



HAL
open science

Critique de la cérébralisation de notions relevant des sciences physiques et mathématiques

Laurent Goffart

► **To cite this version:**

Laurent Goffart. Critique de la cérébralisation de notions relevant des sciences physiques et mathématiques. Assises du Centre Gilles Gaston Granger, Giuseppe Di Liberti & Isabelle Koch, May 2023, Aix-en-Provence, France. hal-04096360



HAL Id: hal-04096360

<https://amu.hal.science/hal-04096360>

Submitted on 12 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.


L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Assises du Centre Gilles Gaston Granger
Aix-en-Provence
11 mai 2023**

Critique de la cérébralisation de notions relevant des sciences physiques et mathématiques

Laurent Goffart




THÈSE DE DOCTORAT
 SOUTENUE À AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
 le 14 décembre 2022 par
Laurent Goffart

Le cerveau en trompe-l'œil des sciences cognitives : Critique du pléonasmisme dans le fonctionnement cérébral de notions qui lui sont étrangères

Suite ...

<https://cv.hal.science/laurent-goffart>



THÈSE DE DOCTORAT
 SOUTENUE À AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
 le 14 décembre 2022 par
Laurent Goffart

Le cerveau en trompe-l'œil des sciences cognitives : Critique du pléonasmisme dans le fonctionnement cérébral de notions qui lui sont étrangères

Au cours de la discussion qui suivit la présentation de sa thèse,
 Laurent Goffart fut amené à faire la déclaration suivante :
"La psychophysique ne décrit pas le fonctionnement [intrinsèque] du cerveau !"

L'examinateur / examinatrice de lui demander :
"C'est une blague ?"


Pour qu'il lui réponde :
"Non, je suis sérieux !"

→ évoquant une métaphore :
l'analyse quantitative (spectrale) d'une symphonie ne nous enseigne rien sur le fonctionnement d'un orchestre

<https://cv.hal.science/laurent-goffart>

Dans cette communication, je vais exposer des faits dont on peut se demander s'ils relèvent d'une authentique plaisanterie, du manque de rigueur ou du scandale.

En tous cas, ils témoignent d'un délabrement dans un domaine des sciences contemporaines du cerveau et de la cognition.




What happened to cognitive science?
 Rafael Núñez^{1,2}, Michael Allen, Richard Gao, Carson Miller Rigoli, Josephine Relatord-Doyl and Arturs Semeniuk
 2019

Confusions

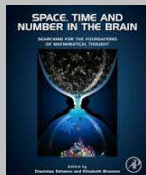
Au cours des dernières décennies, une **confusion** s'est installée dans les sciences du cerveau entre

- les concepts
- les mesures (et leurs transformations numériques) et
- les processus physiologiques qui engendrent le phénomène mesuré.

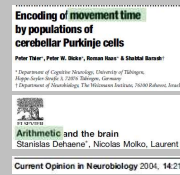
Les limitations des mesures et les notions théoriques qui leur sont associées ont conduit certains auteurs à imaginer des options telles que celles d'un **codage dans le cerveau** de l'espace, du temps, des nombres, de la durée, de la vitesse, de l'accélération, de la géométrie et de l'arithmétique.




2003



2011



2000



2007

AN ENHANCED ARGUMENT FOR INNATE ELEMENTARY GEOMETRIC KNOWLEDGE AND ITS PHILOSOPHICAL IMPLICATIONS
 HELEN DE CHIEZ
 Centre for Logic and Analytical Philosophy
 2007

Arithmetic and the brain
 Stanislas Dehaene¹, Nicolas Mollo, Laurent Cohen and Anna J Wilson
 Current Opinion in Neurobiology 2004, 14, 218-224
 2004

Confusions

Au cours des dernières décennies, une **confusion** s'est installée dans les sciences du cerveau entre

- les concepts
- les mesures (et leurs transformations numériques) et
- les processus physiologiques qui engendrent le phénomène mesuré.

Les limitations des mesures et les notions théoriques qui leur sont associées ont conduit certains auteurs à imaginer des options telles que celles d'un **codage dans le cerveau** de l'espace, du temps, des nombres, de la durée, de la vitesse, de l'accélération, de la géométrie et de l'arithmétique.

Dans les neurosciences du mouvement, des paramètres cinématiques seraient "**encodés**" dans l'activité des neurones. Lorsqu'ils émettent des potentiels d'action, **les neurones "parleraient" une langue** empreinte de notions de mécanique classique.

Pourtant, le mouvement d'un segment du corps n'est que le **produit ultime mesuré**, le résultat de multiples processus qui se déroulent en parallèle dans le cerveau et qui convergent sur les groupes de neurones responsables des contractions musculaires.

A la **structure totalement ordonnée** des valeurs numériques avec lesquelles les positions des segments mobiles sont quantifiées (les mesures), on fait correspondre une structure radicalement différente, une **structure** dynamique, **d'abord diffluente puis confluyente**, dont les éléments, dans le fonctionnement cérébral, sont spatialement distribués et se chevauchent temporellement.

Que se passe-t-il dans le cerveau?

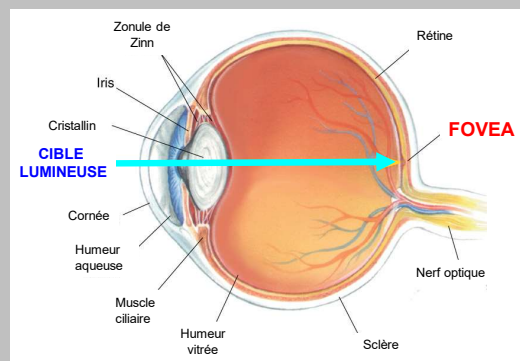
Prenons le cas d'un spot lumineux dans le champ visuel. Aux extrémités du nerf optique, l'excitation rétinienne déclenche un flux d'activité qui se manifeste dans le cerveau comme une sorte d'**explosion arborescente (difffluence)**. L'activité évoquée se propage spatialement distribuée dans de multiples foyers temporellement plus ou moins persistants.

A mesure que l'activité se propage et rejoint les groupes de cellules à l'origine des nerfs moteurs qui innervent les muscles extra-oculaires, cette explosion se transforme en une sorte de **compression (confluence)** dont seule la durée compte.

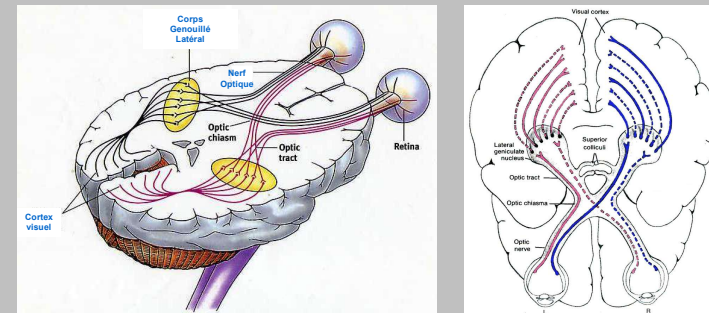
Alors que la trajectoire d'un corps **rigide** (œil ou objet) dans le monde physique peut être mathématiquement décrite comme une courbe sans épaisseur, son corrélat cérébral est "spatialement" et "temporellement" différent : il est **diffusif et élastique**.

L'œil

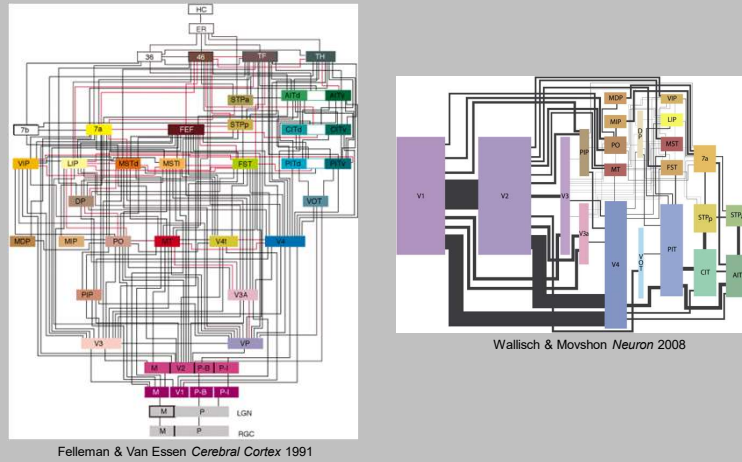
coupe sagittale



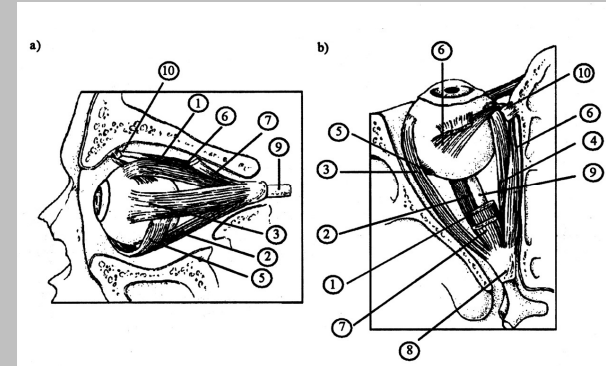
A l'extrémité du nerf optique



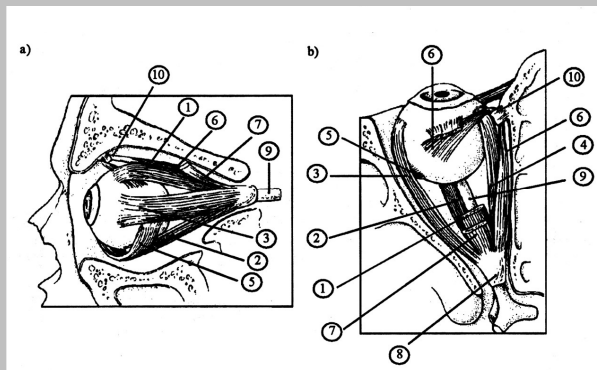
Explosion des signaux visuels:
diffuſſe spatiale et temporelle



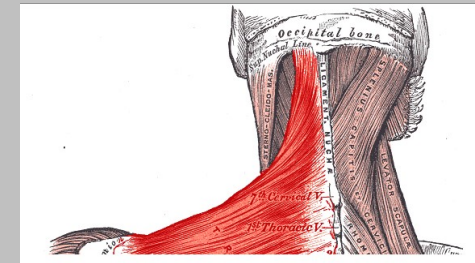
Mais l'œil n'est pas seulement une rétine



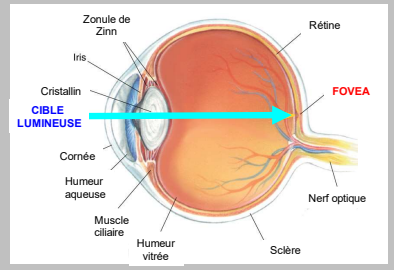
Projection de la cible sur la fovéa
SI & SSI contraction appropriée des muscles extraoculaires
(direction du regard)



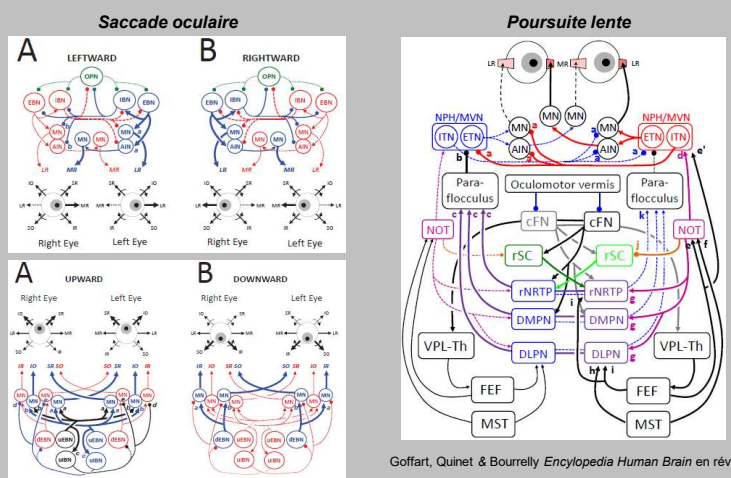
Projection de la cible sur la fovéa
SI & SSI contraction appropriée des muscles du cou
(direction de la tête)



REGARDER UNE CIBLE =
contracter une multitude de muscles



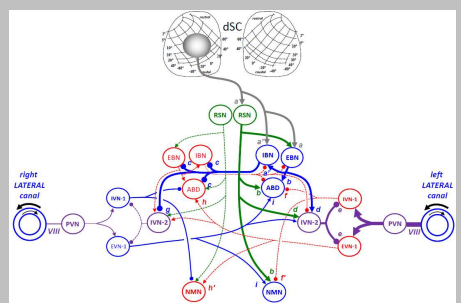
Confluence à l'origine des nerfs oculomoteurs



Goffart, Quinet & Bourrelly *Encyclopedia Human Brain* en révision

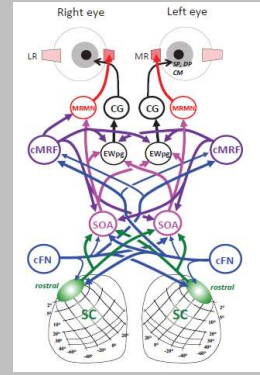
Confluence à l'origine des nerfs oculomoteurs

Orienter les yeux et la tête vers la gauche



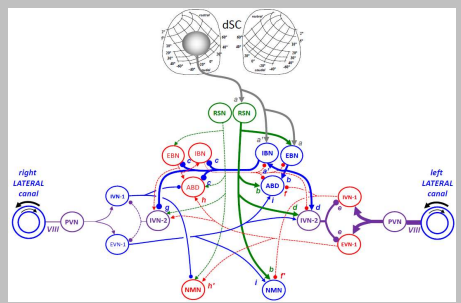
Goffart, Quinet & Bourrelly *Encyclopedia Human Brain* soumis

Regarder une cible qui se rapproche



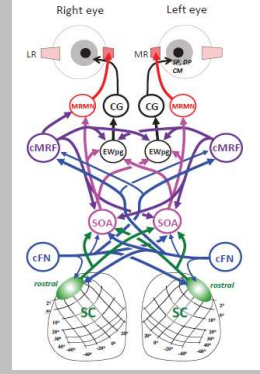
! CE SAVOIR N'A ETE ACQUIS
NI PAR LA **PSYCHOLOGIE**,
NI PAR L'**IMAGERIE CEREBRALE**,
NI PAR LA **MODELISATION COMPUTATIONNELLE**,
MAIS PAR LA NEUROPHYSIOLOGIE ET L'EXPERIMENTATION ANIMALE **!**

Orienter les yeux et la tête vers la gauche



Goffart, Quinet & Bourrelly *Encyclopedia Human Brain* soumis

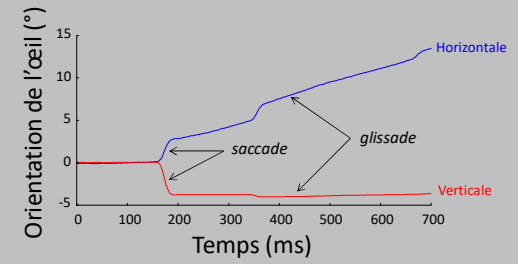
Regarder une cible qui se rapproche



Deux types de mouvement oculaire en réponse au mouvement d'une cible

rapide : saccade
lent : glissade

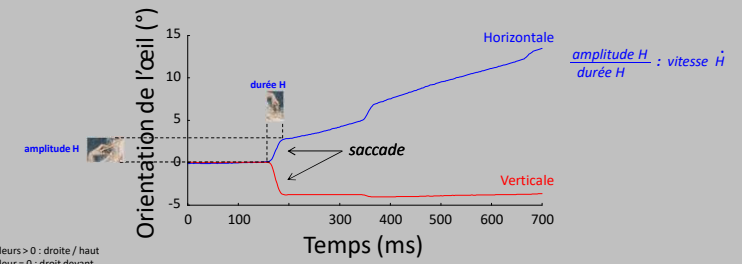
mêmes muscles mais réseaux neuronaux en amont largement distincts



valeurs > 0 : droite / haut
valeur = 0 : droit devant
valeurs < 0 : gauche / bas

Deux types de mouvement oculaire en réponse au mouvement d'une cible

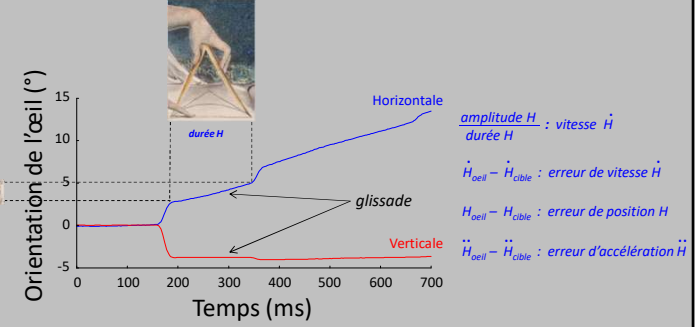
rapide : saccade
lent : glissade



valeurs > 0 : droite / haut
valeur = 0 : droit devant
valeurs < 0 : gauche / bas

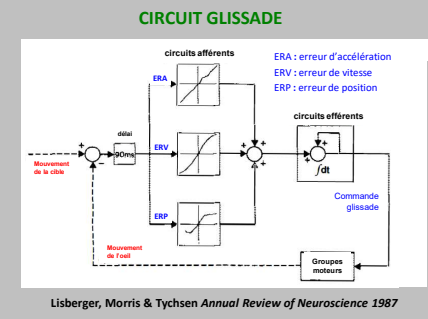
Deux types de mouvement oculaire en réponse au mouvement d'une cible

rapide : saccade
lent : glissade

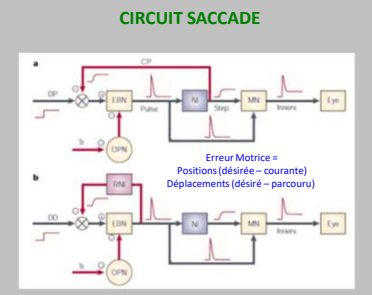


valeurs > 0 : droite / haut
valeur = 0 : droit devant
valeurs < 0 : gauche / bas

Grandeurs physiques et arithmétique dans le cerveau ?



Lisberger, Morris & Tychsen Annual Review of Neuroscience 1987



Sparks Nature Neuroscience Reviews 2002

Quantités physiques et arithmétique dans le cerveau ?

ISOMORPHISME CERVEAU - MODÈLE REMIS EN QUESTION

Mesures cinématiques (spatiales / temporelles)

Erreur de Position
Erreur de Vitesse
Erreur d'Accel.

comportement modèle cerveau

Mesurer et modéliser le mouvement du globe oculaire (corps rigide) avec des notions cinématiques n'implique pas une équivalence dans le cerveau, à savoir que l'activité des neurones "code" (c'est-à-dire *émette des signaux liés à*) l'amplitude, vitesse ou accélération du mouvement de l'œil, et leur différence avec ceux de la cible.

De remettre en question l'isomorphisme entre le cerveau (discours neurophysiologique) et le modèle (discours cybernétique ou computationnel) ne mène pas à une impasse.

Nouvelle théorie

CHAPITRE 115
Laurent GOFFART
De la représentation cérébrale spatio-temporelle distribuée à la capture et au maintien d'un objet visuel en mouvement!
L'avenir de la complexité et du désordre
J.-C.S. Levy & S. Oman (Eds)
pp 267-294, 2018
Editions Matriologiques

Journal of Neurophysiology 120: 3234-3245, 2018

Kinematics and the neurophysiological study of visually-guided eye movements

Progress in Brain Research, vol. 249, 375-384, 2019

Aix-Marseille Université
THÈSE DE DOCTORAT
Université d'Aix-Marseille Université
Le 20 décembre 2022 par
Laurent Goffart
Le cerveau en troupe-l'ail des sciences cognitives : Critique du pléinement dans le fonctionnement cérébral de notions qui lui sont étrangères.

Pas de mouvement = équilibre
Mouvement = restauration d'équilibre

<https://cv.hal.science/laurent-goffart>

Cerveau et mathématiques

Alain Berthoz (2005):
Les mathématiques sont "l'expression de lois et de mécanismes qui sont en opération dans le cerveau" ... "un langage du cerveau sur le cerveau lui-même, c'est-à-dire, puisque le cerveau fait partie du monde physique, [un langage] sur l'Univers et ses lois."

Helen De Cruz (2006):
"La philosophie des mathématiques n'a pas accordé beaucoup d'attention au **contexte biologique** des mathématiques, même s'il va de soi que **les mathématiciens sont des organismes biologiques** et qu'ils produisent des théories et des pratiques mathématiques **avec leur cerveau.**"

Jean-Pierre Changeux (1989):
"Les mathématiques sont **dans le cerveau du mathématicien**, en particulier **dans sa mémoire à long terme.**"

Stanislas Dehaene (2010):
"Les nombres, comme tous les objets mathématiques, sont des constructions mentales dont les racines plongent ... dans **l'adaptation du cerveau humain aux régularités de l'univers.**"

Stanislas Dehaene (2012):
"Tous les cerveaux humains reçoivent en partage, **dès la naissance**, des représentations mentales sophistiquées, indépendantes du langage que l'on peut qualifier de «proto-mathématiques». Au cours de son évolution, **notre cerveau a été doté de représentations élémentaires de l'espace, du temps et du nombre**, que nous partageons avec de nombreuses autres espèces animales, et qui sont **au fondement de nos intuitions mathématiques.**"

Culture et mathématiques

En réduisant l'esprit au cerveau, le développement intellectuel au développement cérébral, beaucoup auteurs ont confondu le fonctionnement cérébral d'un individu et l'évolution historique et collective d'un discours scientifique mémorisé dans des livres (stockés dans des bibliothèques) et obéissant à une logique booléenne. Rien ne nous autorise à imaginer que le fonctionnement cérébral soit soumis à de pareilles contraintes.

Sylvain Auroux (1998)
Des structures cognitives sont externes à l'individu. Elles "dépendent d'instruments externes (livres, bibliothèques, instruments de calcul et d'observation, etc.) ainsi que de structures sociales de productions et de cumulation des connaissances (encyclopédies, sociétés savantes etc.) ... la connaissance est un processus tout à la fois matériel, social et collectif, jamais limité, enfermé, préservé ou produit par des compétences individuelles qui n'en concernent que des moments et des fragments"

Fernand Doridot & Marco Panza 2004b
"les hommes qui ... parviennent à constituer des objets abstraits, et constituent de ce fait des théories mathématiques, sont ... **des hommes au pluriel**, des hommes concrets **agissant dans des conditions historiquement déterminées**, et non pas des sortes d'excroissances d'un «sujet cognitif»".

Fernand Doridot & Marco Panza 2004a
"La constitution d'une théorie mathématique est un fait historique ... elle est l'affaire de quelques mathématiciens travaillant en conditions déterminées plutôt que la réalisation d'un processus cognitif propre à l'espèce. Et si, ..., il en est ainsi, alors **seule l'histoire peut rendre compte de cette constitution et l'expliquer** ... La constitution d'une théorie mathématique nous semble **difficilement concevable autrement** que comme un processus historique, tout au moins historiquement situé et déterminé"

Au sujet du codage de l'espace et des nombres dans le cerveau, comment fait-on pour objectiver l'idée que ces choses prendraient naissance dans le cerveau ?

DE GRUYTER Neuroforum 2022, 4(4)
 2022
 Review article
 Stefan Dowiash, Andre Kaminiarz and Frank Bremmer*
The visual representation of space in the primate brain

Space, time, and number in the brain
 It might come as a surprise to consider space, time, and number together in a review on spatial perception. Yet, there is good reason to consider all three terms as being highly interwoven. Indeed, there is considerable evidence that space, time, and number are part of a **holist that humans share with other non-human animals** (Dehaene and Brannon, 2011). In all three domains, the **nervous system must encode and compute quantities**. The question arises if a common set of coding and computational mechanisms underlie quantity manipulations in all three domains? And if the different systems share similar or even the same brain circuitry? Actually, there is evidence that parietal cortex might be key to answer these questions (Baeti and Walsh, 2009).

Eye movements affect spatial, temporal, and numerical perception
 We have detailed above that eye movements induce characteristic misperceptions of space. One of these illusions was a compression of perceived space. If space, time, and number were treated similarly at the neural level, saccades should also modulate **temporal and numerical perception**. This is, indeed, what behavioral experiments have shown.

Compression of visual space before saccades
 John Ross¹, M. Concetta Morrone¹ & David C. Burr^{1,2}†

Saccadic eye movements cause compression of time as well as space
 M Concetta Morrone¹, John Ross² & David Burr^{3,4}
Nature Neuroscience 2005

Saccades compress space, time and number
 David C. Burr^{1,2,3}, John Ross², Paola Binda^{4,5} and M. Concetta Morrone^{6,7}
Trends in Cognitive Sciences 2010

Correspondences
Eye position predicts what number you have in mind
 Tobias Loetscher^{1,2}, Christopher J. Buckisch^{2,3}, Michael E.R. Nicholls¹ and Peter Brugger²
Current Biology 2010

Recruitment of an Area Involved in Eye Movements During Mental Arithmetic
 André Knops^{1,2,3*}, Bertrand Thirion^{2,4}, Edward M. Hubbard^{1,2,3}, Vincent Michel^{1,2,3,4} Stanislas Dehaene^{1,2,3,5}
Science 2009

Trends in Cognitive Sciences
 Review
 The Evolutionary History of Brains for Numbers
 Andreas Nieder^{1,*}
Trends in Cognitive Sciences 2021

REVIEW
 Neuroethology of number sense across the animal kingdom
 Andreas Nieder
Journal of Experimental Biology 2021

Review
 The Adaptive Value of Numerical Competence
 Andreas Nieder^{1,*}
Trends in Ecology and Evolution 2020

Available online at www.sciencedirect.com
ScienceDirect
 Current Opinion in **Neurobiology**
Neural constraints on human number concepts
 Andreas Nieder
Current Opinion Neurobiology 2020

Evolution of cognitive and neural solutions enabling numerosity judgements: lessons from primates and corvids
 Andreas Nieder
Philosophical Trans/ Royal Soc. 2017

Letter
 Number Faculty Is Rooted in Our Biological Heritage
 Andreas Nieder^{1,*}
Trends in Cognitive Sciences 2017

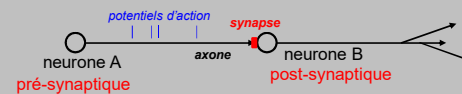
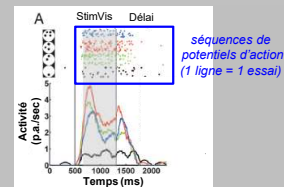
The neuronal code for number
 Andreas Nieder
Nature Reviews Neuroscience 2016

REVIEW
Coding of abstract quantity by 'number neurons' of the primate brain
 Andreas Nieder
Journal of Comparative Physiology 2013

Representation of Number in the Brain
 Andreas Nieder¹ and Stanislas Dehaene²
Annual Review Neuroscience 2009

A parieto-frontal network for visual numerical information in the monkey
 Andreas Nieder^{*} and Earl K. Miller
PNAS 2004

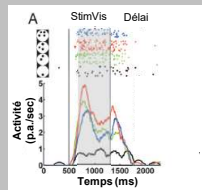
Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex
 Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*
PNAS 2007



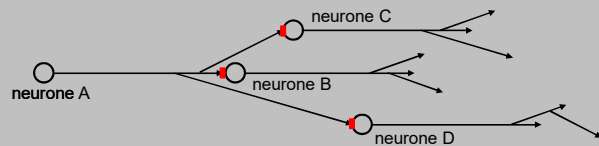
Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

PNAS 2007



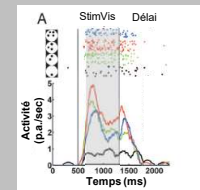
1 neurone (A) contacte plusieurs neurones post-synaptiques (B, C et D)



Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

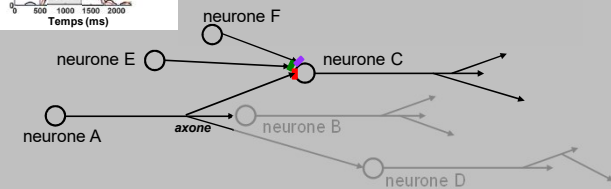
Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

PNAS 2007



1 neurone (A) contacte plusieurs neurones post-synaptiques (B, C et D)

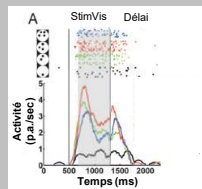
1 neurone (C) est contacté par plusieurs neurones pré-synaptiques (A, Aa et Ab)



Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

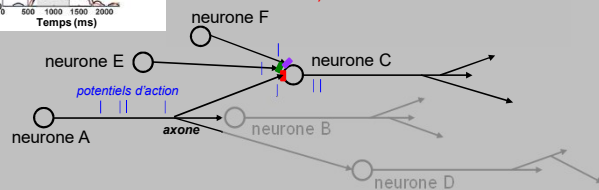
PNAS 2007



1 neurone (A) contacte plusieurs neurones post-synaptiques (B, C et D)

1 neurone (C) est contacté par plusieurs neurones pré-synaptiques (A, Aa et Ab)

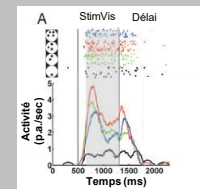
La probabilité qu'un neurone (C) émette des potentiels d'action dépend de la quasi-simultanéité des potentiels pré-synaptiques (lorsque l'action est excitatrice).



Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

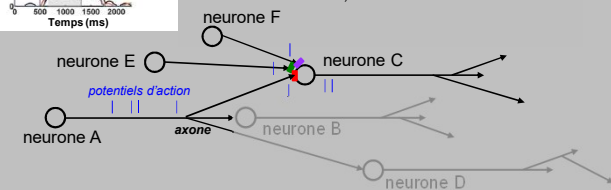
PNAS 2007



1 neurone (A) contacte plusieurs neurones post-synaptiques (B, C et D)

1 neurone (C) est contacté par plusieurs neurones pré-synaptiques (A, Aa et Ab)

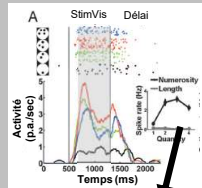
La probabilité qu'un neurone (C) émette des potentiels d'action dépend de la quasi-simultanéité des potentiels pré-synaptiques (lorsque l'influence est excitatrice). Il existe aussi des influences inhibitrices.



Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

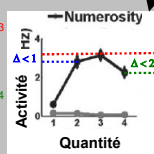
Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

PNAS 2007



Entre Q=2 et Q=3
 $\Delta(2,3) < 1$ pa/s
 0,1 pa/100 ms
 0,6 pa/600 ms

Entre Q=3 et Q=4
 $\Delta(3,4) < 2$ pa/s
 0,2 pa/100 ms
 1,2 pa/600 ms

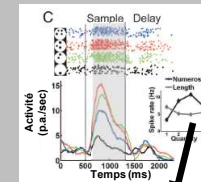
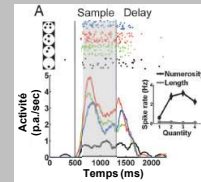


Parmi la multitude de potentiels d'action qu'ils reçoivent d'autres neurones pendant 600 millisecondes, comment les neurones post-synaptiques font-ils pour distinguer le potentiel d'action émis par ce neurone qui permette au singe de produire une réponse différente selon qu'il y a 2, 3 ou 4 stimuli dans le champ visuel ?

Neuronal population coding of continuous and discrete quantity in the primate posterior parietal cortex

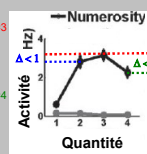
Oana Tudusciuc and Andreas Nieder*

PNAS 2007

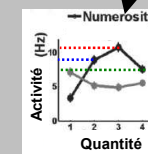


Entre Q=2 et Q=3
 $\Delta(2,3) < 1$ pa/s
 0,1 pa/100 ms
 1 pa/600 ms

Entre Q=3 et Q=4
 $\Delta(3,4) < 2$ pa/s
 0,2 pa/100 ms
 1,2 pa/600 ms



Parmi la multitude de potentiels d'action qu'ils reçoivent d'autres neurones pendant 600 millisecondes, comment les neurones post-synaptiques font-ils pour distinguer les 1-3 potentiels d'action émis par ce neurone et permette au singe de produire une réponse différente selon qu'il y a 2, 3 ou 4 stimuli dans le champ visuel ?



Entre Q=2 et Q=3
 $\Delta(2,3) = 2$ pa/s
 0,2 pa/100 ms
 1,2 pa/600 ms

Entre Q=3 et Q=4
 $\Delta(3,4) = 4$ pa/s
 0,4 pa/100 ms
 2,4 pa/600 ms

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS BIOLOGY

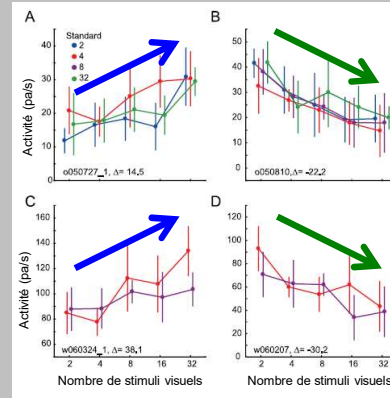
Monotonic Coding of Numerosity in Macaque Lateral Intraparietal Area

2007

Jamie D. Roitman^{1*}, Elizabeth M. Brannon^{2,3}, Michael L. Platt^{1,3}

¹ Department of Neurobiology, Duke University, Durham, North Carolina, United States of America, ² Department of Psychology and Neuroscience, Duke University, Durham, North Carolina, United States of America, ³ Center for Cognitive Neuroscience, Duke University, Durham, North Carolina, United States of America

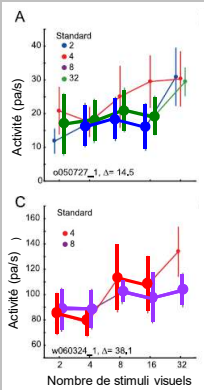
neurones "accumulateurs" neurones "décumulateurs"



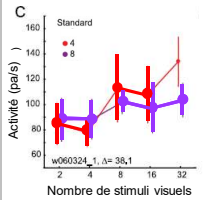
Roitman, Brannon & Platt PLOS Biol 2007



Comment les neurones **post-synaptiques** font-ils pour distinguer si 4, 8 ou 16 stimuli ont été présentés dans le champ de réponse de ce neurone "comptable"?



A :
Pendant la tâche 32, les neurones post-synaptiques ne reçoivent pas de signal leur permettant de distinguer si 2-4-8 ou 16 stimuli furent présentés dans le champ de réponse du neurone enregistré.
Pendant la tâche 2, ils ne reçoivent pas de signal leur permettant de distinguer si 4, 8 ou 16 stimuli furent présentés

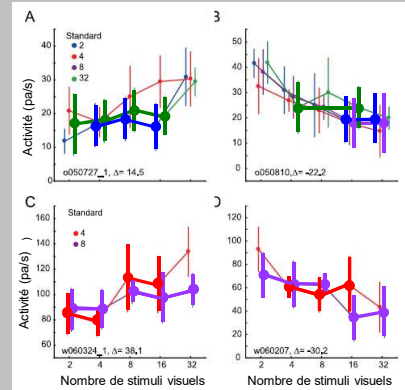


C :
Pendant la tâche 8, les neurones post-synaptiques ne reçoivent pas de signal leur permettant de distinguer si 8-16 ou 32 stimuli furent présentés dans le champ de réponse du neurone enregistré. Ils ne reçoivent pas non plus de signal leur permettant de distinguer si 2 ou 4 stimuli furent présentés.
Pendant la tâche 4, ils ne reçoivent pas de signal leur permettant de distinguer si 8 versus 16 (ou 2 vs 4) stimuli furent présentés.

Comment les neurones **post-synaptiques** font-ils pour distinguer si 8, 16 ou 32 stimuli ont été présentés dans le champ de réponse de ce neurone "comptable"?
Comment font-ils pour distinguer si 2 ou 4 stimuli ont été présentés?

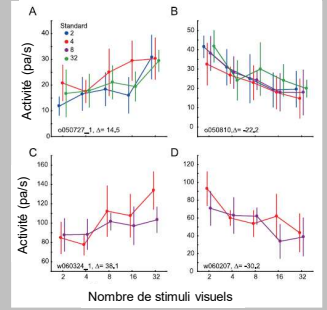


Roitman, Brannon & Platt PLOS Biol 2007



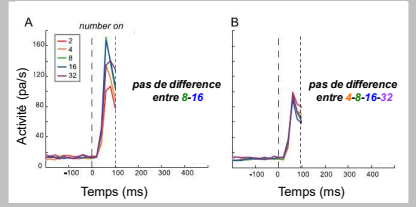
Roitman, Brannon & Platt PLOS Biol 2007

neurones "accumulateurs" neurones "décumulateurs"

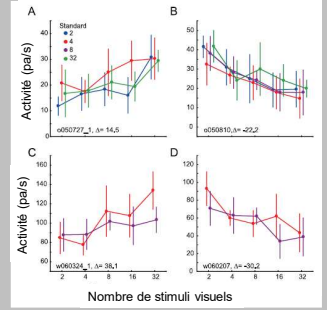


Roitman, Brannon & Platt PLOS Biol 2007

Population de 14 neurones "accumulateurs" Population de 17 neurones "décumulateurs"

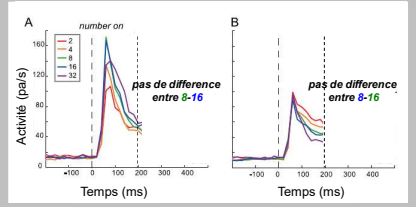


neurones "accumulateurs" neurones "décumulateurs"



Roitman, Brannon & Platt PLOS Biol 2007

Population de 14 neurones "accumulateurs" Population de 17 neurones "décumulateurs"



neurones "accumulateurs" neurones "décumulateurs"

Roitman, Brannon & Platt *PLOS Biol* 2007

Population de 14 neurones "accumulateurs" Population de 17 neurones "décumulateurs"

Il faut attendre 400 ms pour discerner les courbes.
 Les neurones post-synaptiques ne reçoivent des signaux distincts que si ils accumulent le nombre de potentiels d'action des neurones de LIP pendant 400 ms à condition que les potentiels d'action qu'ils reçoivent d'autres neurones ne viennent pas brouiller l'intégration.

Comment les neurones post-synaptiques font-ils pour distinguer
 - les potentiels d'action émis par les neurones "comptables" (LIP)
 - de ceux émis par une multitude d'autres neurones ?

Bien que largement discutable, une corrélation entre le taux de d'émission de potentiels d'action des neurones et un événement externe (nombre d'éléments dans le champ visuel) n'implique pas nécessairement que les potentiels d'action contribuent à une réponse comportementale.

Pharmacological inactivation does not support a unique causal role for intraparietal sulcus in the discrimination of visual number

Nicholas K. DeWind^{1,2}, Jiyun Peng², Andrew Luo³, Elizabeth M. Brannon¹, Michael L. Platt^{1,4,5}

PLOS One 2017

Tâches de discrimination

Number Task

Color Task

Singe libre de faire plusieurs saccades

Regarder là où il y avait le plus grand nombre de billes rouges

Regarder là où les billes de couleur plutôt rouge

DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt *PLOS One* 2017

VIP ne participe pas à la "comptabilité" visuelle

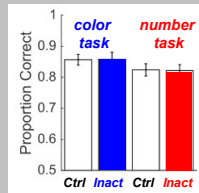
Inactivation de VIP

DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt *PLOS One* 2017

Pas d'effet → réfutation de l'hypothèse d'Andreas Nieder

VIP ne participe pas à la "comptabilité" visuelle

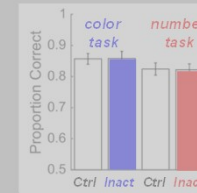
Inactivation de VIP



DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt PLOS One 2017

Pas d'effet → réfutation de l'hypothèse d'Andreas Nieder

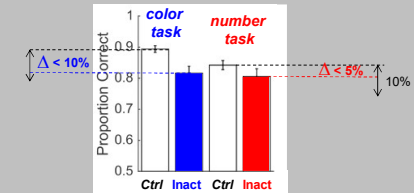
Inactivation de VIP



DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt PLOS One 2017

Pas d'effet → réfutation de l'hypothèse d'Andreas Nieder

Inactivation de LIP



Logique fallacieuse

Selon DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt (2017),

SI les aires LIP et VIP sont spécialisées dans le traitement du nombre d'items visuels, **ALORS** l'inactivation de l'une ou de l'autre de ces aires devrait provoquer un plus grand déficit dans une tâche de distinction numérique que dans une tâche de distinction de couleurs.
→ Nous avons vu que ce n'est pas le cas

Au lieu de rejeter leur prémisses et de conclure les aires LIP et VIP ne jouent aucun rôle dans le traitement du nombre d'items visuels, ils enchainent sur une autre déduction :

SI l'inactivation entraîne des déficits similaires dans les deux tâches (numérique et couleurs) **ALORS** le traitement numérique dans ces aires LIP et VIP n'est que la signature d'un circuit à usage général pour la comparaison ordinale, l'attention visuelle ou la prise de décision perceptive

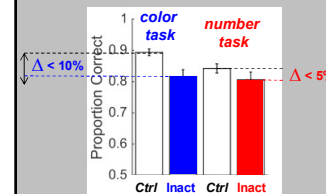


Surenchère cognitiviste :

- comparaison ordinale,
- attention visuelle
- prise de décision perceptive

Explication plus simple

Inactivation de LIP



DeWind, Peng, Luo, Brannon & Platt PLOS One 2017

Les légères baisses de performance de 8% (discrimination des couleurs) et de 4% (discrimination quantitative) peuvent simplement résulter d'une légère déficience visuelle (diplopie, divergence oculaire, etc. ?).

Journal of Neurophysiology

Neurons in Monkey Parietal Area LIP Are Tuned for Eye-Movement Parameters in Three-Dimensional Space

JAMES W. GNADT AND LAWRENCE E. MAYS
Department of Neurobiology and Behavior, State University of New York at Stony Brook, Stony Brook, New York 11794; and Department of Physiological Optics, School of Optometry, University of Alabama at Birmingham, Birmingham, Alabama 35294

Journal of Neurophysiology 1995

Conclusion

L'implication du cortex cérébral pariétal dans une "cognition" numérique ne repose sur aucune preuve.

Les études d'imagerie cérébrale chez l'Homme ne disent rien de l'activité des neurones. Le signal IRMF-BOLD reflète l'activité pré-synaptique plutôt que l'émission de potentiels d'action des neurones (Lippert et al. *Magnetic Resonance Imaging* 2010).

Au cours des dernières décennies, une confusion s'est installée dans les sciences du cerveau entre

- les mesures (et leurs transformations numériques) et
- les processus physiologiques qui engendrent le phénomène mesuré.
- les concepts

Les limitations des mesures et les notions théoriques qui leur étaient maladroitement associées ont conduit certains auteurs à imaginer des options nativistes et évolutionnistes, comme celles d'un codage dans le cerveau de l'espace, du temps, des nombres, de la géométrie et de l'arithmétique.

Les neurosciences ont négligé le fait qu'une **multitude de structures cognitives** sont **externes** à l'individu, les *"instruments externes (livres, bibliothèques, instruments de calcul et d'observation...)* et les **structures sociales de productions et de cumulation des connaissances (encyclopédies, sociétés savantes etc.)" (Sylvain **Aurox** 1998).**

"Les hommes qui ... parviennent à constituer des objets abstraits, et constituent de ce fait des théories mathématiques, sont ... des **hommes au pluriel**, des hommes concrets **agissant dans des conditions historiquement déterminées**, et non pas des sortes d'excroissances d'un «sujet cognitif». "La constitution d'une théorie mathématique nous semble difficilement concevable autrement que comme **un processus historique**, tout au moins **historiquement situé et déterminé**" (Fernand **Doridot** & Marco **Panza** 2004).

Remerciements

Gabriella CROCCO
Igor LY

Giuseppe DI LIBERTI
Pascal TARANTO

Julie HUMEAU
Sylvie PONS

Philippe ABGRALL
Marie ANGLADE
Éric AUDUREAU
Julien BERNARD
Gabriella CROCCO
Isabelle KOCH
Igor LY
Baptiste MORIZOT

Michel LE DU
Thierry ROLLAND

les doctorants du
CEPERC et du CGGG

