



Tutoriel : introduction à la psycholinguistique et à la neurolinguistique

Neurolinguistique et psycholinguistique des langues des signes :
données cliniques et expérimentales

Carlo CECCHETTO & Mauro VIGANÒ

10 juin 2024

Neurolinguistique et langues des signes

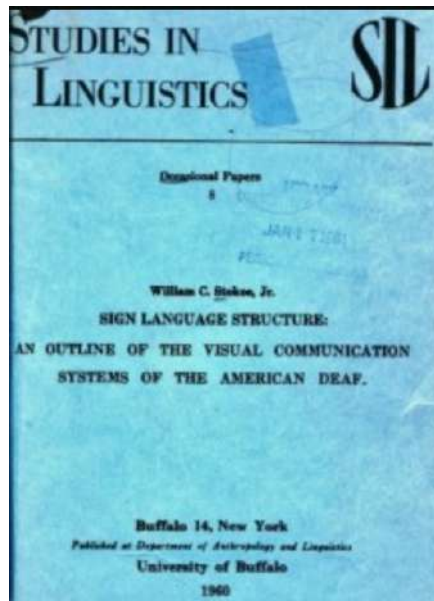
Le langage dans le cerveau

- Dans la première leçon, nous avons défini la neurolinguistique comme la discipline qui étudie l'interface entre les neurosciences et la linguistique.
- Nous avons présenté des données concernant uniquement les langues vocales, bien que la fonction du langage humain puisse également être exprimée dans la modalité signée.
- La recherche neurolinguistique sur les langues des signes est donc fondamentale pour avoir une compréhension globale de la fonction du langage dans le cerveau.

Deux étapes importantes dans la recherche sur les LS

Stokoe (1960).

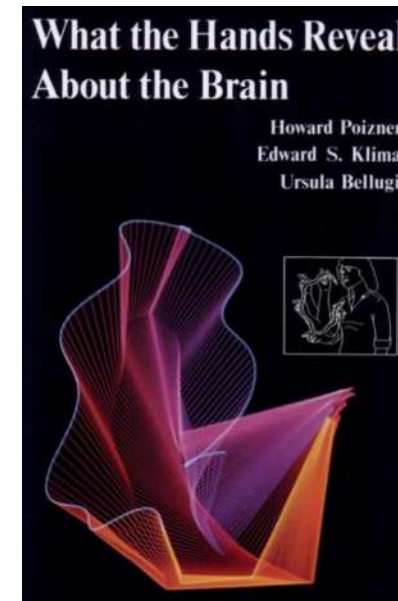
Sign language structure.



L'ASL a une structure, comme les langues vocales.

Poizner, Klima & Bellugi (1987).

What the hands reveal about the brain.



Études sur les Sourds signants avec troubles neuropsychologiques.

LS et la faculté de langage dans le cerveau

En étudiant l'interface entre le langage et le cerveau, nous devrions poser la question :

- Les langues des signes recrutent-elles le même réseau linguistique de base que les langues vocales ?
- Activent-ils un réseau complètement différent et distinct (lié à leurs caractéristiques visuospatiales et gestuelles) ?

LS et la faculté de langage dans le cerveau

- Nous vous proposons deux cas cliniques pour répondre à ces questions...

Une étude de cas de négligence spatiale unilatérale

Le cas de JH (61 ans) :

- Sourd signant natif (ASL).
- Droitier.
- Accident vasculaire cérébral ischémique de l'hémisphère droit (en phase chronique).
- Absence de troubles du langage (évaluation de l'aphasie en ASL).
- Grave négligence spatiale unilatérale gauche.

COGNITIVE NEUROPSYCHOLOGY, 1996, 13 (3), 321-356

Visual Language Processing and Unilateral Neglect: Evidence from American Sign Language

David Corina PhD

University of Washington, Seattle, USA

Mark Kritchevsky MD

Veterans Administration Hospital, San Diego, USA

Ursula Bellugi PhD

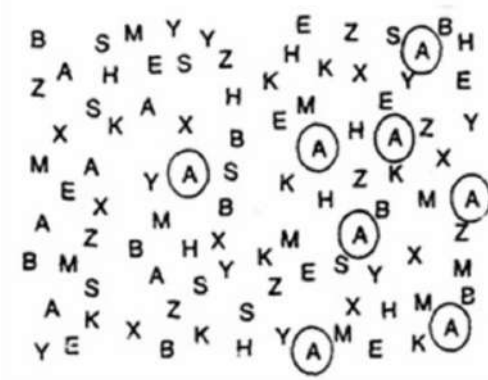
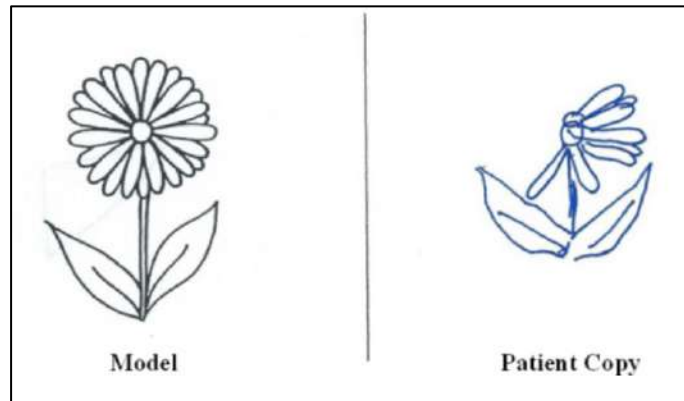
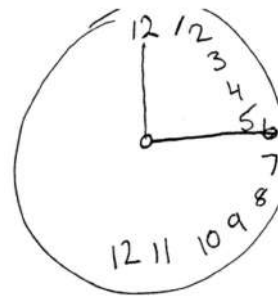
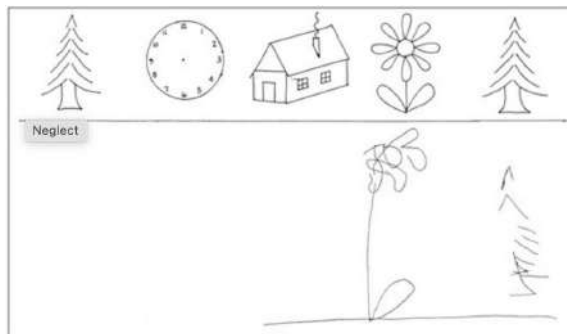
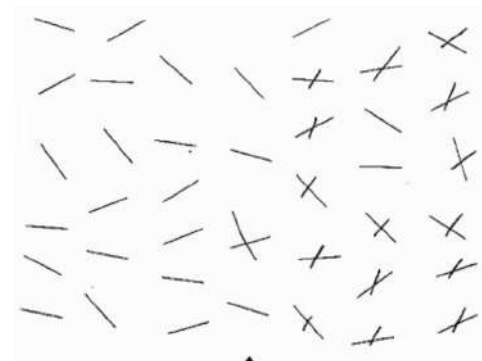
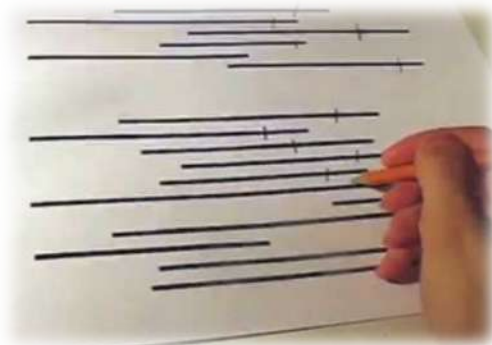
The Salk Institute, La Jolla, USA

Négligence spatiale unilatérale

- Il s'agit d'un trouble neuropsychologique qui suit une lésion cérébrale dans le lobe pariétal droit.
- Elle se caractérise par un déficit d'attention et de conscience de l'espace contralésionnel (généralement le côté gauche).
- Il *ne s'agit pas* d'une hémianopsie, qui est un déficit de la perception visuelle dû à une lésion de la voie visuelle primaire.
- Différences :
 - Hémianopsie : perte constante de la vision, champ visuel altéré, efforts pour compenser le déficit pour explorer l'ensemble de l'espace, prise de conscience.
 - Négligence : performances plus variables (représentation de l'espace, du soi, des objets), anosognosie (absence de conscience).

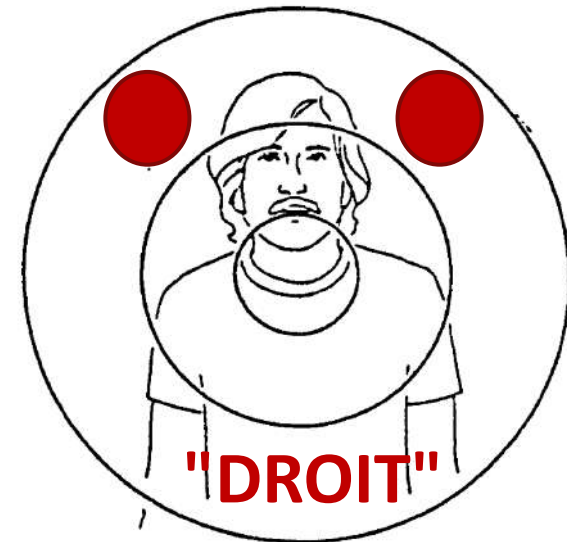
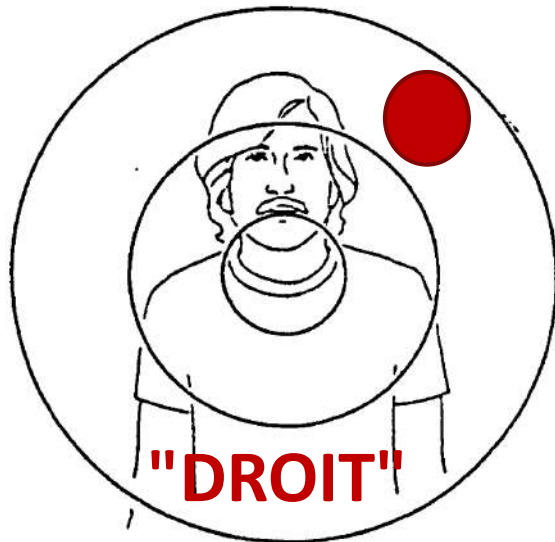
Négligence spatiale unilatérale

- Les négligences spatiales ont généralement un impact important dans les activités de la vie quotidienne : manger, marcher, utiliser des objets, s'orienter dans l'espace, ...



Négligence spatiale unilatérale et extinction

- L'**extinction** est un symptôme neuropsychologique défini par l'incapacité à détecter un stimulus contralésionnel en présence d'un stimulus ipsilésionnel concurrent.
- L'extinction est fréquente dans la négligence (bien qu'elle ne soit pas nécessairement présente et qu'elle puisse se manifester de manière isolée et/ou dans d'autres domaines de la perception).

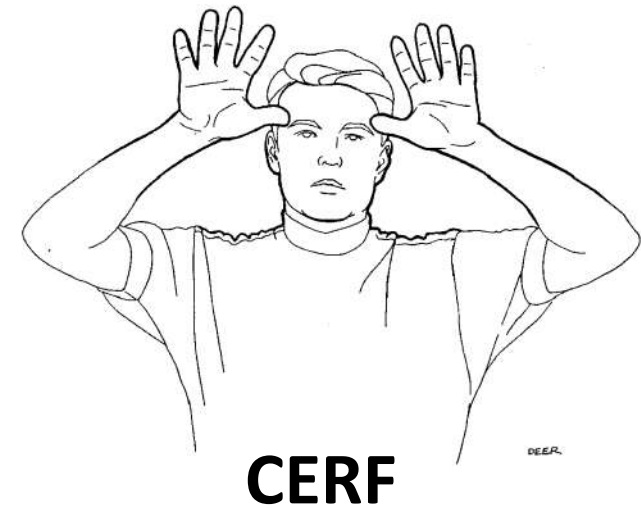
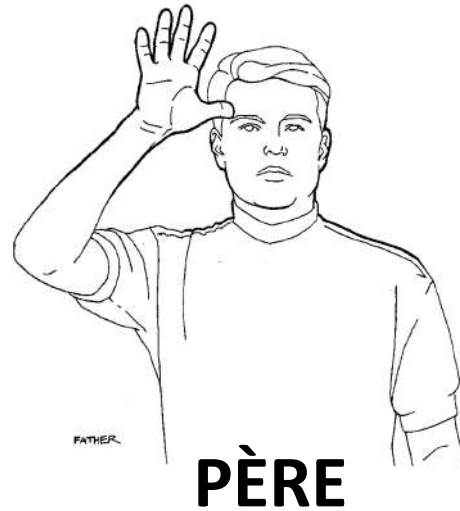


Un exemple d'extinction sensorielle

Extinction in
an Acquired Brain Injury

Signes symétriques ou asymétriques

- Dans les langues des signes (ASL en ce cas), certains signes peuvent être unimanuels, bimanuels asymétriques et bimanuels symétriques.
- Il est possible de trouver des paires minimales de signes symétriques unimanuels et bimanuels.
- Un exemple en ASL :



- Il pourrait s'agir d'un bon test pour l'extinction visuelle avec des stimuli linguistiques.

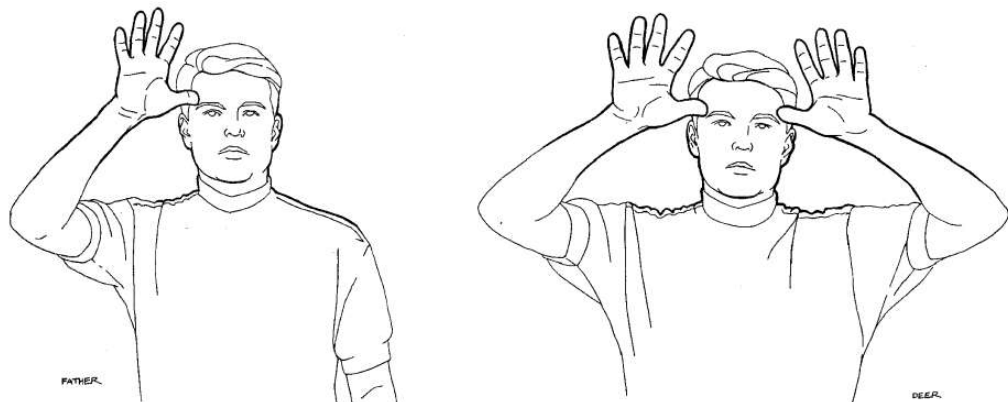
Retour à l'étude de cas de JH

- Étant donné que JH présente le symptôme d'extinction pour les stimuli visuels dans les tests neurologiques standardisés, nous pouvons nous demander s'il existe une différence entre les stimuli linguistiques et les stimuli non linguistiques.
- L'expérience :
 - Identification de signes et d'objets avec une présentation unilatérale et bilatérale (à la fois en vue normale et en vue inversée).
- La prévision :
 - S'il existe une dissociation entre les signes et les objets, nous pouvons conclure que l'ASL est traitée différemment de la perception visuo-spatiale générale.

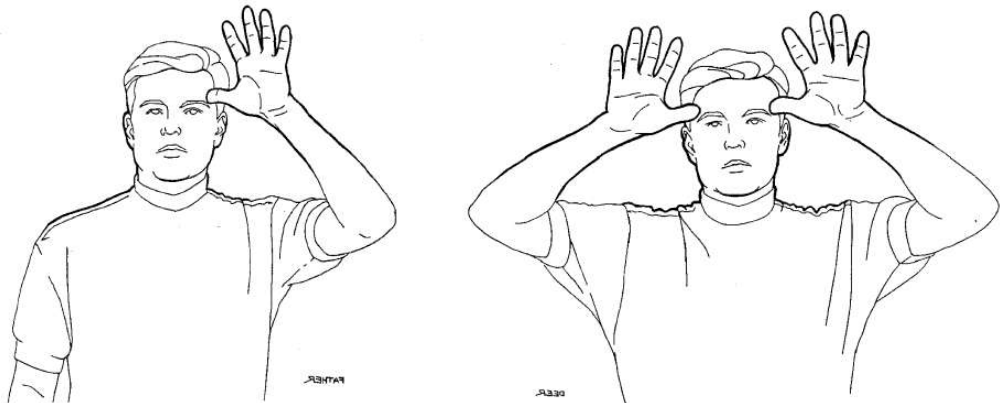
Retour à l'étude de cas de JH - *stimuli*

SIGNES

Visualisation normale



Visualisation inversé



OBJETS

Visualisation normale



Visualisation inversé



Performance JH

TABLE 2
Results of Sign and Object Trials (No. Correct/Total No. of Trials)

	<i>Unilateral Trials</i>	<u><i>Bilateral Trials</i></u>	<i>Total</i>	
Pas de différences	<i>Normal Viewing</i>			
	Signs	20/20	13/15	33/35
	Objects	10/10	5/20	15/30
	<i>Mirror-reversed</i>			
	Signs	20/20	13/15	33/35
	Objects	10/10	7/20	17/30

Performance plafond

Résumé

- Les résultats montrent un écart dans les performances entre les stimuli non linguistiques et linguistiques, bien qu'ils aient la même configuration visuo-spatiale.
- Si la simultanéité et la symétrie des mains dans les signes bimanuels sont traitées comme un trait phonologique, cela peut entraîner la reconnaissance du signe en contournant le déficit attentionnel visuo-spatial (négligence).
- Le même processus ne peut se produire pour les objets, car il n'existe pas de représentation phonologique pour les stimuli visuels généraux.

→ Il faut noter qu'un résultat contraire ne permettrait pas de tirer la conclusion inverse (c'est-à-dire que la perception de la langue des signes est purement visuo-spatiale).

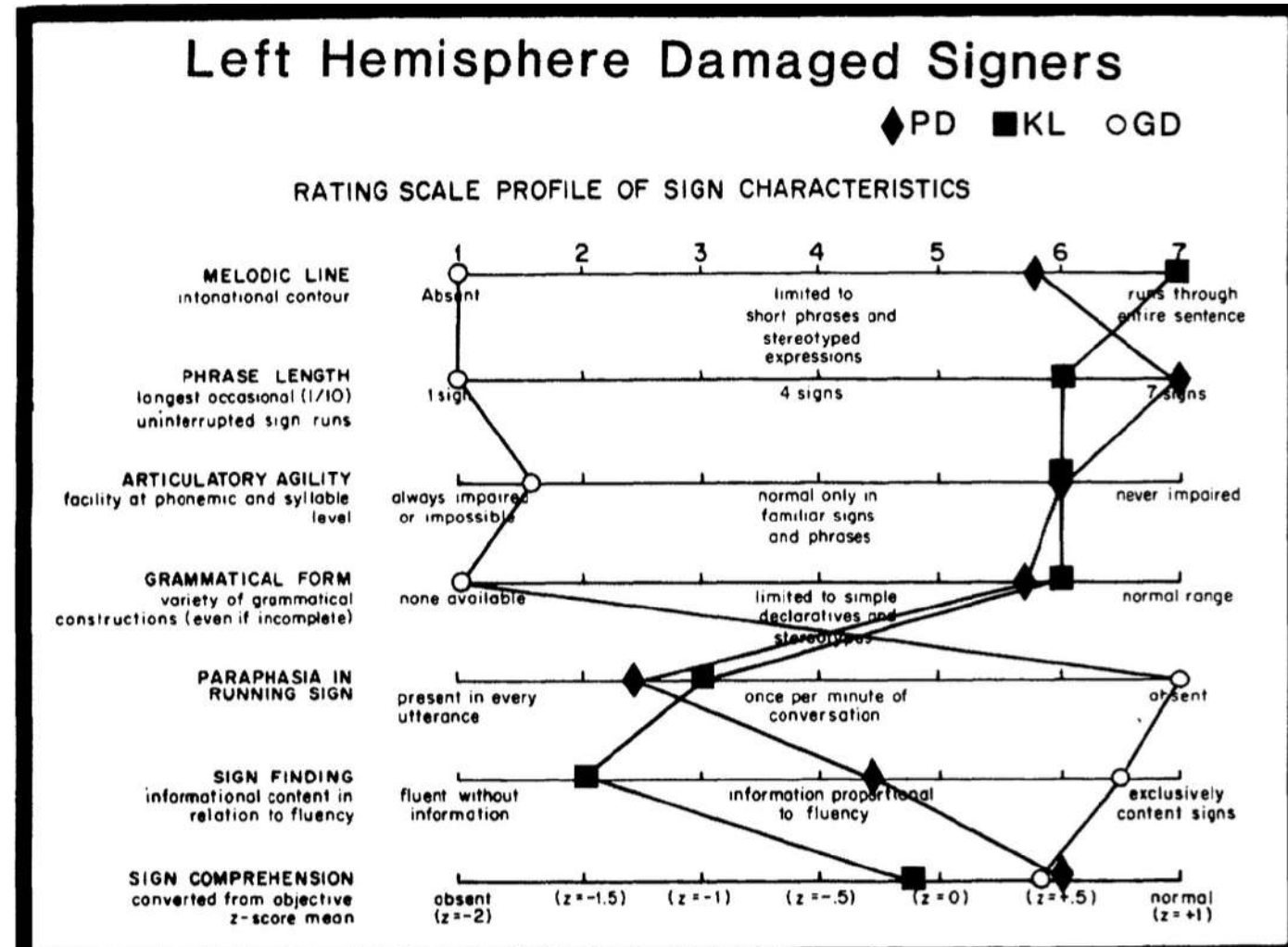
L'aphasie dans les langues des signes

Langue des signes et aphasie

- Les premières preuves solides que les langues des signes sont traitées par le même réseau cérébral que les langues vocales proviennent d'études de cas de sourds signants avec aphasie (dans les années 80 ; cf. Poizner, Klima, & Bellugi. 1987. *What the hands reveal about the brain*. MIT press).
- Suite à des lésions cérébrales de l'hémisphère gauche :
 - Cas d'**aphasie de Broca** : production limitée à des signes isolés, production des signes laborieuse, syntaxe perturbée, compréhension épargnée.
 - Cas d'**aphasie de Wernicke** : troubles de la compréhension, signes fluides avec paraphasies (mauvaise sélection de signes, production de pseudo-signes).

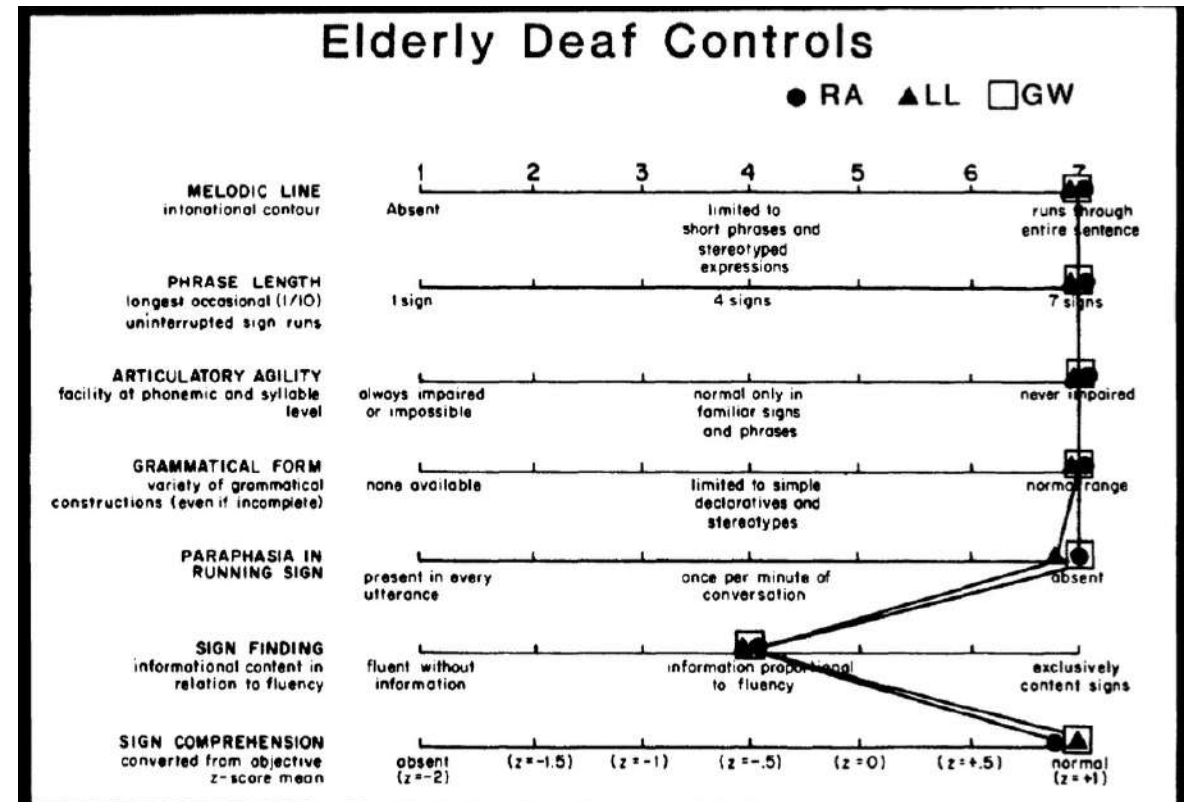
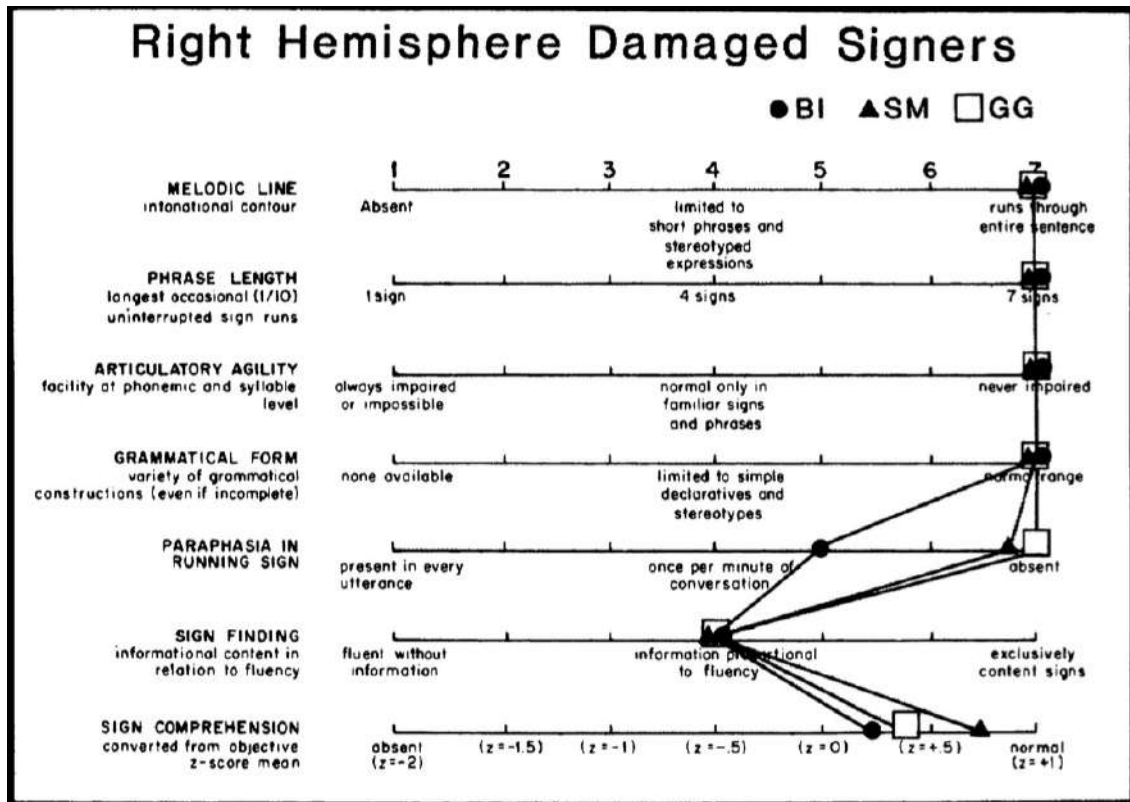
Langue des signes et aphasie

- Trois sourds signants avec une lésion cérébrale gauche (Poizner, et al., 1987).
- Lors de l'évaluation standardisée de l'aphasie pour l'ASL (batterie BDAE) :
 - GD a présenté un profil linguistique compatible avec une aphasie non fluente (lésion antérieure).
 - PD et KL ont fait état d'un profil linguistique compatible avec une aphasie fluente (lésion postérieure).



Lésions l'hémisphère cérébral droit et signants âgés

- Des sourds signants souffrant d'une lésion de l'hémisphère cérébral droit et des témoins âgés ne souffrant d'aucune affection neurologique n'ont signalé (presque) aucun déficit dans l'évaluation du langage (Poizner, et al., 1987).



Résumé

- Les troubles acquis du langage (aphasies) en ASL font suite à une lésion de l'hémisphère gauche du cerveau, comme pour les langues vocales.
- Ces troubles du langage peuvent être regroupés, en fonction des symptômes, en syndromes aphasiques qui correspondent à différents sites de lésions cérébrales, comme pour les langues vocales.
- L'hémisphère droit du cerveau joue un rôle fondamental dans le traitement des informations visuo-spatiales.
- Cependant, les sourds signants souffrant d'une lésion de l'hémisphère droit du cerveau ne présentent aucune déficience linguistique (en ASL).
- Conclusion : Les langues vocales et les langues des signes sont traitées dans le cerveau par le même réseau pour la plupart.

Test ALISA – Assessment of LIS in Aphasia

- Tests préliminaires
 - Praxies (avec praxies et pseudo-signes)
 - Sémantique (Odd-One-Out)
- Tests de production
 - Discours spontané
 - Séries automatiques
 - Fluence verbale sémantique
 - Dénomination
 - Répétition de mots et de phrases
- Test de compréhension
 - Lexical
 - Avec distracteurs phonologiques
 - Avec distracteurs sémantiques
 - Syntaxe
 - Phrases avec changement de verbe
 - Phrases d'inversion des rôles thématiques
 - Phrases pseudo-passives
 - Verbes directionnels

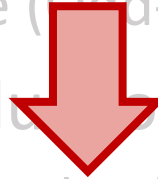
Test ALISA – Assessment of LIS in Aphasia

- Tests préliminaires
 - Praxies (avec praxies et pseudo-signes)
 - Sémantique (Odd-One-Out)
 - Tests de production
 - Discours spontané
 - Test de compréhension
 - Lexical
 - Avec distracteurs phonologiques
 - Avec distracteurs sémantiques
 - Syntaxe
 - Phrases pseudo-passives
 - Verbes directionnels
- Tâches visant à évaluer tout problème de mouvement des mains et des bras ou toute déficience cognitive non linguistique susceptible d'affecter les performances aux tests linguistiques.

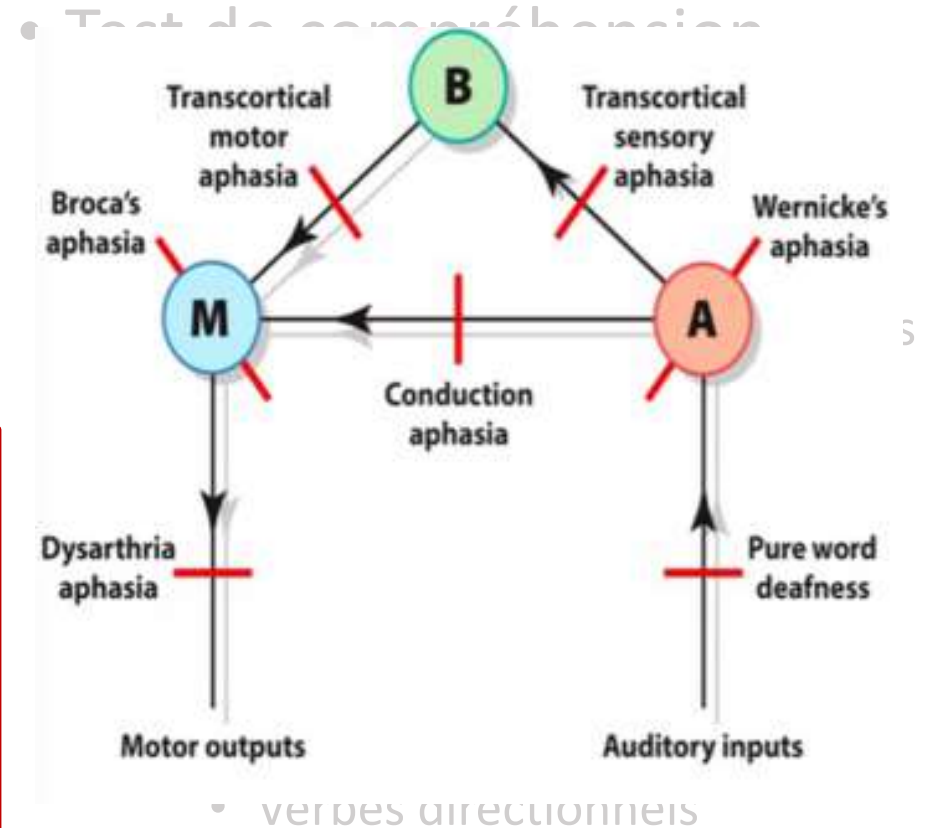
Test ALISA – Assessment of LIS in Aphasia

- Tests préliminaires
 - Pragma (pseudo-signes)
 - Sémantique (Odd-One-Out)
- Tests de production
 - Discours spontané

Structure du Test



- Similaire à celui des tests neurolinguistiques pour l'aphasie et de l'adaptation du BDAE en ASL.
- Elle permet une classification en syndromes aphasiques classiques.



Test ALISA – Assessment of LIS in Aphasia

Les tests syntaxiques incluent des phénomènes caractéristiques des langues des signes :

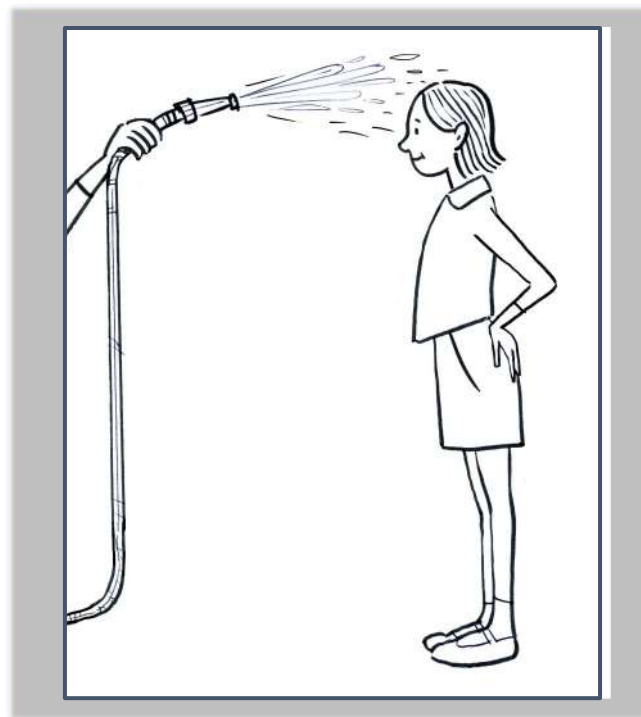
- classificateurs,
- transfert personnel,
- verbes directionnels

- Séries automatiques
- Fluence verbale automatique
- Dénomination

- Répétition de mots et de phrases

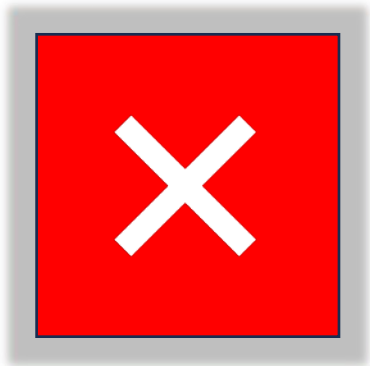
Test de compréhension

- Lexical
 - Avec distracteurs phonologiques
 - Avec distracteurs sémantiques
- Syntaxe
 - Phrases avec changement de verbe
 - Phrases d'inversion des rôles thématiques
 - Phrases pseudo-passives
 - Verbes directionnels









Test ALISA – Assessment of LIS in Aphasia

- Le test sera administré à des participants Sourds signants sans pathologie neurologique ou de langage de différents groupes d'âge et selon trois groupes d'âge d'acquisition :
 - natif
 - précoce (après 1 an, avant 6 ans)
 - tardive (après 6 ans, avant 15 ans)



- L'âge d'acquisition des langues des signes impacte considérablement les performances linguistiques, notamment en ce qui concerne le niveau syntaxique (cf. résultats du projet SIGN-HUB).

Âge d'acquisition: résultats du projet SIGN-HUB

Giorgia Zorzi, Valentina Aristodemo, Beatrice Giustolisi, Charlotte Hauser, Caterina Donati and Carlo Cecchetto (2023). Assessing Lexical and Syntactic Comprehension in Deaf Signing Adults, *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, <https://doi.org/10.1093/deafed/enad022>

V. Aristodemo, B. Giustolisi, G. Zorzi, D. Gras, C. Hauser, R. Sala, J. Sánchez Amat, C. Donati & C. Cecchetto (2022) On the nature of role shift: insights from a comprehension study in different populations of LIS, LSC and LSF signers, *Natural Language and Linguistic Theory*, <https://doi.org/10.1007/s11049-022-09539-0>

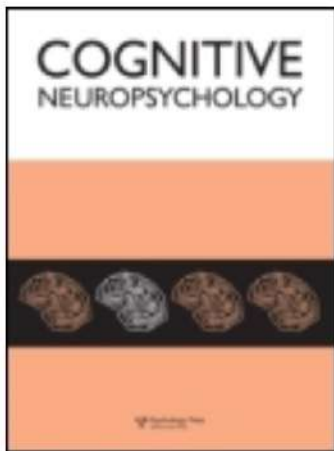
G. Zorzi, B. Giustolisi Beatrice, V. Aristodemo, C. Cecchetto, C. Hauser, J. Quer, J. Sánchez Amat, C. Donati (2022) On the reliability of the notion of native signer and its risks. *Frontiers in Psychology/Language sciences* DOI: 10.3389/fpsyg.2022.716554

Hauser, Charlotte, Giorgia Zorzi, Valentina Aristodemo, Beatrice Giustolisi, Doriane Gras, Rita Sala, Jordina Sánchez Amat, Carlo Cecchetto and Caterina Donati. (2021). Asymmetries in relative clause comprehension in three European sign languages. *Glossa: a journal of general linguistics* 6(1): 72. 1–36. DOI: <https://doi.org/10.5334/gjgl.1454>

Carlo Cecchetto Alessandra Checchetto Beatrice Giustolisi and Mirko Santoro (2021) Age of exposure and subject/object asymmetries when wh-movement goes rightward. The case of LIS interrogatives. *Sign Language & Linguistics* doi.org/10.1075/sll.20015.cec

Signes, gestes et iconicité

- Les signes sont-ils traités comme des gestes ?
- Quel est le rôle de l'iconicité dans le traitement de la langue des signes ?



Aphasia in a user of British Sign Language: Dissociation between sign and gesture

Jane Marshall, Jo Atkinson, Elaine Smulovitch, Alice Thacker & Bencie Woll

COGNITIVE NEUROPSYCHOLOGY, 2004, 21 (5) 537–554

Le cas de Charles

- Sourd de naissance de parents entendants.
- Âge : 56 ans
- Diagnostic : accident vasculaire cérébral ischémique (artère cérébrale moyenne ; lésion large).
- Durée après l'apparition : 2 ans (phase chronique).
- Histoire linguistique : BSL ; connaissance imparfaite de l'anglais écrit.
- Symptômes cognitifs : Présence d'aphasie (anomie).
- Pas de symptômes neuropsychologiques concomitants (pas de déficience visuelle, pas de trouble sémantique, intelligence non verbale dans les limites).

Anomalie de signe

- Après son AVC, les signes de Charles étaient hésitants et non structurés. Il a montré des comportements de tâtonnement lorsqu'il s'efforçait d'obtenir la forme correcte des signes. Il y avait aussi des épisodes fréquents où il semblait incapable d'accéder aux signes.
- *Expérience 1*: Sélection de 37 signes connus par Charles (à partir des vidéos précédentes).
 - Tâche de dénomination : 27/37 signes corrects.
 - Tâche de compréhension (2 images ; 1 distracteur sémantique) : 36/37 signes corrects.

L'anomie des signes : l'effet de l'iconicité

- *Expérience 2*: Dénomination de 20 signes iconiques et de 20 signes non-iconiques.
- Évaluation de l'iconicité :
 - Jugement de l'iconicité du signe par des interprètes et des entendants non signants.
 - Compréhension des signes par 11 entendants non signants.
- Résultats : globalement 23/40 signes corrects ; pas de différence significative entre les signes iconiques et non iconiques.

Signes et gestes : *Stimuli*

Expérience 3:

- *Stimuli* : 50 images →
 - 25 Sign Like Gesture (SLG) + 25 Sign Different from Gesture (SDG).
 - Vérifié avec 10 sourds signants et 10 entendants non-signants.

SLG

SDG



CIGARETTE



KNIFE



Signes et gestes : *Tâches*

- *Tâches* :
 - Signe : → SIGN WHAT ? ("Quel est le signe pour ceci ?")
 - Geste : pantomime → GESTURE WHAT ? UTILISER COMMENT ? ("Quel est le geste pour ceci ? Comment l'utiliseriez-vous ?").

SLG



CIGARETTE

SDG



KNIFE



Résumé

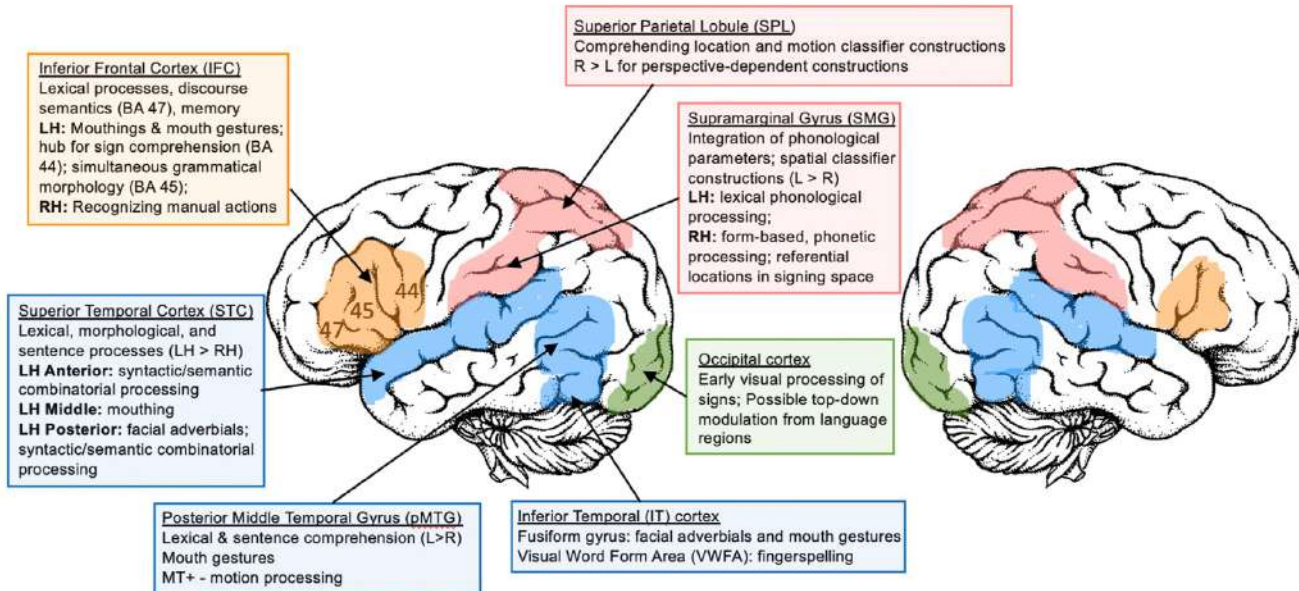
- L'anomie (un symptôme aphasique fréquemment décrit pour les modalités vocales et écrites) est également attestée dans l'aphasie de la langue des signes.
- Elle peut être indépendante de l'iconicité du signe.
- Résultat principal : il est possible de dissocier la fonction de dénomination (fournir le signe : le langage) de la fonction de gestuelle (pantomime).
- *Avertissements :*
 - *Le résultat opposé ne peut pas forcer la conclusion opposée.*
 - *La performance avec signes qui ressemble les gestes, même si déficitaire, était meilleure ($p < 0,05$) : indice gestuel possible pour l'accès lexical ou faible fiabilité de l'évaluation.*

Neurolinguistique des langues des signes

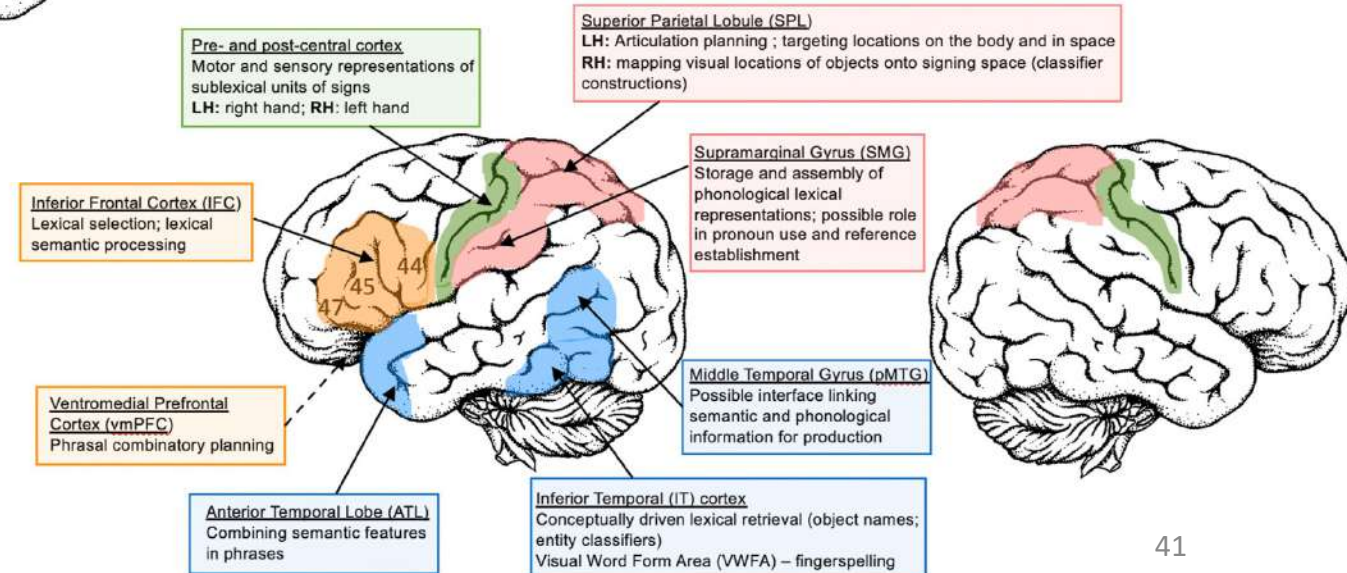
- Une revue récente (Emmorey, 2021) des études de neuro-imagerie sur la localisation du traitement de la langue des signes dans le cerveau confirme l'implication d'un réseau linguistique central (commun aux langues vocales et gestuelles).
- Elle confirme également une dissociation entre le traitement neuronal de la langue des signes et celui de la pantomime et de la communication gestuelle en général.
- Cependant, le modèle proposé souligne que les régions bilatérales impliquées dans la perception et l'organisation visuospatiales sont cruciales à la fois dans les langues des signes et dans le traitement des pantomimes/gestes (en particulier pour certaines composantes de la langue des signes : par exemple, les classificateurs, la prise de perspective,...).

Neurolinguistique des langues des signes

Sketch of the neural network for sign comprehension

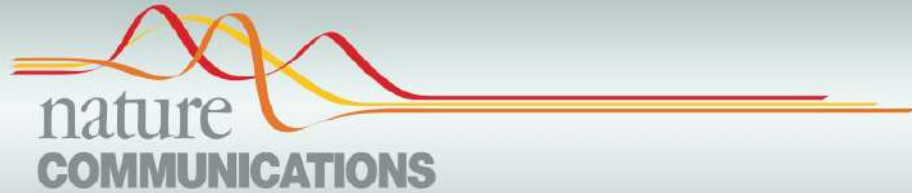


Sketch of the neural network for sign production



c.f. Emmorey, K. (2021). New Perspectives on the Neurobiology of Sign Languages. *Frontiers in communication*, 252.

Plasticité neuronale et langue des signes



Received 18 Jul 2012 | Accepted 9 Jan 2013 | Published 12 Feb 2013

DOI: [10.1038/ncomms2463](https://doi.org/10.1038/ncomms2463)

OPEN

Dissociating cognitive and sensory neural plasticity in human superior temporal cortex

Velia Cardin^{1,2}, Eleni Orfanidou^{1,3}, Jerker Rönnerberg², Cheryl M. Capek⁴, Mary Rudner² & Bencie Woll¹

- La plasticité neuronale est la réorganisation fonctionnelle et structurelle du cerveau en réponse à un événement donné.
- Objectif : décrire les trajectoires d'organisation corticale consécutive à la privation auditive et à l'acquisition d'une langue des signes.

Plasticité neuronale et langue des signes

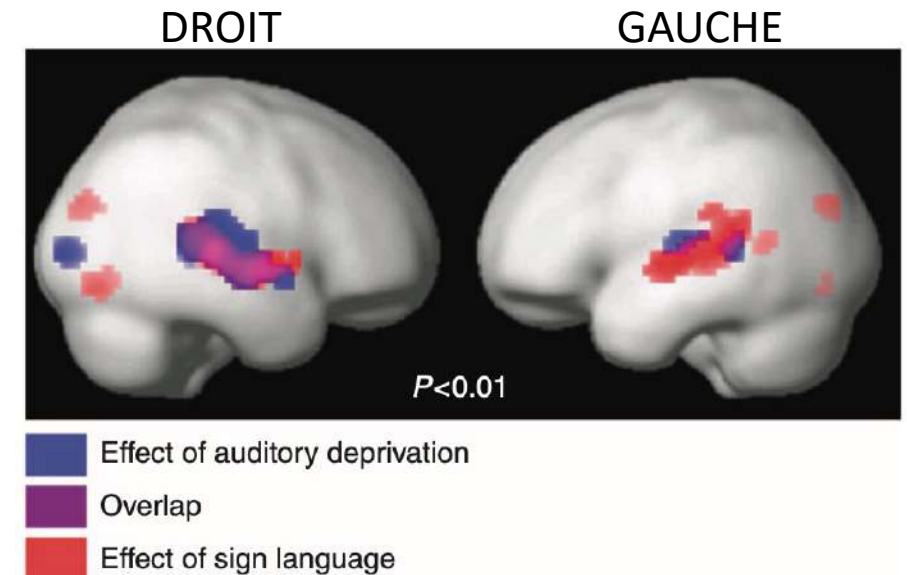
- *Technique* : IRMf.
- *Population* :
 - 15 SS : Sourds Signants de la BSL
 - 10 SO : Sourds anglais non-signants (Oralistes)
 - 18 EN : Entendants Non-signants (locuteurs natifs de l'anglais)
- Pour SS et SO : perte auditive sévère/profonde précoce ; exposition précoce à la BSL et à l'anglais (lecture labiale) respectivement.
- Les résultats ont été reproduits avec des sourds signants suédois (SSL) pour une validation interlinguistique.

Plasticité neuronale et langue des signes

- *Procédures* : reconnaissance de la configuration manuelle dans une vidéo
→
 - configuration manuelle présentée en mode statique;
 - 4 types de vidéo (signe en BSL ou signe en SSL ou pseudosigne ou geste);
 - « la configuration manuelle est-elle présente dans la vidéo ? » Réponse oui/non.
- La reconnaissance de la configuration manuelle est une tâche linguistique (métaphonologique):
 - uniquement pour le groupe des sourds signants et
 - uniquement lorsqu'il s'agit de matériel linguistique (vidéo d'un signe)

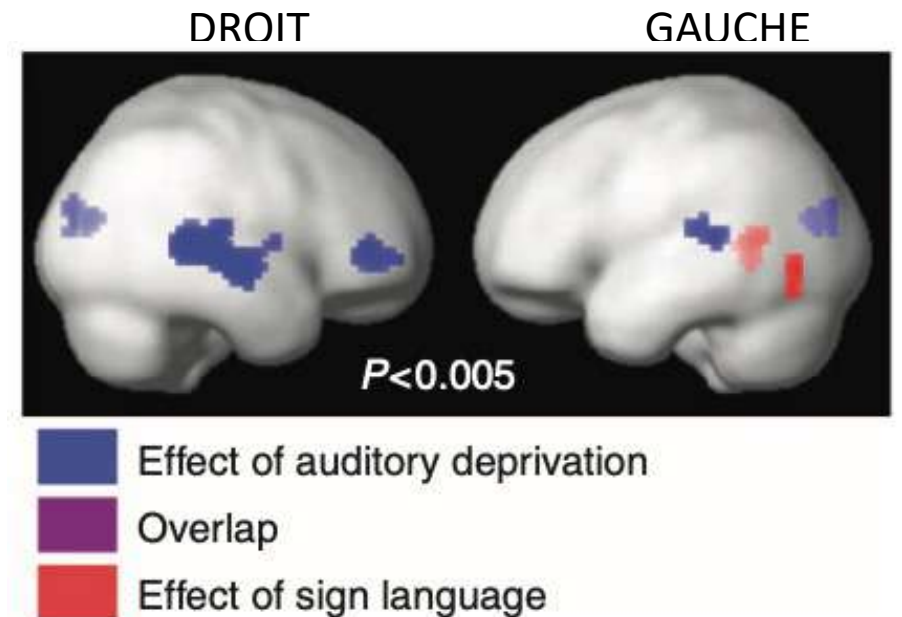
Plasticité neuronale et langue des signes

- *Résultats :*
 - [SS>EN] + [SO>EN] : effet de la privation auditive (zones du lobe temporal supérieur droit)
 - [SS>EN] + [SS>SO] : effet de l'acquisition du langage (gyrus temporal supérieur gauche, traitement de l'audition et de la parole)



Plasticité neuronale et langue des signes

- *Résultats :*
 - En l'absence de stimuli linguistiques, l'activation du gyrus temporal supérieur gauche n'est plus présente ou distinctive du groupe des SS.



Plasticité neuronale et langue des signes

- La privation auditive détermine une organisation corticale différente de celle des entendants.
- L'exposition précoce à une langue des signes détermine une trajectoire différente de organisation corticale : les zones impliquées dans le traitement des sons de la parole chez les personnes entendants (STG gauche) sont activées pendant le traitement des signes → plasticité neuronale (réorganisation fonctionnelle).
- Les facteurs sensoriels et cognitifs entraînent une plasticité dans des substrats anatomiques et fonctionnels distincts.
- Comment ces résultats peuvent-ils éclairer les choix médicaux, sociaux ou pédagogiques ?

Visual takeover hypothesis

doi:10.1093/brain/awr329

Brain 2012; 135; 555–568 | 555

BRAIN
A JOURNAL OF NEUROLOGY

Visual activation of auditory cortex reflects maladaptive plasticity in cochlear implant users

Pascale Sandmann,¹ Norbert Dillier,² Tom Eichele,^{3,4} Martin Meyer,⁵ Andrea Kegel,² Roberto Domingo Pascual-Marqui,⁶ Valentine Leslie Marcar,⁷ Lutz Jäncke⁸ and Stefan Debener¹

Cross-modal reorganization in the auditory cortex has been reported in deaf individuals. However, it is not well understood whether this compensatory reorganization induced by auditory deprivation recedes once the sensation of hearing is partially restored through a cochlear implant. The current study used electroencephalography source localization to examine cross-modal reorganization in the auditory cortex of post-lingually deafened cochlear implant users. We analysed visual-evoked potentials to parametrically modulated reversing chequerboard images between cochlear implant users ($n = 11$) and normal-hearing listeners ($n = 11$). The results revealed smaller P100 amplitudes and reduced visual cortex activation in cochlear implant users compared with normal-hearing listeners. At the P100 latency, cochlear implant users also showed activation in the right auditory cortex, which was inversely related to speech recognition ability with the cochlear implant. These results confirm a visual take-over in the auditory cortex of cochlear implant users. Incomplete reversal of this deafness-induced cortical reorganization might limit clinical benefit from a cochlear implant and help explain the high inter-subject variability in auditory speech comprehension.

Visual takeover hypothesis

Predicting cochlear implant outcome from brain organisation in the deaf

Anne-Lise Giraud^{a,*} and Hyo-Jeong Lee^{a,b}

^aInserm U742, UPMC-Paris 6 & Département d'études cognitives, Ecole Normale Supérieure, Paris, France

^bDepartment of Otolaryngology, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Restorative Neurology and Neuroscience 25 (2007) 381–390

Sign language 'heard' in the auditory cortex

Hiroshi Nishimura^{*†}, Kazuo Hashikawa[‡],
Katsumi Doi[†], Takako Iwaki[†],
Yoshiyuki Watanabe[§], Hideo Kusuoka^{*},
Tsunehiko Nishimura^{*}, Takeshi Kubo[†]

^{*}Division of Tracer Kinetics, [†]Department of Otorhinolaryngology, [‡]Department of Nuclear Medicine, and [§]Department of Radiology, Osaka University Medical School, Yamada-oka, Suita City, Osaka, Japan
e-mail: hiroshi@tracer.med.osaka-u.ac.jp

NATURE | VOL 397 | 14 JANUARY 1999 | www.nature.com

Programmed critical periods in hearing may, however, interact with other factors, particularly with early sensory experience. As an illustration, we note the differences among born-deaf children between those raised by deaf parents using sign language and those raised by hearing parents. Although there might be a cultural advantage for a born-deaf child being raised by deaf parents and taught language at a “normal” age, exposure to sign language in the first three years of life locks the language system into a vision-only configuration that prevents possible future acquisition of auditory language. No matter how hard deaf-signers try to use a cochlear implant, new auditory representations rarely connect with established visual language representations (Nishimura et al., 1999). This is obviously true for late implanted children, but even young children experience difficulties with implants if they previously had good mastery of sign-language. Attempts to implant adult sign-users usually yield nothing more



Première réponse

- Les études qui montreraient un effet négatif d'une L1 signée sur la langue vocal à la suite d'un implant cochléaire cachent un biais méthodologique.
- Cette partie de l'échantillon a reçu l'implant cochléaire plus tard que la partie de l'échantillon non exposée à la langue des signes.
- En corrigeant ce facteur de confusion, l'association négative entre la langue des signes et l'implant cochléaire disparaît.

How does visual language affect crossmodal plasticity and cochlear implant success?

C.R. Lyness^{a,*}, B. Woll^b, R. Campbell^b, V. Cardin^{b,c}

[Neuroscience and Biobehavioral Reviews 37 \(2013\) 2621–2630](#)



Deuxième réponse

- Les citations présentées dans les diapositives ci-dessus sont basées uniquement sur des données d'activation cérébrale et non sur des données comportementales.
- Passer directement du premier au deuxième niveau est une hypothèse trop simpliste.

Troisième réponse

- Même en supposant que le phénomène de *Visual Takeover* ait lieu, les données provenant de personnes sourdes sans implant cochléaire montrent que l'acquisition du langage vocal est favorisée par une L1 signée solide.

Mayberry, R. I., Lock, E., & Kazmi, H. (2002). Linguistic ability and early language exposure. *Nature*, 417(6884), 38-38.

<https://doi.org/10.1038/417038a>