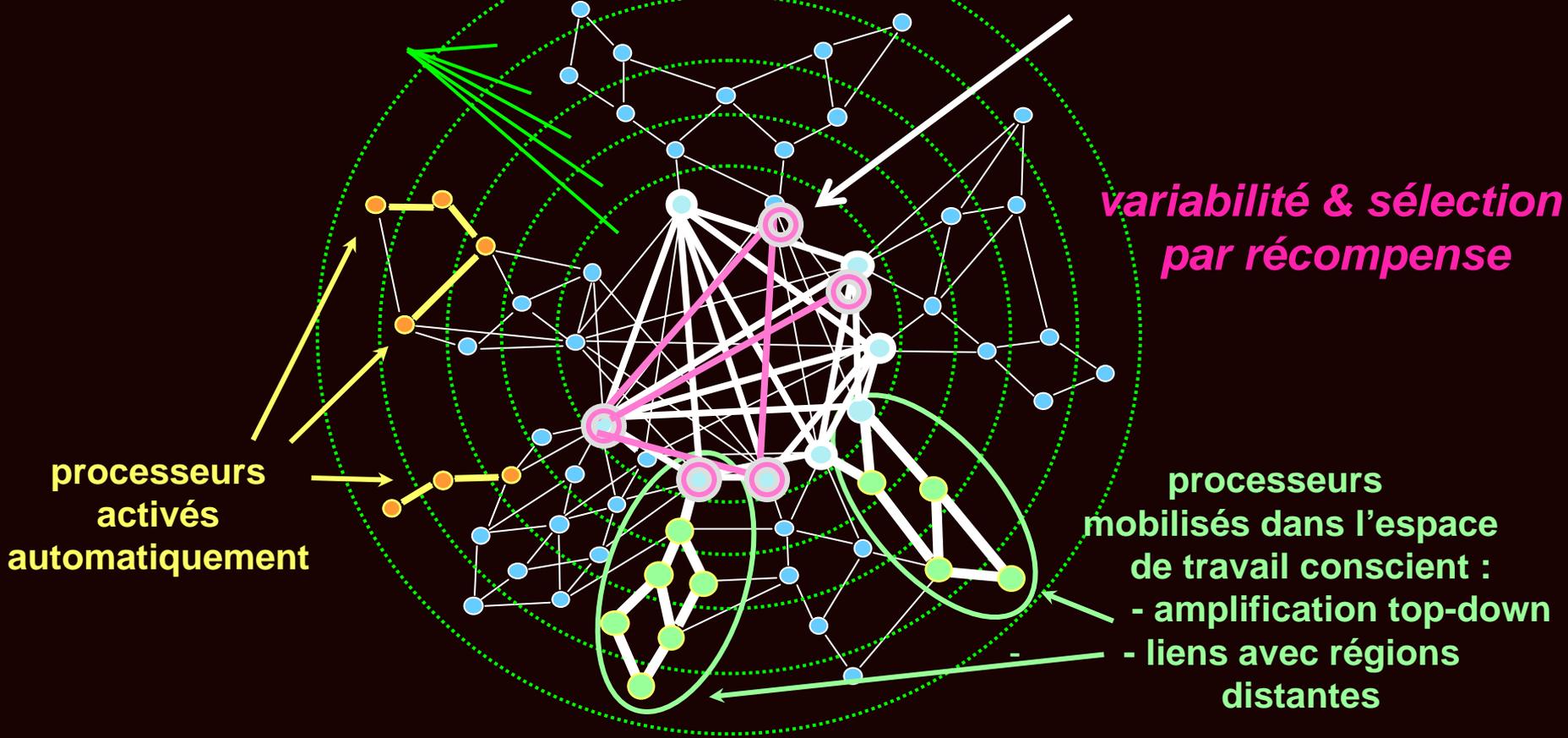
*«promouvoir le mouvement par la forme»
Richard Serra*

*Double Torqued Ellipse 1997
Dia Art Foundation New-York*

MODÈLE DE L'ESPACE DE TRAVAIL NEURONAL

hiérarchie de processeurs modulaires

processeurs de haut niveau avec interconnectivité longue-distance forte



« création »

sélection de pré-représentation dans l'espace de travail conscient

Dehaene, Kerszberg & Changeux, *PNAS*, 1998
Dehaene & Changeux, *PNAS*, 2003
inspired by Mesulam, *Brain*, 1998



Landscape 1907-1908 La Haye



Blue tree 1908-1910 LaHaye



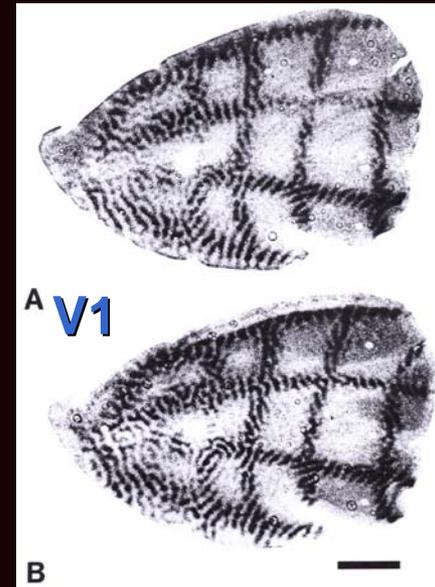
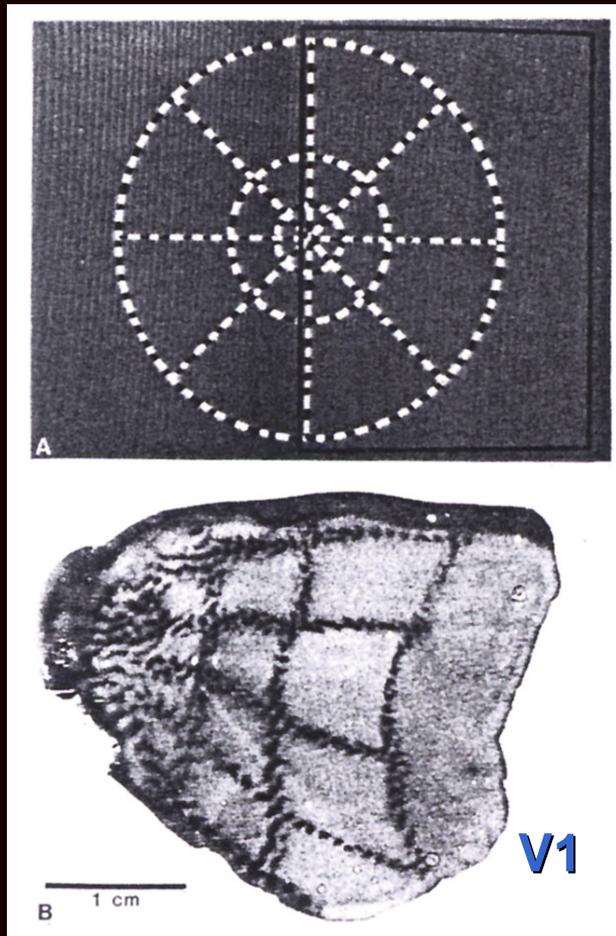
Blue tree 1909 LaHaye

PROJECTION DE L'IMAGE RETINIENNE SUR LE CORTEX VISUEL V1

méthode du désoxyglucose chez le macaque

Tootell et coll. 1988

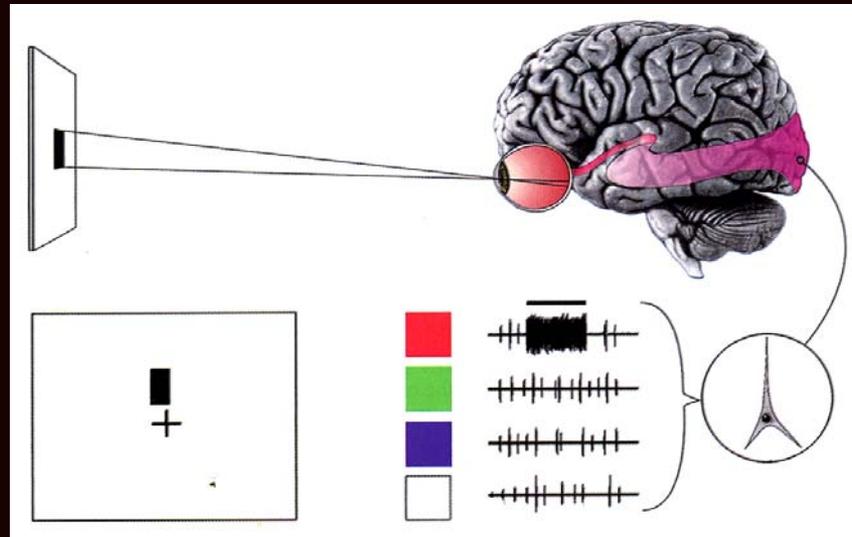
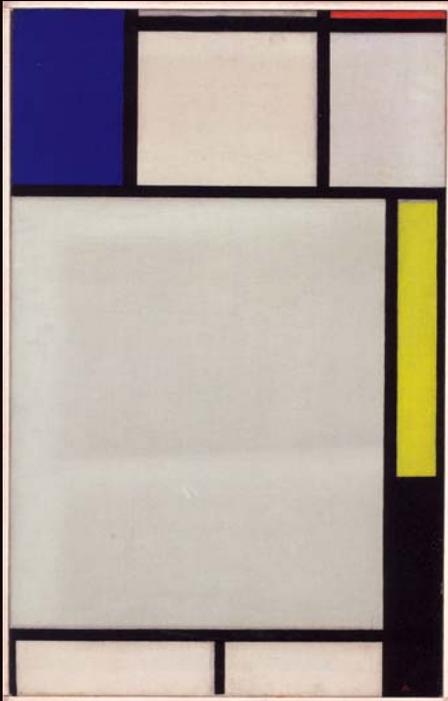
stimulus



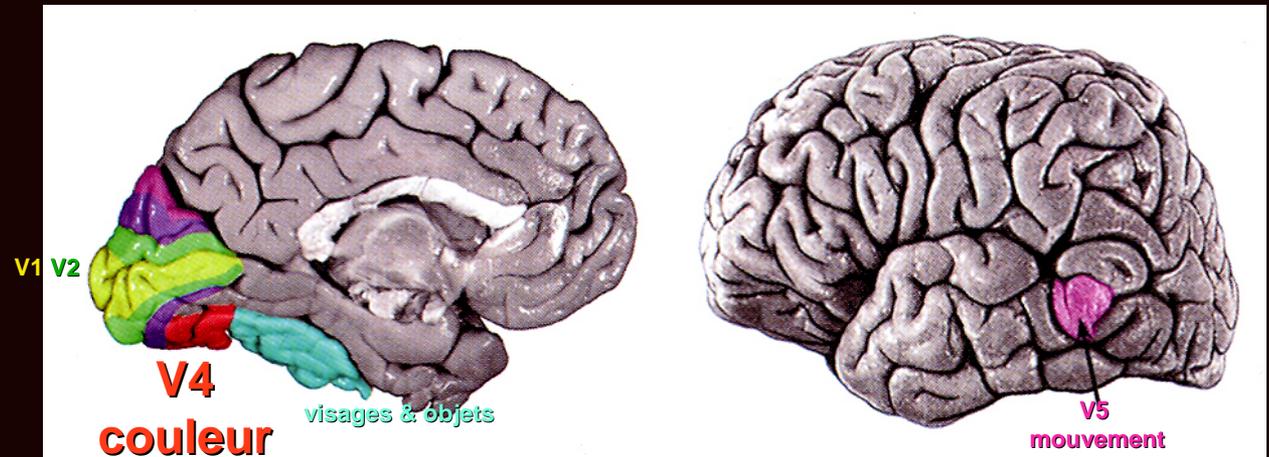
distribution d'activité du
cortex visuel ressemble
au stimulus

représentation neurale de l'image dans le cerveau...

NEURONES CORTICAUX SELECTIFS POUR LA COULEUR



*réponse neurones
de V4
à la couleur perçue*



culture chrétienne

Sebastiano del Piombo (1485-1547)
Prado (Madrid)



NEUROPATHOLOGIE DU SOI

hallucinations visuelles & auditives:

schizophrénie, *drogues*

fausses croyances:

syndrome de Capgras

patient croit qu'un parent ou un proche a été
remplacé par un double

(altération de la voie ventrale QUOI?)

illusions de contrôle

patient croit faussement que ses actions sont
contrôlées par des forces extérieures

(hyperactivité cortex pariétal)

altérations de la représentation du corps:

déni de paralysie chez certains hémiparétiques
non appartenance d'un membre

(lésion cortex pariétal)

expériences extra-corporelles « mystique »:

(lésion jonction temporo-pariétale)

«*schématisation*»

*schématisation:
du réalisme à l'abstraction
de haut en bas ?*

CHAUVET 31-23 000 BC taches et chevaux

abstraction?



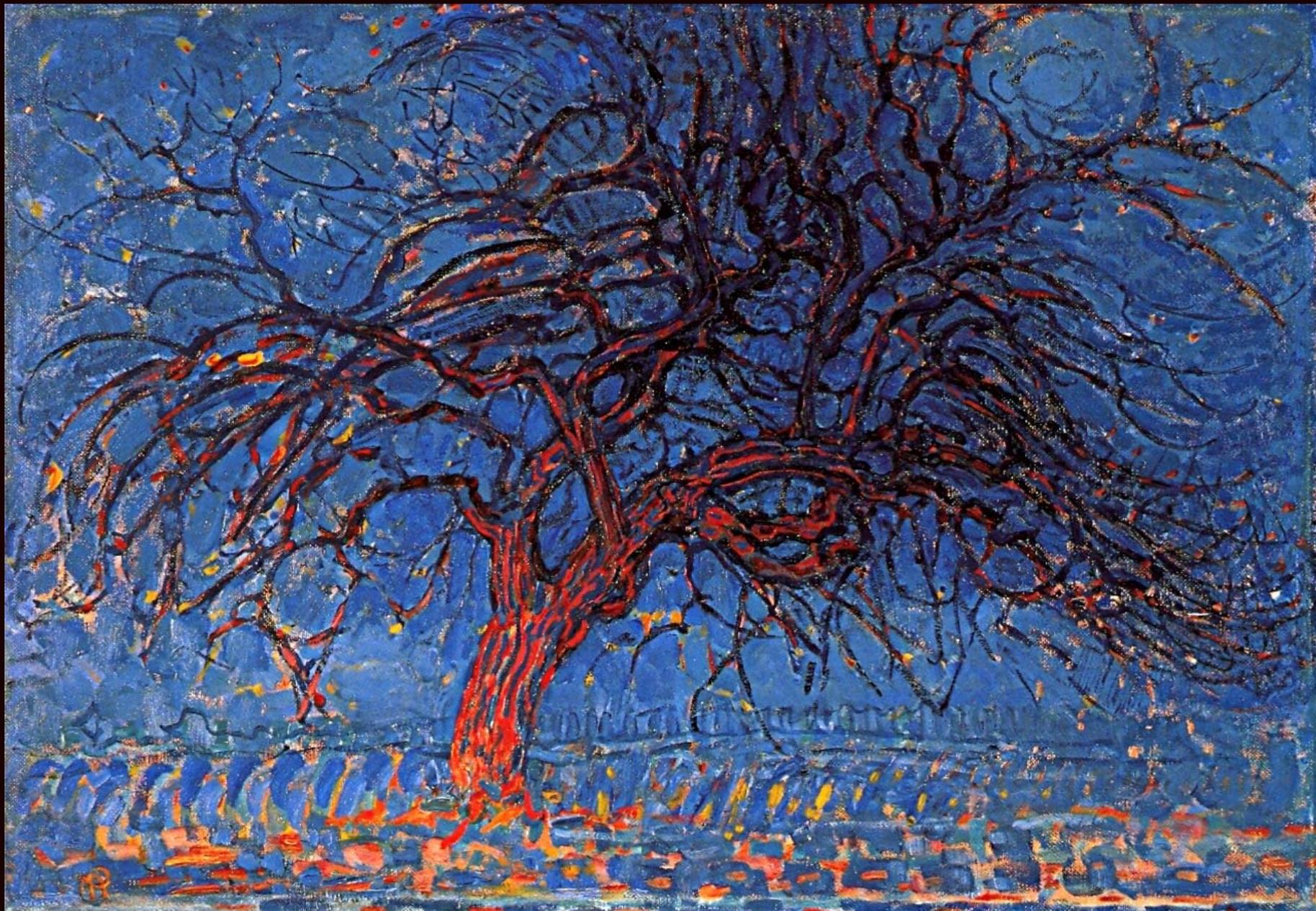
réalisme?



« the beauty of a scientific proposition lies in the fact that it explains much from little » (H.Simon)



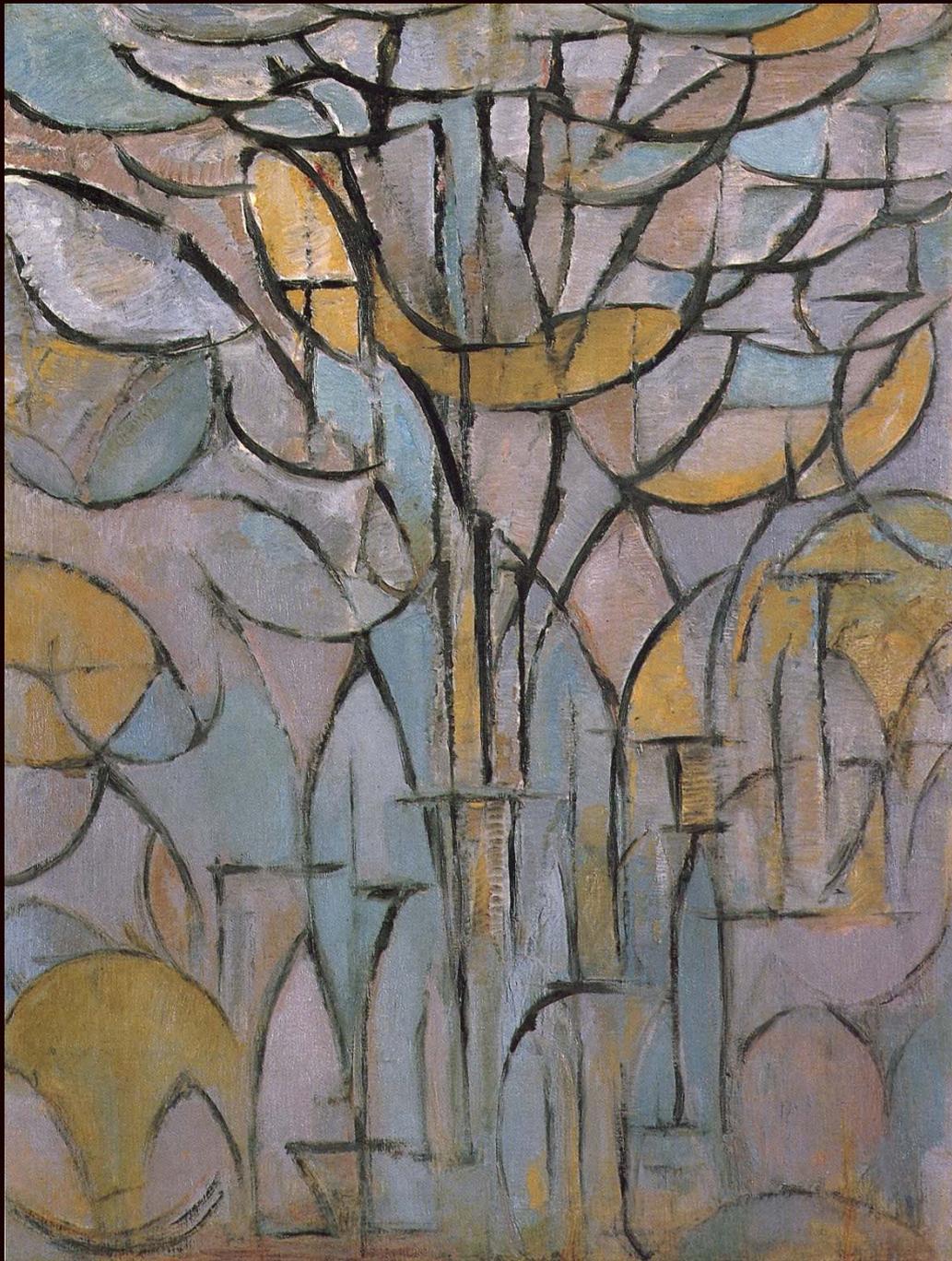
Wood near Oele 1908 LaHaye



Avond 1908-1910 LaHaye



Gray tree 1911 LaHaye



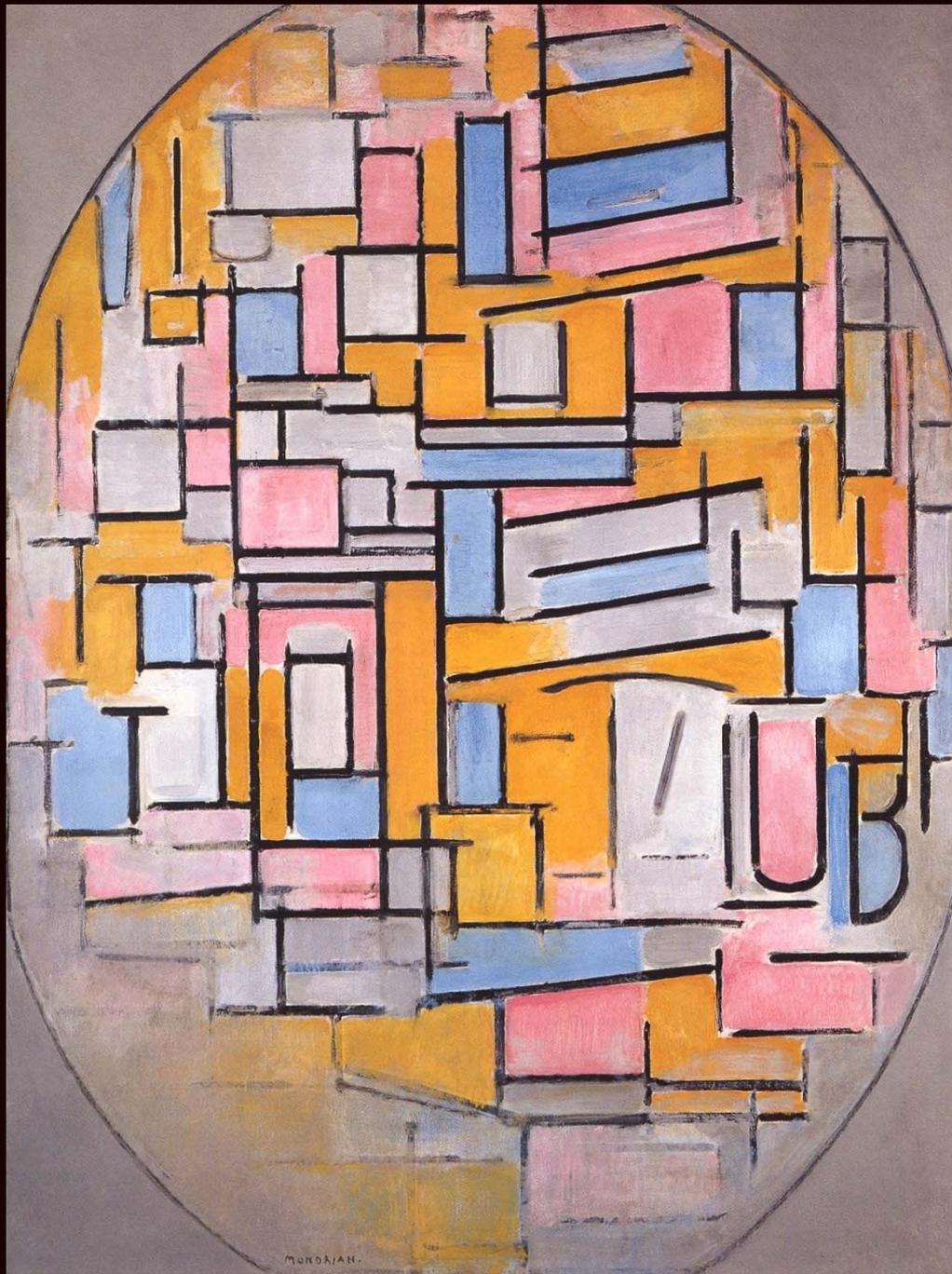
Trees 1912 Pittsburg



Tree A 1913 LondonTate

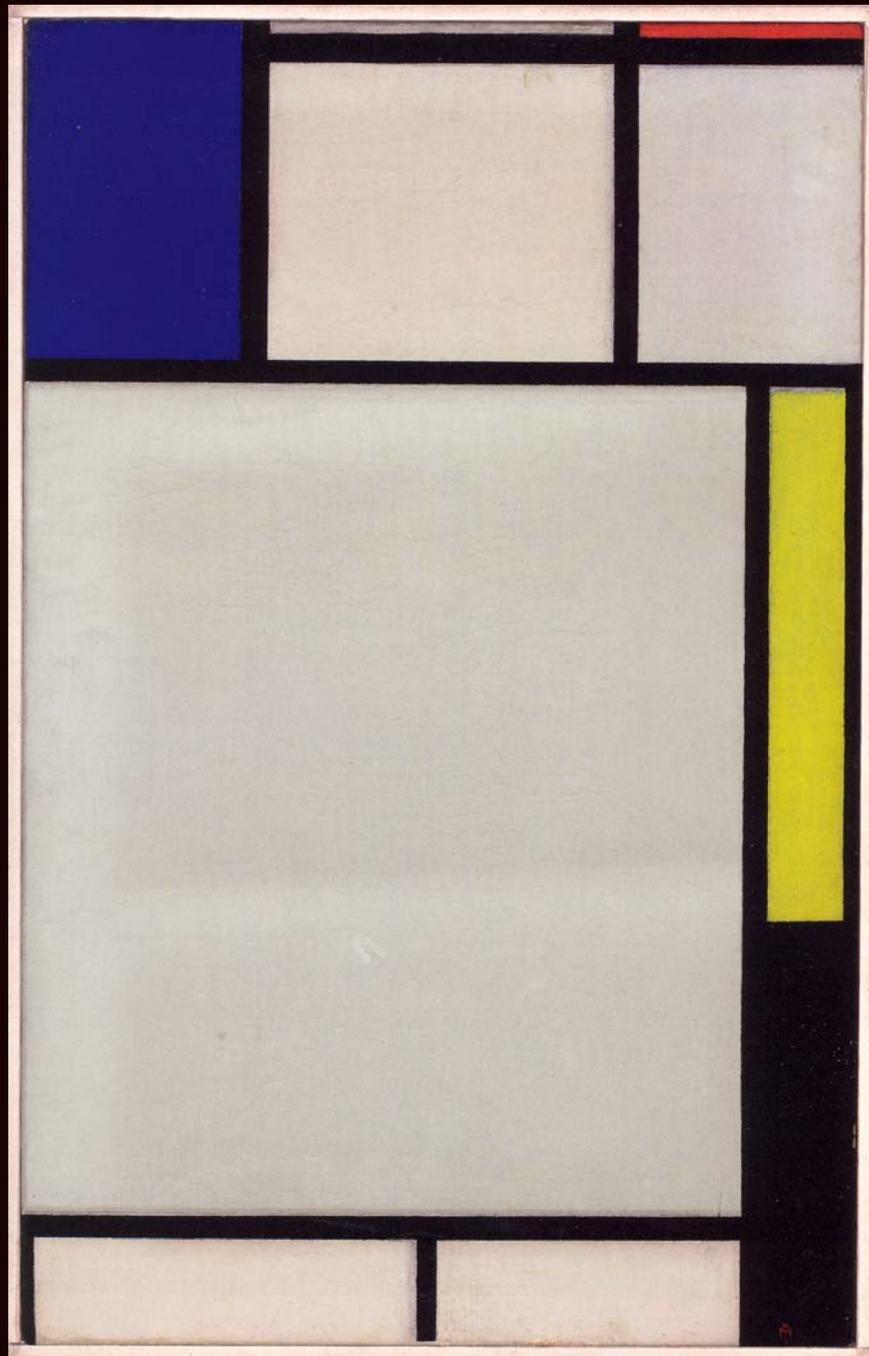


Tableau no1 1913



Composition ovale
en plans de couleurs 2 1914
LaHaye

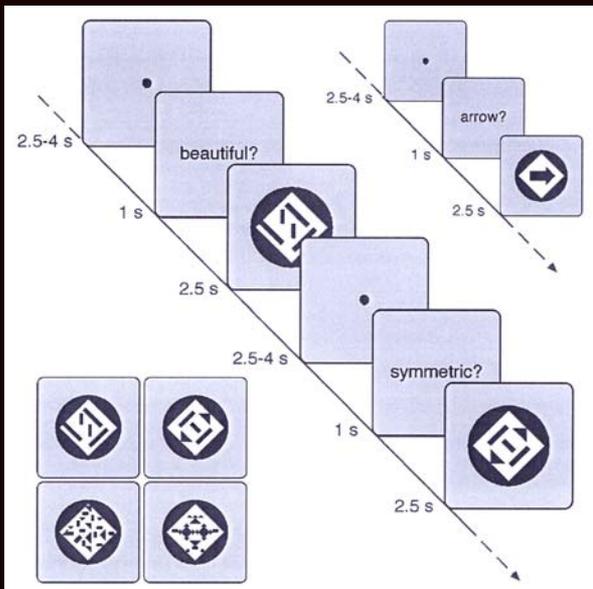
MONDRIAN.



Composition avec bleu, rouge , jaune et noir
1922 Saint Laurent/Bergé

SYMÉTRIQUE OU « ESTHÉTIQUE » DANS LE CERVEAU

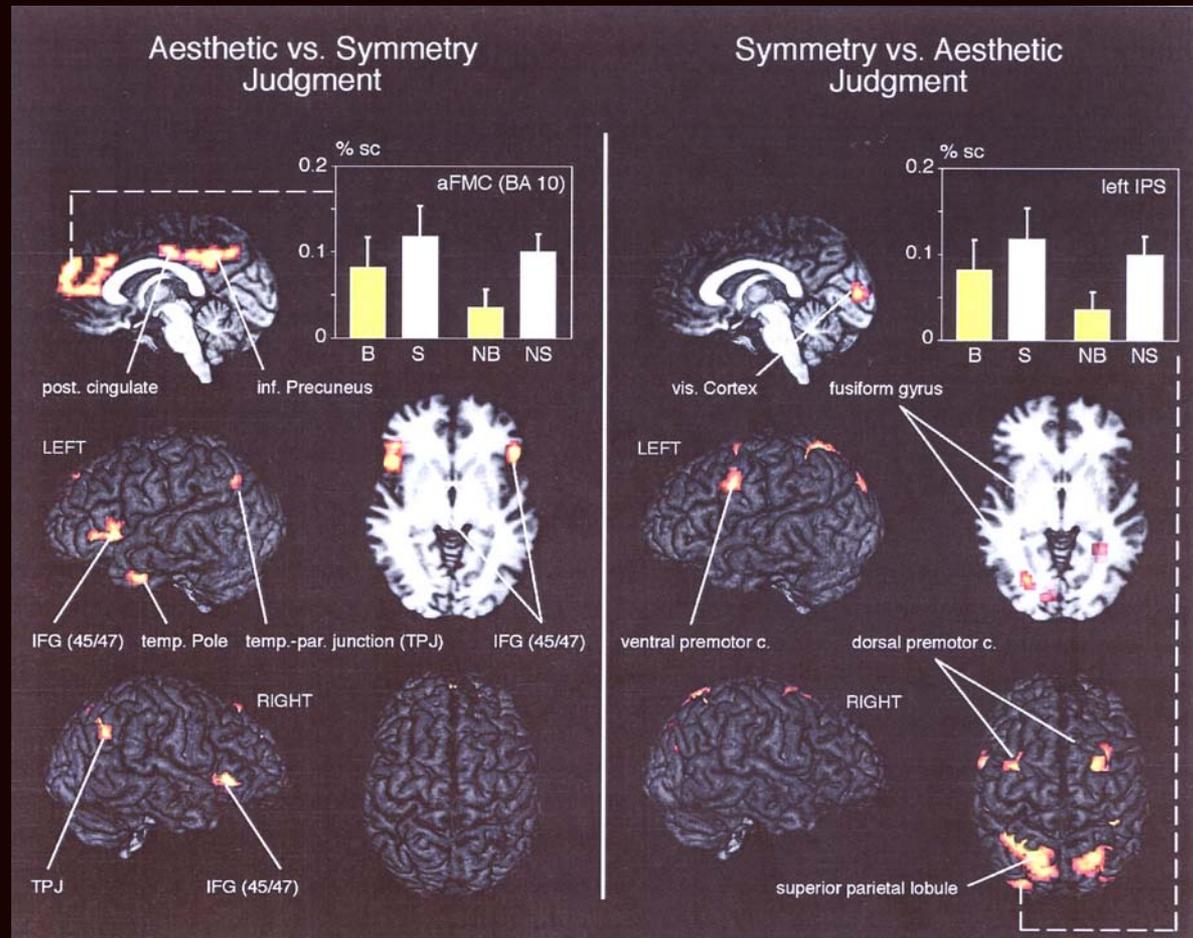
Jacobsen, Schubotz, Höfel & Cramon 2006



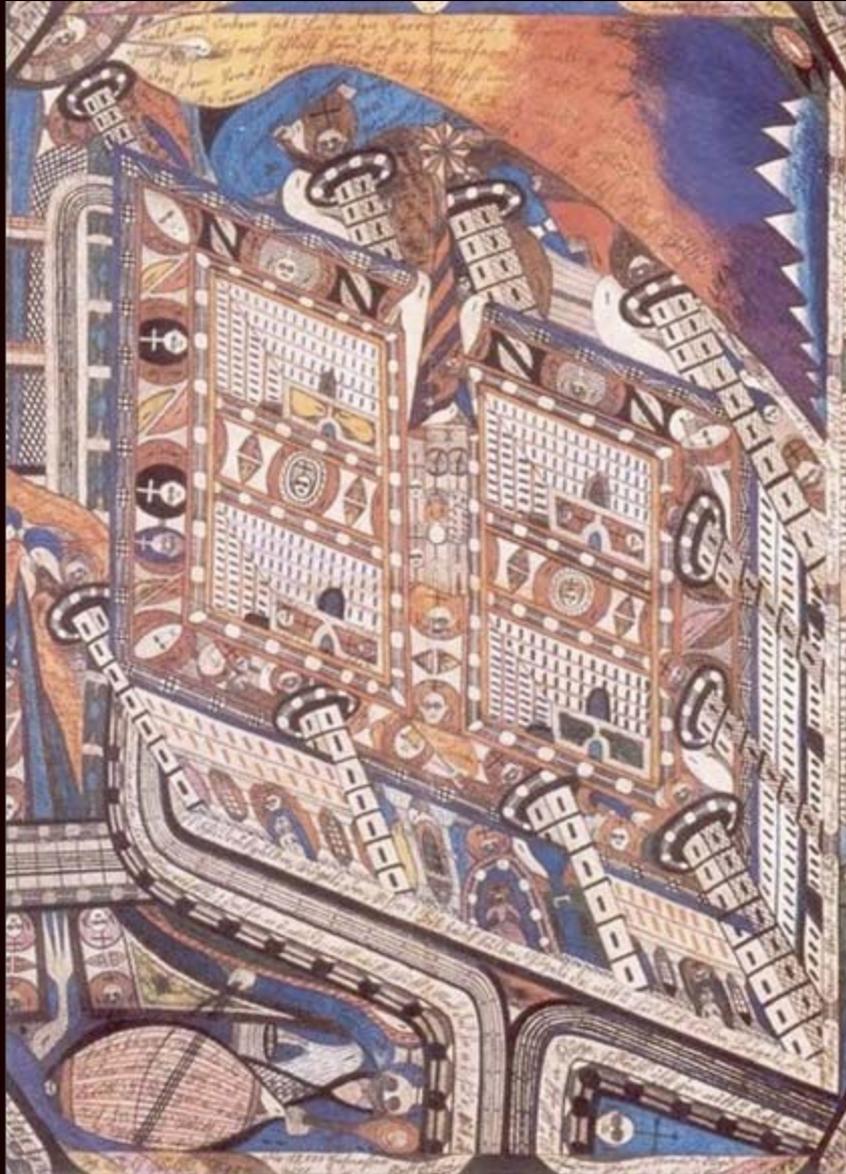
jugement esthétique
frontomédian BA 9/10
préfrontal BA 45/47
cingulaire postérieur
pole temporal gauche
jonction
temporopariétale

jugement de symétrie
pariétal & premoteur

**espace de travail neuronal
conscient contribue plus
esthétique que symétrie?**

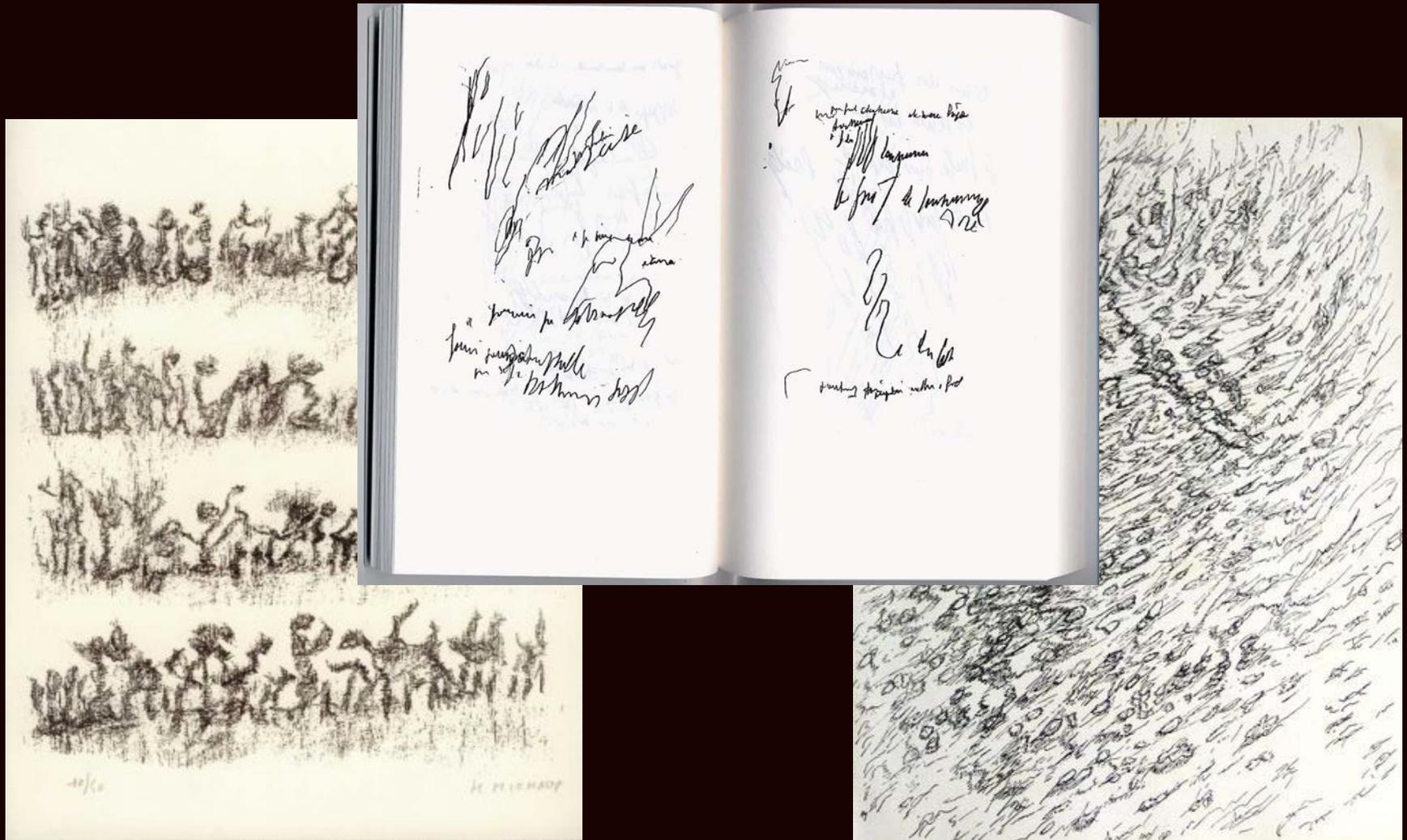


ALTÉRATION DE L'ESPACE CONSCIENT CHEZ LES SCHIZOPHRÈNES



Adolf Wölfl 1910
Band Hain

ALTÉRATION DE L'ESPACE CONSCIENT PAR LES DROGUES



Henry Michaux **Misérable miracle. La mescaline.** Gallimard, Paris
2003;