

Neurobiologie du développement du langage et des fonctions cognitives

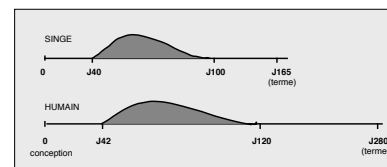
M. Habib

Plan

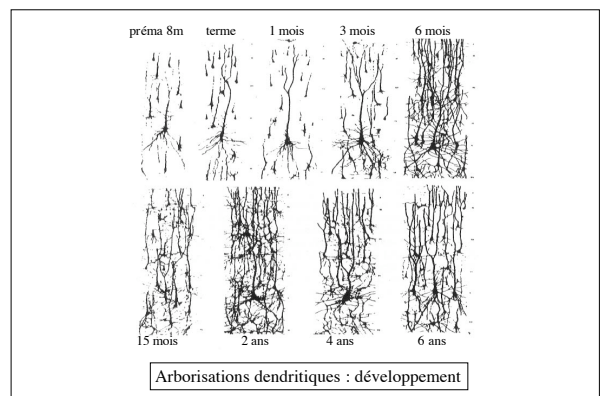
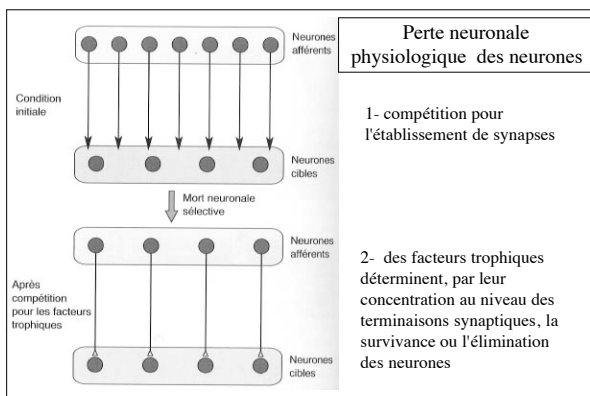
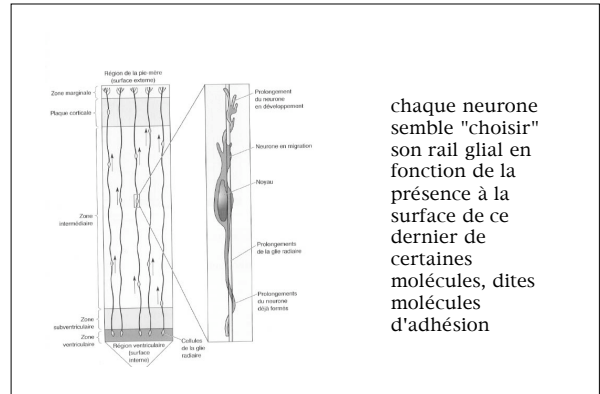
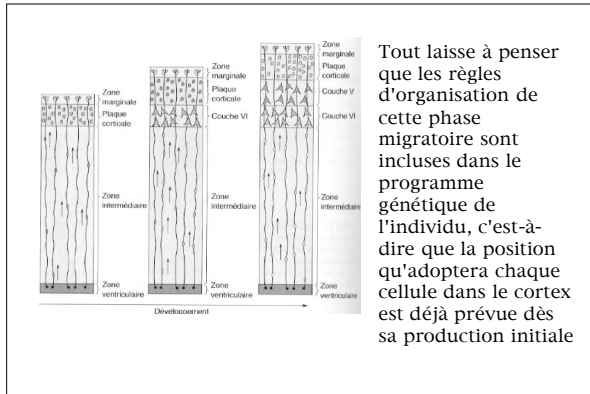
- I/ Résumé des étapes de la maturation du système nerveux
- II/ Mécanismes de l'apprentissage du langage
- III/ Hémisphères et latéralisation
- IV/ Développement du cerveau et apprentissage : trois exemples :
 - Le cerveau des musiciens : un modèle pour la compréhension des mécanismes d'apprentissage
 - Le syndrome de Williams : un modèle pour l'intervention de facteurs génétiques
 - Rôle de la langue maternelle

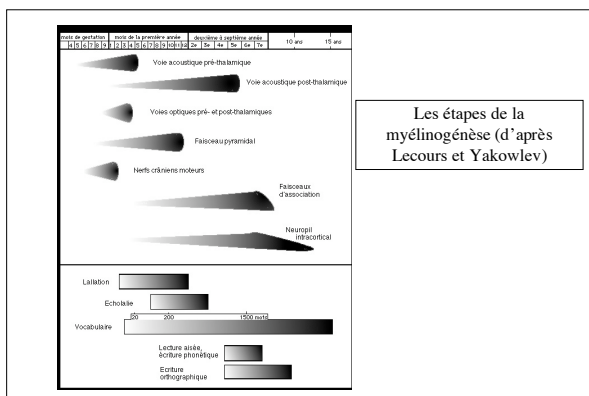
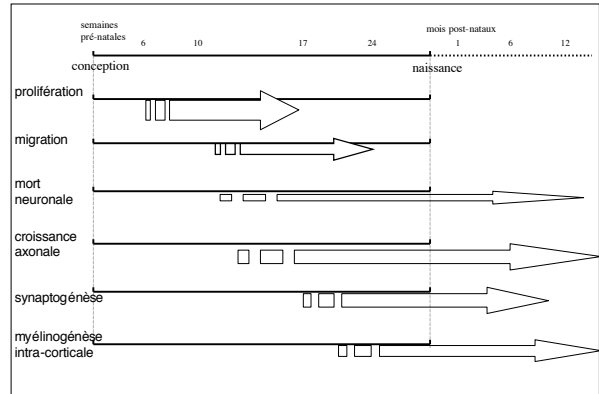
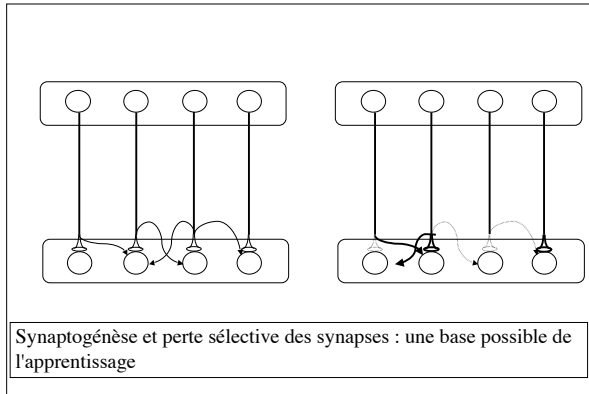
I/ Les étapes de la maturation du système nerveux

- Prolifération
- Migration
- Établissement des connexions et mort neuronale
- Pousse dendritique et élimination des synapses
- Myélinogénèse
- Rôle de l'expérience sur le développement cérébral



phase de prolifération neuronale





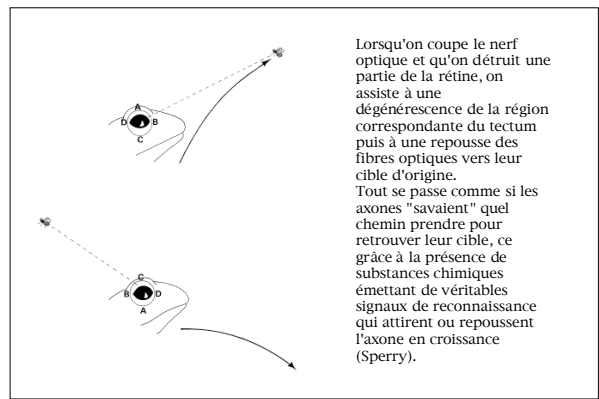
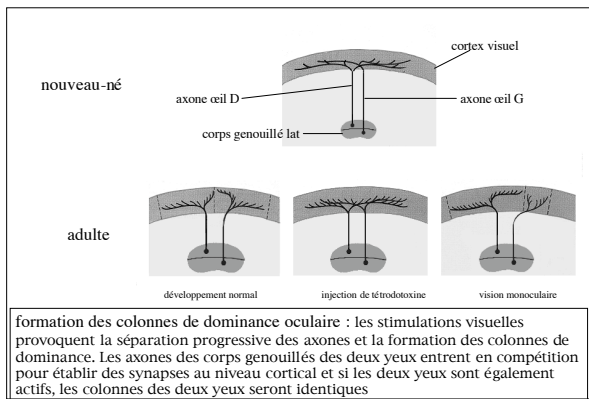
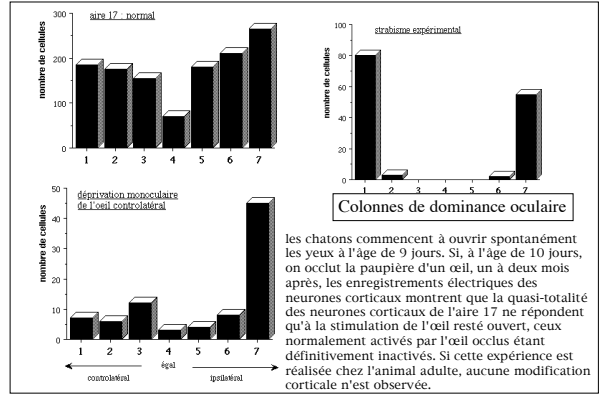
Rôle de l'expérience sur le développement cérébral

- Rôle de « l’empreinte » néo-natale (les oies de Konrad Lorenz, les canards colverts choisissent leur partenaire dans la même espèce)
- La privation visuelle peut conduire à la cécité : non utilisation du système visuel pendant une période critique (chat : quelques semaines, primates, 6 mois) provoque une cécité définitive
- La privation monoculaire donne une réorganisation des colonnes de dominance
- Idem pour strabisme expérimental

Effet de l'isolement perceptif

Expérience célèbre de Blakemore et Cooper (1970) sur des chatons. Exposition à un environnement de barres horizontales ou verticales - 5 heures par jour pendant deux semaines.

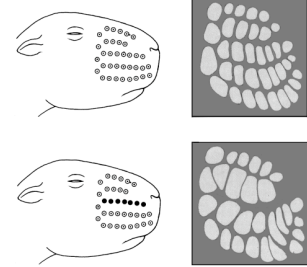
Après 5 mois, tests: les chatons sont aveugles aux stimuli qu'ils n'ont jamais vu (du moins n'y portent pas attention). De plus absence de neurones dans le cortex visuel sensibles aux orientations qu'ils n'ont jamais vues.



Il existe un gradient de concentration d'une substance (dénommée TOP_{DV} (pour Topographie / dorso-ventral) , à la fois sur l'axone d'origine rétinienne en croissance et sur leur cible tectale, qui semble pouvoir déterminer la spécificité des connexions rétino-tectales. La concentration de TOP_{DV} est 30 fois plus importante dans les neurones de la rétine dorsale que dans ceux de la rétine ventrale, et 10 fois plus importante dans le tectum ventral que dans le tectum dorsal.

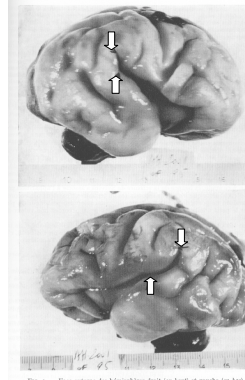
Ainsi, les processus neurobiologiques gèrent de la manière la plus "économique" possible une caractéristique anatomo-fonctionnelle du développement nerveux, faisant économiser une quantité considérable d'information qui n'a pas besoin d'être codée génétiquement.

autre exemple : le cortex somesthésique des vibrisses du museau des rongeurs. Au niveau du cortex, chaque vibrisse est représentée sous la forme d'un groupement de neurones alignés en colonnes ou "barils". Les barils ne se différencient qu'à partir du 4^{ème} 5^{ème} jour après la naissance. Si on coupe les vibrisses à la naissance, la formation des barils est définitivement perdue pour l'animal. Si une partie seulement des vibrisses est coupée, les barils correspondants ne se forment pas, mais les barils restants viennent occuper la place laissée vacante par les barils non formés

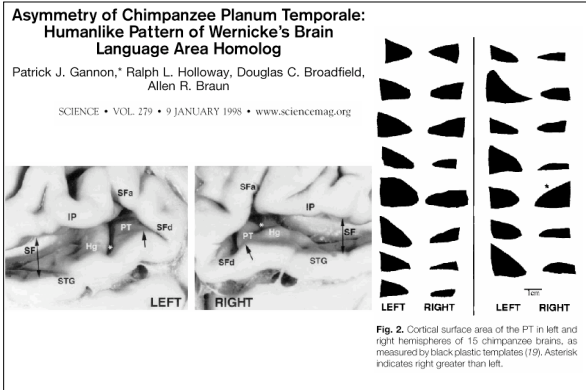


II/ Mécanismes de l'apprentissage du langage

- N. Chomsky et la grammaire universelle
- preuves d'un caractère génétique
- Apprendre c'est perdre : quelques exemples
 - Cas des oiseaux chanteurs
 - Perception des sons du langage chez l'enfant
 - Confirmations électrophysiologiques (G. Dehaene)
 - Cas des enfants bilingues



Teszner et al., 1972 : asymétrie du planum déjà présente sur un cerveau de fœtus à terme



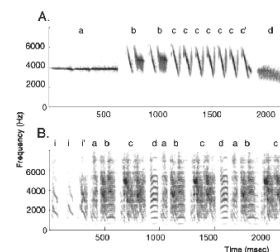
Prédispositions innées en perception et production

- Très tôt après la naissance, les enfants répondent à des différences entre unités phonétiques, même dans les langues autres que la langue maternelle
- Ils distinguent de très fins changements (p/b, b/g, ou r/l)
- En outre, ils présentent, comme les adultes, le phénomène de perception catégorielle
- Ce phénomène est présent dès la naissance, y compris pour des sons d'autres langues que leur langue maternelle
- Cette même capacité a été démontrée chez d'autres mammifères (chinchilla et singe).

L'apprentissage perceptif chez l'homme et les modèles animaux

- Avant l'âge de 6 mois, l'enfant discrimine les unités phonétiques de tous les langages testés
- Autour de six mois (en fait peut-être depuis la naissance pour certains traits prosodiques), il devient capable de distinguer les caractéristiques de sa langue maternelle parmi d'autres (prototypes phonétiques de la langue)
- Vers 9 mois, il reconnaît les accents et les règles de combinaison des unités phonémiques
- A partir de 12 mois, il n'est plus sensible aux contrastes phonétiques autres que ceux de sa langue, y compris ceux qu'il distinguait auparavant
- En fait à 1 an, possède le pattern adulte : exemples des locuteurs anglais face aux contrastes Hindi et des Japonais face aux distinctions /r/ - /l/ de l'Américain.

Exemples de chants d'oiseaux

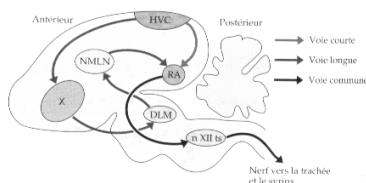
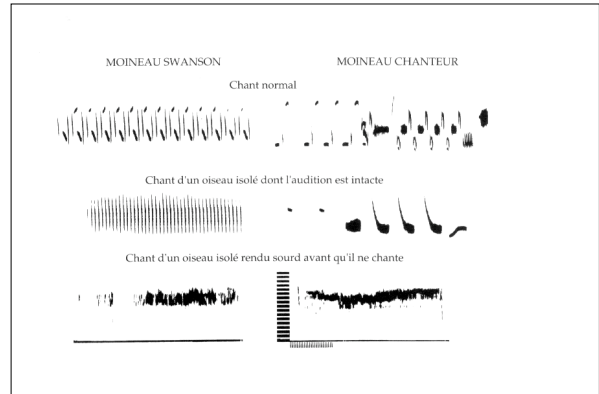


Moineau à couronne blanche (notes formant une phrase)

« zebra finch » : qualité spectrale proche de la parole humaine, séquence de syllabes organisées en motifs

Oiseaux chanteurs : un modèle pour le développement du langage humain

- Le développement du chant dépend de l'exposition à des sons pendant des étapes particulières du développement
- Seuls les mâles chantent, selon plusieurs étapes
 - Exposition initiale d'un oiseau modèle ou tuteur
 - Période d'approximations successives du chant
 - Cristallisation sous forme permanente
- Oiseaux rendus sourds ou élevés en isolation acoustique développent un chant anormal
- Mais développent un chant normal si on leur fait entendre des vocalisations typiques de l'espèce durant une période critique précoce (mais pas plus tard)
- Démontrent une préférence innée pour les vocalisations de sa propre espèce



Système de contrôle vocal des oiseaux chanteurs (canari)

Système latéralisé (suppression du chant par section du nerf hypoglosse gauche et par lésion des noyaux)
Dimorphisme sexuel (asymétries chez les mâles, réversible après manipulation hormonale)

MRI analysis of an inherited speech and language disorder: structural brain abnormalities

K. E. Watkins,¹ F. Varughese,¹ J. Ashburner,¹ R. E. Passingham,¹ A. Connelly,² K. J. Friston,³ R. S. J. Frackowiak,¹ M. Mishkin¹ and D. G. Giedd¹

¹Department of Cognitive Neuroscience, Institute of Psychiatry, London, UK; ²Department of Child Health, Institute of Child Health, University College London Medical School, London, UK; ³Department of Experimental Psychology, University of Oxford, Oxford, UK and ⁴Laboratory of Neurophysiology, National Institutes of Mental Health, Bethesda, Maryland, USA

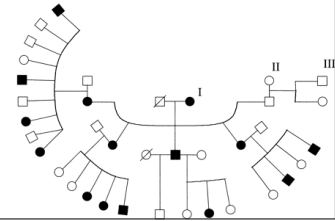
NATURE | 14 AUGUST 2002 | doi:10.1038/nature01025 |

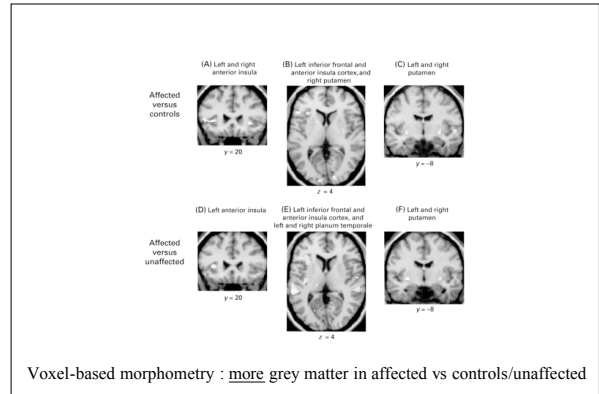
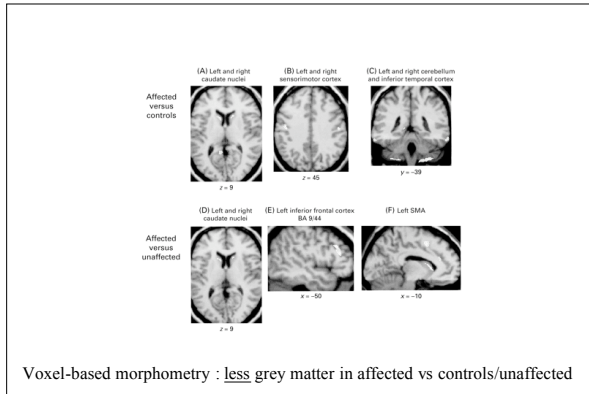
Molecular evolution of *FOXP2*, a gene involved in speech and language

Wolfgang Enard,¹ Molly Przeworski,¹ Simon E. Fisher,¹ Cecilia S. L. Lai,¹ Victor Weller,¹ Takashi Kitano,¹ Anthony P. Monaco¹ & Svante Pääbo¹

¹Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig 04103, Germany; ²Wellcome Trust Centre for Human Genetics, University of Oxford, Oxford OX1 3PS, UK

Language is a uniquely human trait likely to have been a prerequisite for the development of human culture. The ability to develop articulated speech relies on capabilities, such as fine control of the larynx and mouth, that are absent in chimpanzees and other great apes. *FOXP2* is the first gene relevant to the human ability to develop language. A point mutation in *FOXP2* co-segregates with a disorder in a family in which half of the members have severe articulation difficulties accompanied by linguistic and grammatical impairment. This gene is disrupted by translocation in an unrelated individual who has a similar disorder. Thus, two functional copies of *FOXP2* seem to be required for acquisition of normal spoken language. We sequenced the complementary DNAs that encode the *FOXP2* protein in the chimpanzee, gibbon, orang-utan, rhesus macaque and mouse, and compared them with the human cDNA. We also investigated intraspecific variation of the human *FOXP2* gene. Here we show that human *FOXP2* contains changes in amino-acid coding and a pattern of nucleotide polymorphism, which strongly suggest that this gene has been the target of selection during recent human evolution.



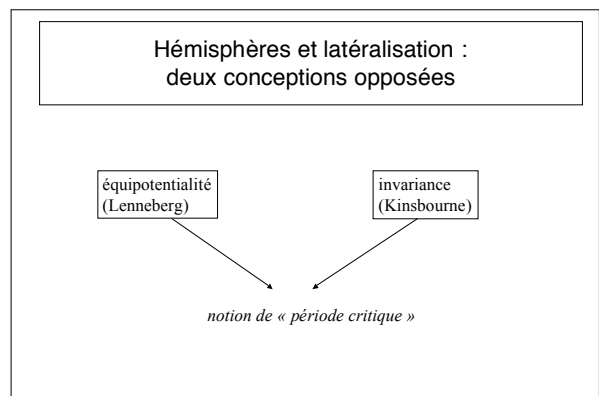


III/ Hémisphères et latéralisation

- 1°) Equipotentialité et invariance
 - equipotentialité (Lenneberg) : les deux hémisphères du cerveau de l'enfant ont, à la naissance, une potentialité égale de recevoir le langage et que l'hémisphère gauche se spécialisait progressivement ensuite pour aboutir aux rapports qu'entretient le cerveau adulte avec le langage
 - invariance (Kinsbourne) : la latéralisation des fonctions cérébrales est un phénomène inné qui ne fait que se préciser avec l'âge.
- 2°) La question de l'âge critique:

Lenneberg (1967) : après la puberté, il est beaucoup plus difficile d'acquérir une deuxième langue

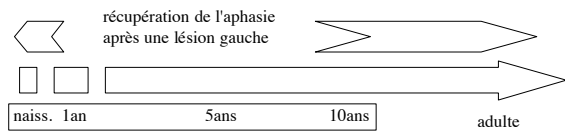
=> les deux hémisphères sont tous deux capables de traiter du langage jusqu'à l'âge de 3 à 5 ans. A partir de l'âge de 10 ans, l'hémisphère droit deviendrait lui-même plus spécialisé et commencerait à perdre la capacité de s'adapter, capacité qui serait pratiquement disparue à partir de 14 ans⁴
- 3°) Spécialisation précoce des hémisphères



Notion de période critique : les preuves

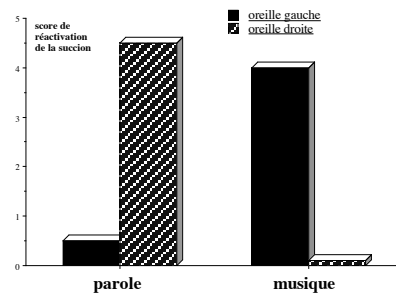
- Cas classiques d'enfants en isolation sociale (Genie, etc...)
- Conséquences sur le langage de lésions cérébrales plus ou moins précoces
- Langues secondes apprises après 13 ans sont toujours parlées avec un accent; compréhension et usage des règles grammaticales sont toujours moins bien réalisées dans une deuxième langue apprise tard (après 11 - 12 ans), quel que soit le temps passé depuis l'immigration.
- Comparaison d'adultes sourds ayant appris l'ASL depuis la naissance, entre 4 et 6 ans ou après l'âge de 12 ans montre une régression des performances en production et compréhension de la grammaire de l'ASL

L'hémisphère gauche se spécialise progressivement au cours de l'enfance



explication : rôle de l'hémisphère droit?

+ organisation intra-hémisphérique?



CEREBRAL SPECIALIZATION FOR SPEECH AND NON-SPEECH STIMULI IN INFANTS

G. Dehaene-Lambertz*

Early cerebral specialization and lateralization for auditory processing in 4-month-old infants was studied by recording high-density evoked potentials to acoustical and phonetic changes in series of repeated stimuli (either tones or syllables). Mismatch responses to these stimuli exhibit a distinct topography suggesting that different neural networks within the temporal lobe are involved in the perception and representation of the different features of an auditory stimulus. These data confirm that specialized modules are present within the auditory cortex very early in development. However, both for syllables and continuous tones, higher voltages were recorded over the left hemisphere than over the right with no significant interaction of hemisphere by type of stimuli. This suggests that there is no greater left hemisphere involvement in phonetic processing than in acoustic processing during the first months of life.

<http://www.chess.fr/centres/lscp/persons/ghis/>

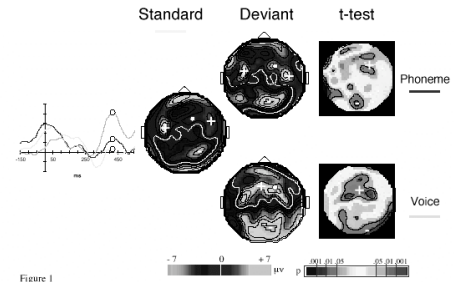
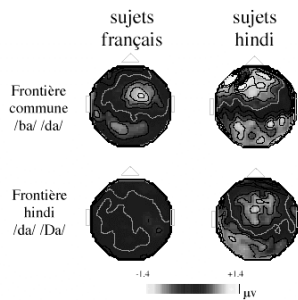


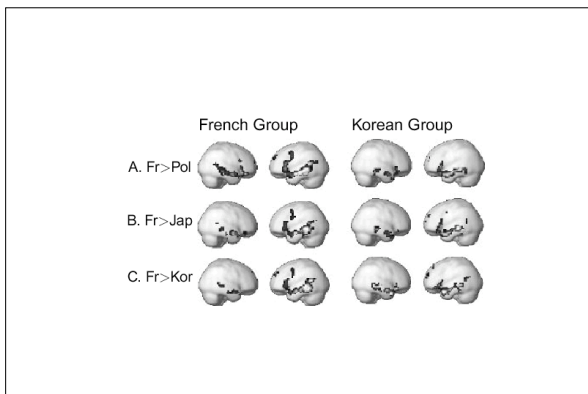
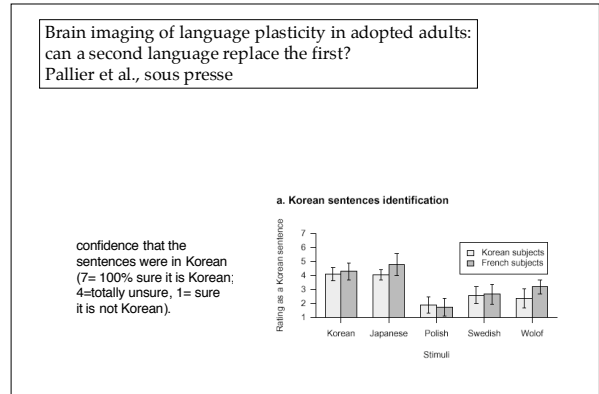
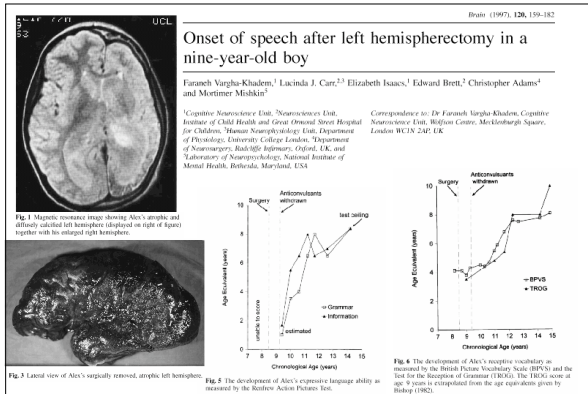
Figure 1
MMN obtenues chez des nourrissons de 3 mois en réponse à un contraste /ba-/ga/ et à un contraste voix masculine /féminine



Absence de *Mismatch Negativity* (MMN=280ms) chez les sujets adultes français écoutant un contraste phonétique seulement présent en hindi (d'après Dehaene-Lambertz, 1997)
Ce contraste est perçu par le nourrisson jusqu'à 8-12 mois

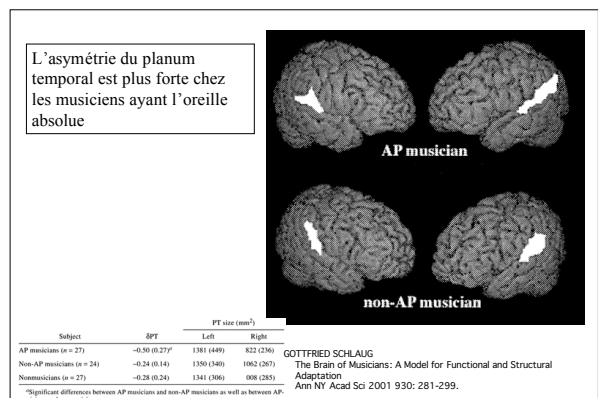
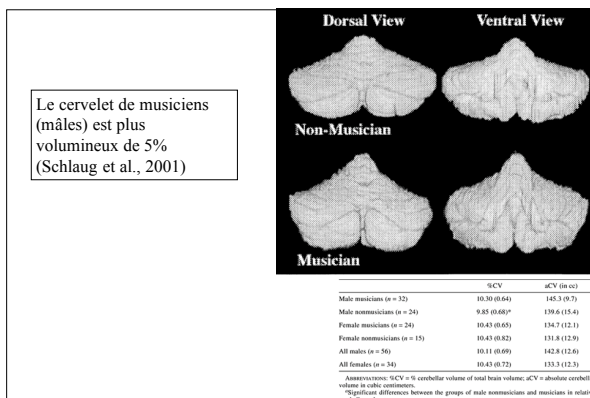
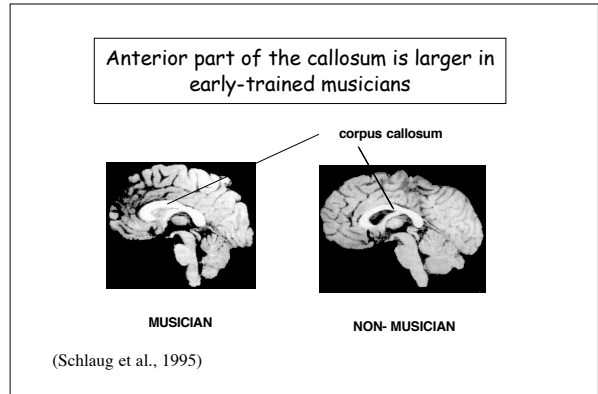
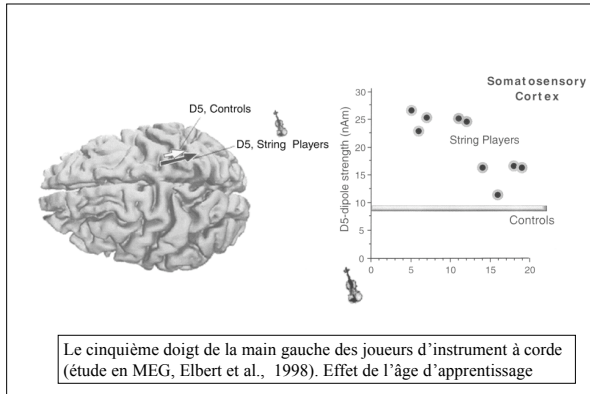
Etudes sur la spécialisation hémisphérique de la perception du langage: conclusions

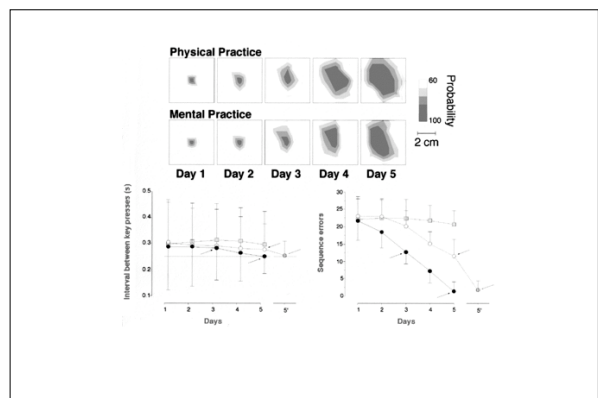
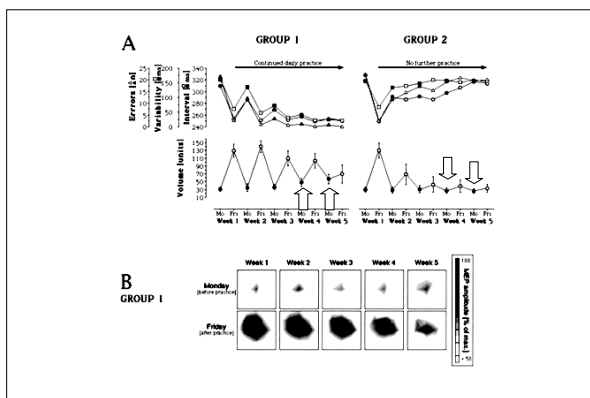
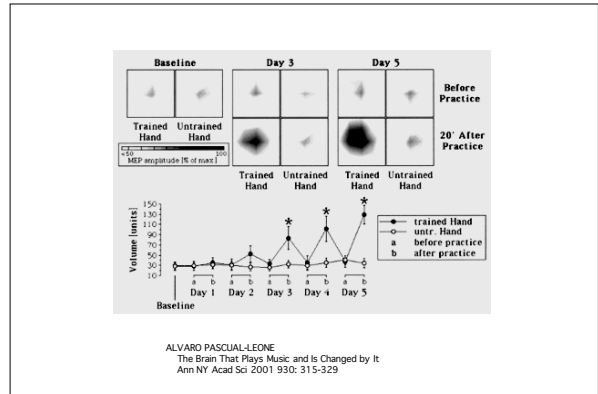
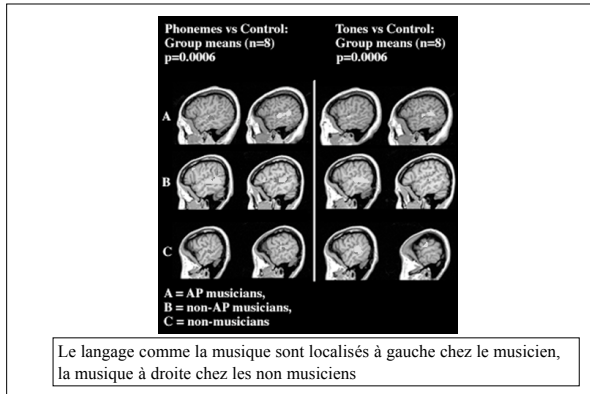
- Les réseaux cérébraux impliqués dans la perception du langage sont spécialisés dès les premiers instants de la vie, donc probablement génétiquement programmés
- Au cours de la première année, sous l'influence de l'environnement linguistique propre à chaque langue, ils se déterminent dans leur fonction définitive en perdant une partie des aptitudes initiales
- Les autres aspects (production, syntaxe, lexique, sémantique...) sont probablement également soumis à une période critique, s'étalant sur les 10 premières années de vie.



IV/ Développement du cerveau et apprentissage

- Le cerveau du musicien : des arguments pour l'environnement
- Rôle de l'environnement : quelques exemples récents :
 - Syndrome de Williams : les limites de l'innéisme
 - Rôle de la langue maternelle





Development itself is the key to understanding developmental disorders

Annette Karmiloff-Smith

It is a truism that development involves contributions from both genes and environment, but theories differ with respect to the roles they attribute to each, which strongly affects the ways in which developmental disorders are researched. The critical realist approach to abnormal phenotypes, inspired by adult neuropsychology and evolutionary psychology, seeks to identify requirements for domain-specific cognitive modules and studies the perceptual juxtaposition of impaired and intact abilities. The neuroconstructivist approach differs in several respects: (i) it seeks more indirect, lower-level causes of abnormality than impaired cognitive modules; (ii) modules are thought to emerge from a developmental process of modularization; (iii) unlike acquisition, neuroconstructivism accepts some form of socially specified starting points, but unlike nativism, these are considered to be initially 'nonrepresentational', only becoming domain-specific with the process of development and specific environmental interactions and (iv) different cognitive disorders are considered to lie on a continuum rather than to be truly specific. These alternative theoretical positions are briefly considered as they apply to Specific Language Impairment, and followed by a more detailed case study of a well-defined neurodevelopmental disorder, Williams syndrome. It is argued that development itself plays a crucial role in phenotypic outcomes.

Trends in Cognitive Sciences - Vol.1.2, No.10, October 1998

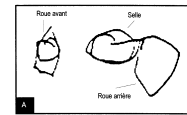
Williams syndrome



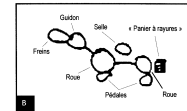
« neuroconstructivism » : Once a domain-relevant mechanism is repeatedly used to process a certain type of input, it becomes domain-specific as a result of its developmental history

Syndrome de Williams : Dessin d'un vélo

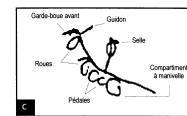
12 ans



15 ans



16 ans



Syndrome de Williams

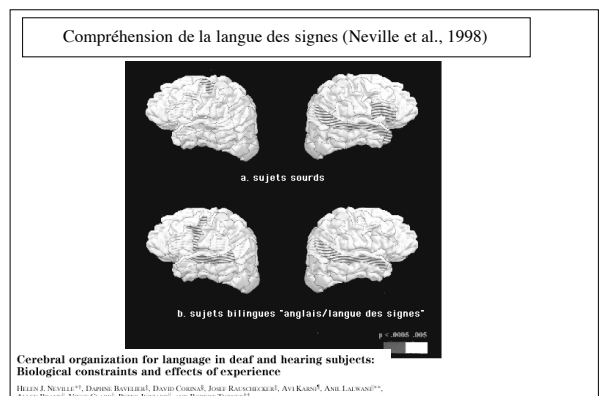
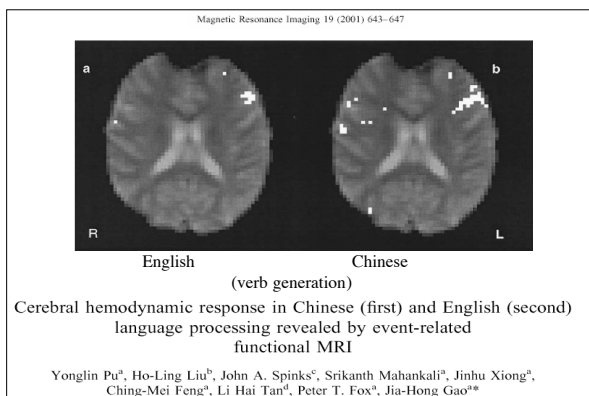
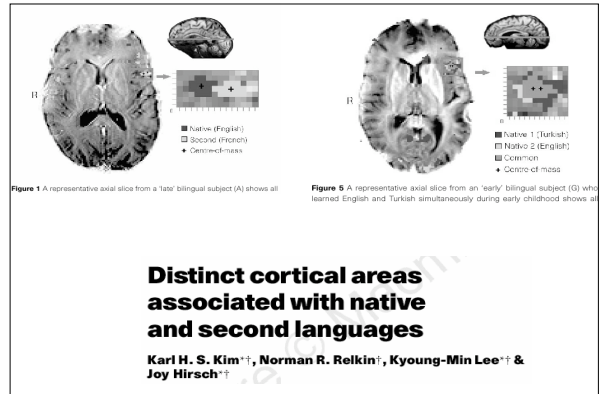
- Dû à une microdélétion du bras long du chromosome 7 à q.11,23
- QI habituellement autour de 50 (45 à 87)
- Déficit sévère des aptitudes spatio-constructives, mais aptitudes spatio-perceptive au niveau attendu pour l'âge
- déficits sévères de la cognition numérique
- déficits sévères de la résolution de problèmes et planification
- capacités syntaxiques intactes avec aberrations sémantiques
- capacités de traitement des visages intactes
- aptitudes en cognition sociale relativement épargnées

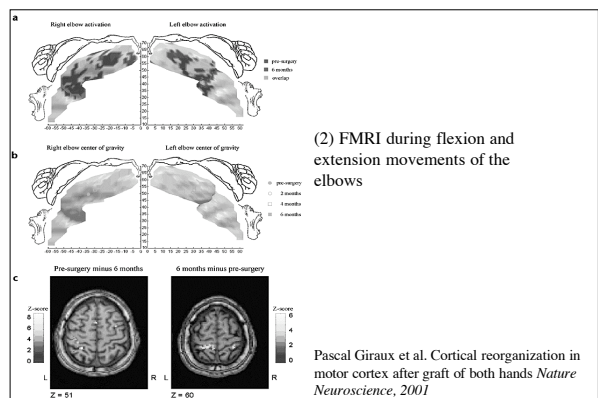
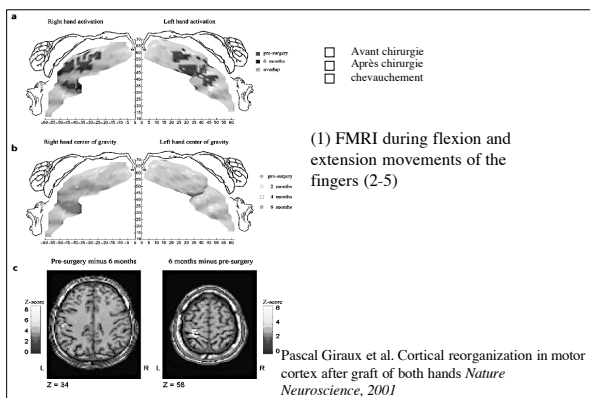
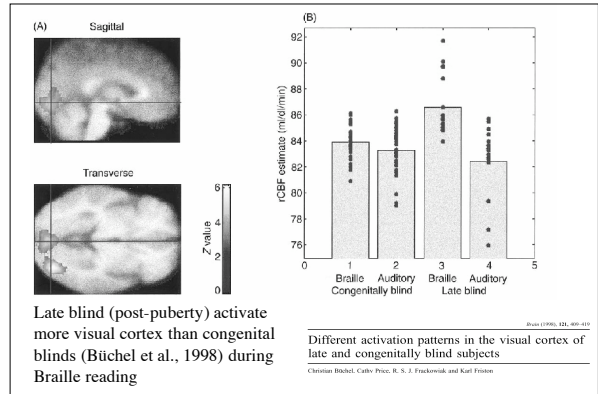
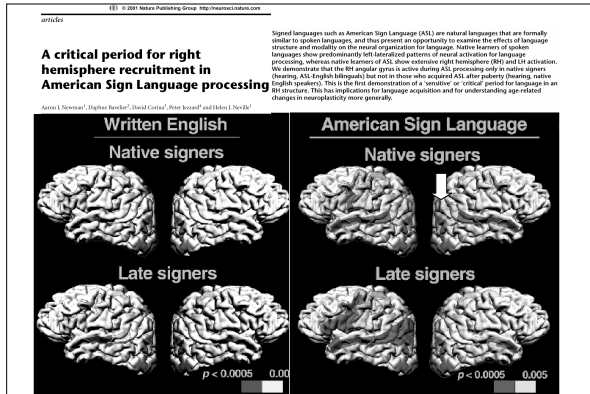
Syndrome de Williams : langage

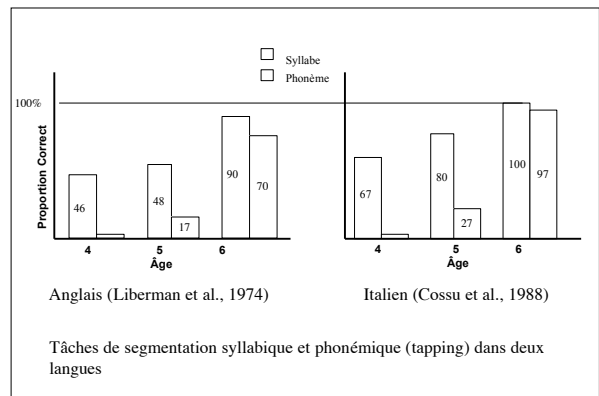
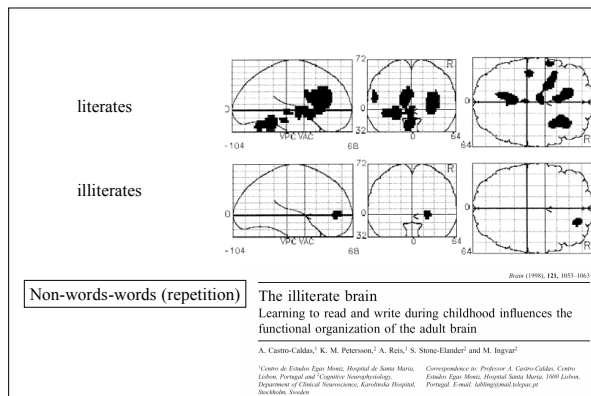
- Dans le syndrome de Down (trisomie 21), la compréhension du langage a suivi un décours retardé mais relativement normal
- Alors que dans le SW, le développement du langage semble être franchement déviant dès le début
- De tels aspects ne sont jamais trouvés même à un très jeune âge au cours du développement normal, suggérant un développement aberrant plutôt que retardé
- Par exemple, les personnes avec SW ne présentent pas l'asymétrie hémisphérique progressive typique du développement normal

Syndrome de Williams : traitement des visages

- L'étude des capacités de traitement des visages des personnes avec SW montre que, bien que leur scores soient équivalents à ceux des témoins normaux, la façon dont ils résolvent la tâche est différente
- Alors que les témoins normaux utilisent préférentiellement le traitement configural (holistique), les sujets avec SW obtenaient leur bon score par l'utilisation d'un traitement « componentiel » (trait par trait)







Conscience phonologique et langue maternelle

- Développement plus précoce des aptitudes de segmentation chez enfants grecs ou allemands que chez les anglophones (Goswami, Wimmer)
- Comptage syllabique et phonémique meilleur chez enfants italiens qu'anglais (Cossu, 1988)
- Effet similaire chez les pré-lecteurs (effet de la langue orale?)
- Comparaison tchèque/anglais : idem (supériorité des tchèques même prélecteurs dans une tâche de repérage de consonne dans un cluster)
- Cas particulier du turec : de loin la conscience syllabique la plus efficace

Reading Acquisition, Developmental Dyslexia, and Skilled Reading Across Languages: A Psycholinguistic Grain Size Theory

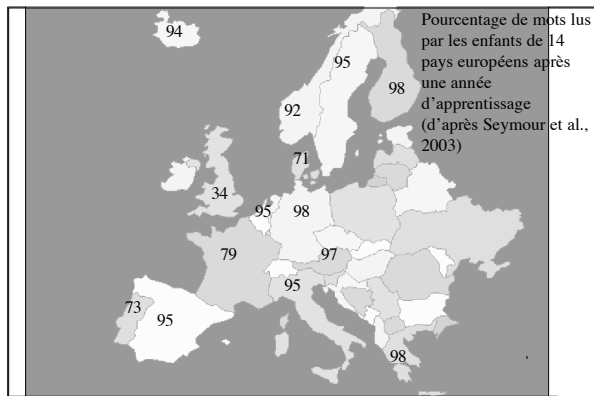
Johannes C. Ziegler
Centre National de la Recherche Scientifique
and Université de Provence

Usha Goswami
University of Cambridge

Data (% Correct) From Syllable and Phoneme Counting Tasks in Kindergarten and First-Grade Children Across Different Languages

Language	Study	Kindergarten		First grade	
		Syllable	Phoneme	Syllable	Phoneme
Turkish	Durgunoglu & Oney (1999)	94	67	98	94
Italian	Cossu et al. (1988)	80	27	100	90
Greek	Harris & Giannouli (1999)	85	0	100	100
French	Demont & Gombert (1996)	69	2	77	61
English	Lieberman et al. (1974)	48	17	90	70

« French and English have quite complex syllable structures with many consonant clusters and larger vowel repertoires, and children raised with these languages develop lower levels of syllable awareness prior to literacy »



Data (% Correct) From Seymour, Aro, and Erskine's (2003) Large-Scale Study of Reading Skills at the End of Grade 1 in 14 European Languages

Language	Familiar real words	Pseudowords
Greek	98	92
Finnish	98	95
German	98	94
Austrian German	97	92
Italian	95	89
Spanish	95	89
Swedish	95	88
Dutch	95	82
Icelandic	94	86
Norwegian	92	91
French	79	85
Portuguese	73	77
Danish	71	54
Scottish English	34	29

Note. From "Foundation Literacy Acquisition in European Orthographies," by P. H. K. Seymour, M. Aro, and J. M. Erskine, 2003, *British Journal of Psychology*, 94, pp. 153, 156. Copyright 2003 by the British Psychological Society. Reprinted with permission.

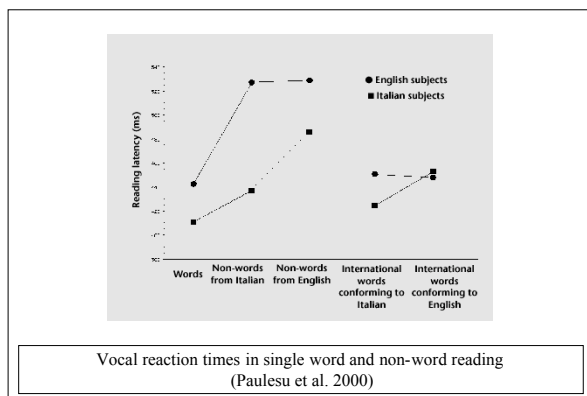
© 2000 Nature America Inc. • <http://www.nature.com>

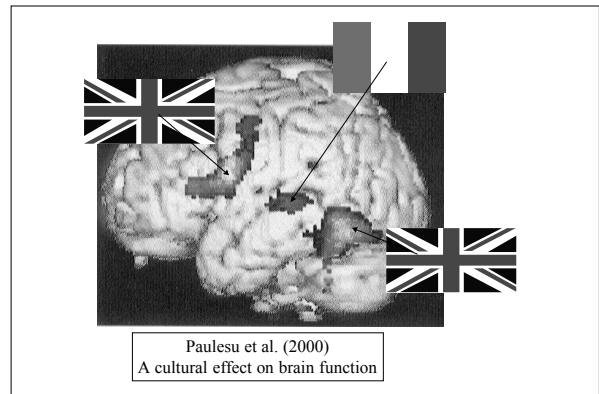
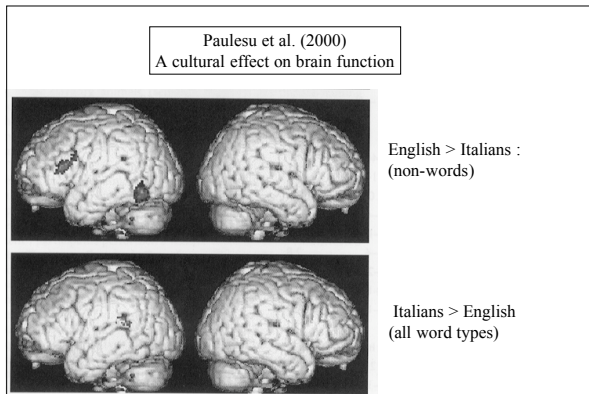
A cultural effect on brain function

E. Paulesu, E. McCrory, E. Fazio, L. Menoncello, N. Brunswick, S. F. Cappa, M. Cotelli, G. Costa, F. Corte, M. Lorusso, S. Pesenti, A. Gallagher, D. Perani, C. Price, C. D. Frith, and U. Frith

* Scientific Institute H. S. Raffaele, IRCC, CNR, University of Milan-Brescia, Milan, Italy
 † Institute of Cognitive Neuroscience, University College London, Queen Square, London WC1N 3AR, UK
 ‡ Wellcome Department of Cognitive Neurology, Institute of Neurology, 22 Queen Square, London WC1N 3BG, UK
 § Neurology Department, University of Brescia, Brescia, Italy
 ¶ Psychology Department, University of York, YO10 5DD, York, UK
 †† Istituto di Studi e Cura degli Ammalati, Università Cattolica del Sacramente, Rome, Italy
 ††† Scientific Institute Eugenio Maglioli La Scola Famiglia, Brescia, Italy
 Correspondence should be addressed to U.F. at u.frith@ucl.ac.uk

We present behavioral and anatomical evidence for a multi-component reading system in which different components are differentially weighted depending on culture-specific demands of orthography. Italian orthography is consistent, enabling reliable conversion of graphemes to phonemes to yield correct pronunciation of the word. English orthography is inconsistent, complicating mapping of letters to word sounds. In behavioral studies, Italian students showed faster word and non-word reading than English students. In two PET studies, Italians showed greater activation in left superior temporal regions associated with phoneme processing. In contrast, English readers showed greater activations, particularly for non-words, in left posterior inferior temporal gyrus and anterior inferior frontal gyrus, areas associated with word retrieval during both reading and naming tasks.





Dyslexia: Cultural Diversity and Biological Unity

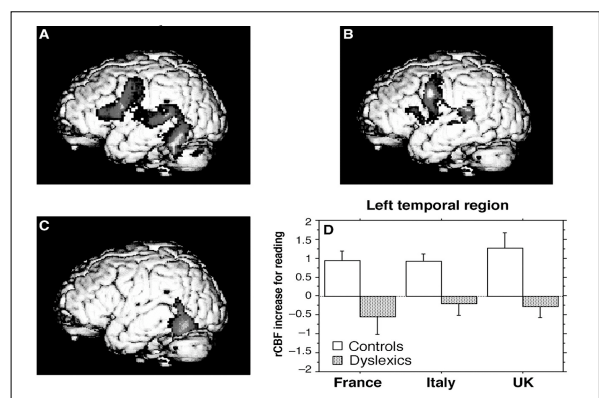
E. Paulesu,^{1,2*} J.-F. Démonet,³ F. Fazio,^{2,4} E. McCrory,⁵
V. Chanoine,⁷ N. Brunswick,⁶ S. F. Cappa,⁷ G. Cossu,⁸ M. Habib,⁹
C. D. Frith,⁶ U. Frith⁵

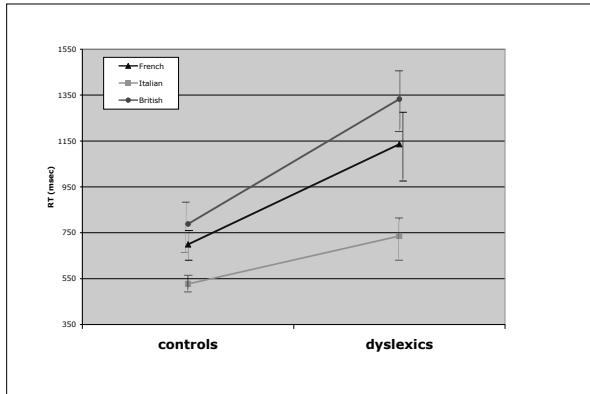
The recognition of dyslexia as a neurodevelopmental disorder has been hampered by the belief that it is not a specific diagnostic entity because it has variable and culture-specific manifestations. In line with this belief, we found that Italian dyslexics, using a shallow orthography which facilitates reading, performed better on reading tasks than did English and French dyslexics. However, all dyslexics were equally impaired relative to their controls on reading and phonological tasks. Positron emission tomography scans during explicit and implicit reading showed the same reduced activity in a region of the left hemisphere in dyslexics from all three countries, with the maximum peak in the middle temporal gyrus and additional peaks in the inferior and superior temporal gyri and middle occipital gyrus. We conclude that there is a universal neurocognitive basis for dyslexia and that differences in reading performance among dyslexics of different countries are due to different orthographies.

¹Psychology Department, University of Milan Bicocca, Milan, Italy; ²INSI-CNR, Scientific Institute H San Raffaele, Milan, Italy; ³INSERM U455, Hôpital Purpan, Toulouse, France; ⁴Neuroscience and Biomedical Technologies Department, University of Milan Bicocca, Milan, Italy; ⁵Institute of Cognitive Neuroscience, University College London, London, UK; ⁶Wellcome Department of Cognitive Neurology, Institute of Neurology, London, UK; ⁷Psychology Department, University "Via e Salute" H San Raffaele, Milan, Italy; ⁸Institute of Human Physiology, University of Parma, Parma, Italy; ⁹Centre de Recherche Institut Universitaire de Gériatrie, Montréal, Québec, Canada.

*To whom correspondence should be addressed at University of Milan Bicocca. E-mail: eraldo.paulesu@unibocca.it

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 291 16 MARCH 2001





NeuroImage 15, 636-646 (2001)
doi:10.1006/nimg.2001.0746, available online at <http://www.idealibrary.com on IDEAL®>

The Neural System Underlying Chinese Logograph Reading
Li Hai Tan,^a Ho-Ling Liu,^c Charles A. Perfetti,^d John A. Spinks,^e Peter T. Fox,^c and Jiu-Hong Guo^a

pronounce /yue/	阅 + 看	meaning "view", "read" "look", "view."	pronounce /hua/	画 + 话	meaning "draw" "talk", "words"
Semantic similarity judgment			Homophone judgment		

