

## **LATERALISATION HEMISPHERIQUE ET LANGUES A TONS: EXEMPLE DU BAMBARA, LANGUE NATIONALE DU MALI.**

### **LATERAL-DOMINANCE AND TONE LANGUAGES: APPLICATION TO BAMBARA, NATIONAL LANGUAGE OF MALI**

**V. Rey\*, M. Habib\*\*, Giusiano B.\*\*.**

*\* Laboratoire Parole et Langage, ESA 6057 - CNRS, Université de Provence  
& CNRS, 29 av. Robert Schuman, 13621 Aix-en-Provence Cedex 1.  
FRANCE (e-mail : rey@lpl.univ-aix.fr; tel: (33) (0) 4 42-95-35-94*

*\*\*Cognitive Neurology Laboratory, University Hospitals, Marseille,  
FRANCE*

*Service de Neurologie, CHU Timone, 13385 Marseille Cedex 5 (e-mail :  
rnp@romarin.univ-aix.fr; tel (33) (0) 4 91 38 59 26*

#### **Abstract**

The aim of this study was to detect a difference of hemispheric lateralization between speakers of a native tone language (Bambara, a Mali language) and European languages. Four series based on dichotic listening method were used with 10 Bambara speakers with French education and 10 French speakers: They had to select: first high tone words among Bambara monosyllabic words; second phoneme [b] among French monosyllabic words; third phoneme [b] among Bambara monosyllabic words; and fourth the high tone Bambara word meaning "honey" among Bambara monosyllabic words. The results show a difference between Bambara and French speakers for hemispheric lateralization.

**Keywords:** Hemispheric lateralization; Tone language; Prosody; Speech perception; Bambara.

## 1. INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans une problématique très particulière: les nouvelles technologies en neurophysiologie du langage reposent les questions fondamentales sur les relations entre le langage et son substrat cérébral, grâce à la neuroimagerie fonctionnelle, principalement la tomographie par émission de positons (TEP). L'enregistrement de débits sanguins chez des volontaires sains, pendant la réalisation de tâches linguistiques comparées à d'autres tâches de référence permet de dégager des zones de stimulation du cerveau. Ces résultats offrent des perspectives nouvelles sur les données anatomo-cliniques classiques. Ainsi par exemple, Mazoyer *et al* (1993) cité par Habib *et al* (1996), ont étudié la parole continue en TEP: ils ont comparé l'écoute passive d'une histoire signifiante en Français, langue maternelle des sujets, et en Tamoul, langue inconnue des sujets. L'histoire en Tamoul active de façon bilatérale la région temporale supérieure, l'histoire en français se traduit par une activation des deux régions temporales supérieures, de la région temporale moyenne gauche, et des deux pôles temporaux; dans les régions activées bilatéralement, l'activation est plus nette dans l'hémisphère gauche.

Aujourd'hui, selon Habib *et al* (1996), deux points demeurent valides dans le traitement du langage: la prééminence de l'hémisphère gauche et la présence au sein de cet hémisphère de deux régions cruciales, la zone de Broca et la zone de Wernicke. Ce type d'approche est aujourd'hui reconnu dans sa capacité à apporter des informations nouvelles. En tant que linguiste, il nous paraît très intéressant de rappeler la diversité des langues: si l'on a aujourd'hui des moyens techniques permettant de dégager les zones du cerveau activées lors de tâches linguistiques, ne les réservons pas exclusivement à quelques hommes anglophones ou francophones.

La localisation des activités langagières se décomposent en au moins deux étapes. La première concerne la structure des langues maternelles. Toutes les langues se caractérisent par leur double articulation, à savoir la combinatoire des phonèmes et des morphèmes. Il s'agit de la description segmentale des unités. Certaines langues se caractérisent par l'ajout d'une unité minimale, le tonème, comparable au phonème, et se situant au niveau prosodique. Ces langues sont les "langues à tons" (pour une explication phonétique du développement tonal, cf. Hombert, 1975). La deuxième étape concerne l'acquisition de l'écriture et de la lecture, c'est-à-dire, le passage de la conscience implicite des phonèmes à la conscience explicite. Ce passage s'exprime par l'acquisition des graphèmes.

Des approches cliniques et expérimentales mettent en évidence l'avantage de l'hémisphère droit (HD) pour le traitement et la reconnaissance de hauteur musicale à partir de stimuli acoustique complexe (Pihan 1997). Les unités segmentales (phonèmes et morphèmes) seraient préférentiellement traitées dans l'hémisphère gauche (HG). L'acquisition des graphèmes est de type analytique et semblerait être localisée dans l'hémisphère gauche (Habib *et al*, 1996). On aurait donc un hémisphère spécialisé dans le traitement des unités minimales segmentales et un hémisphère spécialisé dans le traitement des phénomènes prosodiques.

Quand des phénomènes prosodiques sont également des unités minimales d'une langue donnée, que devient cette spécialisation? Le tonème est en effet une unité intéressante car il présente les deux caractéristiques: unité minimale et unité prosodique. En terme de spécialisation hémisphérique, deux situations peuvent se présenter. Soit les unités minimales

sont préférentiellement traitées par le HG et alors les tons, malgré leurs caractéristiques prosodiques, sont préférentiellement traités par le HG. Soit la propriété prosodique domine, et le HD donnera un meilleur score. Les travaux sur le langage des signes (Armstrong, *et al.*, 1981) qui attestent d'une spécialisation hémisphérique (HG) auraient tendance à étayer la première hypothèse.

Le problème est alors le suivant: la structure de telle langue maternelle a-t-elle une incidence sur les implications hémisphériques préférentielles dans le traitement du langage? Plus particulièrement, les langues dites tonales traitent-elles les tons comme des unités linguistiques minimales, dans l'hémisphère gauche, ou bien les deux hémisphères sont-ils nécessaires?

## 2. ETAT DE LA QUESTION

Les seules études qui existent à ce jour, furent réalisées avec une technique particulière, l'écoute dichotique. Le principe est le suivant: l'auditeur entend simultanément un mot dans chaque oreille et doit effectuer une tâche linguistique sur ces mots (par exemple, reconnaître le phonème [b] dans le mot "beau"). Traditionnellement, l'oreille droite est l'oreille directrice pour les exercices linguistiques, révélant une activation du HG, tandis que l'oreille gauche révèle une activation du HD. En conséquence, si le traitement de la parole est localisé dans le HG, lors de l'écoute simultanée de mots, le sujet réalisera davantage de fautes avec l'oreille gauche, car le mot entendu à gauche nécessite plus de temps dans la reconnaissance que le mot entendu à droite. Grâce à ce principe, on peut dégager des hypothèses sur la latéralisation hémisphérique.



Fig 1: Ecoute dichotique

Différentes études de ce type ont porté sur des langues tonales, à savoir le Thai, le Chinois, le Norvégien. A notre connaissance les langues tonales africaines ne sont pas explorées. Toutes ces études mettent en évidence la prédominance de l'hémisphère gauche pour le traitement des tons. Ainsi, les tons seraient des unités minimales comparables aux phonèmes

ou aux morphèmes. Néanmoins certaines limites nous paraissent importantes: ce sont toujours des auditeurs adultes qui ont réalisés les tests expérimentaux: ils ont tous suivi une formation scolaire dans leur langue maternelle. Enfin, ce sont toujours des langues écrites. Or l'apprentissage de la lecture et l'écriture affecte cette spécialisation. Habib (1995:205) mentionne que les écritures "sont susceptibles de conférer aux rapports cerveau-langage une organisation particulière". Des écritures idéographiques risquent d'être situées hors des aires du langage, et sans doute moins latéralisées à l'hémisphère gauche. Dans des langues non tonales, des écritures alphabétiques auront tendance à renforcer la latéralisation à l'hémisphère gauche.

Afin de séparer l'influence de la structure de la langue de celle de l'écriture et de la lecture, nous nous proposons d'étudier une population présentant une langue maternelle non écrite et une autre langue écrite acquise dès le primaire.

### 3. METHODOLOGIE

Nous avons choisi des auditeurs dont la langue maternelle n'est pas écrite, et dont la scolarité ne s'est pas réalisée dans leur langue maternelle: il s'agit d'hommes adultes bambaraphones, ayant suivi une scolarité en langue française. Le bambara est une des langues nationales du Mali, c'est une langue tonale à tradition orale. Le français, langue écrite, est l'unique langue officielle du Mali. Les auditeurs manipulent donc dès l'enfance deux structures linguistiques très différentes: la structure de la langue tonale, le bambara, est toujours implicite (il n'existe ni grammaire, ni dictionnaire accessibles à la population) et la structure de la langue scolaire qui est très rapidement explicite. Notre hypothèse est que dans ces conditions-là, les tons ne seront pas traités exclusivement avec le HG.

Nous avons choisi 10 hommes français et 10 hommes bambara. Ils sont tous droitiers et ont un niveau de formation universitaire comparable. A l'aide de la technique de l'écoute dichotique nous avons construit les tests suivants: 1/ reconnaître le ton haut dans des mots monosyllabiques bambara 2/ reconnaître le phonème [b] dans des mots monosyllabiques français, du type "bon, ton, don", 3/ reconnaître le phonème [b] dans des mots monosyllabiques bambara, 4/ reconnaître le mot bambara signifiant "miel", mot monosyllabique à ton haut. Seuls les bambara effectuaient ce dernier test. Ils entendent 12 stimuli identiques par oreille.

### 4. RESULTATS

#### 4.1 Résultats des auditeurs bambara

Nous ne discuterons que des résultats des auditeurs bambara, les auditeurs français ont des résultats correspondants à la littérature. Les nombres sont des moyennes des résultats justes pour chaque oreille: ils entendent 12 stimuli pour chaque oreille.



Table 1. Résultats des auditeurs bambara

	miel	miel	b/b	b/b	b/f	b/f	h	h
	od	og	od	og	od	og	od	og
moyenne	8	11	11,6	10,6	9	9	4	7,9
écart-type	2,75	1,33	0,52	1,58	1,63	3,89	2,75	3,60

légende: h, ton haut; b/f, reconnaissance du phonème b dans un mot français; b/b, reconnaissance du phonème b dans un mot bambara; miel, reconnaissance du mot bambara, di "miel".

Les résultats montrent une absence de spécialisation hémisphérique pour les tâches segmentales (reconnaître [b] dans un mot bambara (b/b) et reconnaître [b] dans un mot français (b/f)) et une spécialisation de l'hémisphère droit pour la reconnaissance du mot signifiant "miel", et du ton haut /h/.

Les écart-types révèlent une grande disparité chez les auditeurs pour la reconnaissance du mot miel avec l'hémisphère gauche (od=2,75), la reconnaissance du phonème [b] dans un mot français avec l'hémisphère droit (og= 3,89) et des écart-types importants dans la reconnaissance tonale. Ces valeurs indiquent des stratégies très différentes entre les auditeurs. La reconnaissance du mot miel, qui nécessite le décodage d'un ton, est gérée de façon plus homogène avec l'hémisphère droit.

Mais pour les tâches de reconnaissance d'un phonème bambara, il n'apparaît pas de spécialisation et la stratégie des auditeurs est homogène (faible écart-type). Pour le phonème français, il n'apparaît pas non plus de spécialisation, mais les auditeurs ont des stratégies différentes pour l'hémisphère droit (écart-type= 3,89).

#### 4.2 Comparaison des résultats entre les deux populations

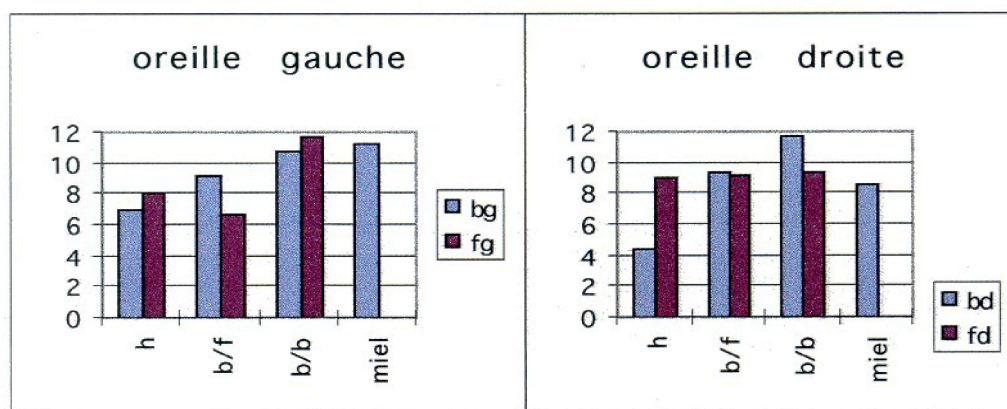


Fig. 2. Présentation des résultats

légende: bg, bambara, oreille gauche, bd, bambara oreille droite, fg, français oreille gauche, fd, français oreille droite; h, ton haut; b/f, reconnaissance du phonème b dans un mot français; b/b, reconnaissance du phonème b dans un mot bambara; miel, reconnaissance du mot bambara, di (ton haut) "miel".

Les auditeurs français réalisent de bons résultats pour la reconnaissance du ton haut et le phonème [b] "bambara". Mais il ne se dégage pas de spécialisation hémisphérique pour ces tâches. Enfin, seuls les auditeurs français présentent une différence de traitement entre les deux hémisphères pour le phonème [b] "français". Si ce dernier résultat est conforme à la littérature, il est intéressant de noter que si ce même phonème appartient à une langue inconnue des auditeurs, la spécialisation hémisphérique paraît moins marquée.

## 5. DISCUSSION

Nous pensions que les unités tonales ne présenteraient pas une spécialisation hémisphérique comme pour les autres unités linguistiques. Comme dans la littérature, les langues tonales sans tradition écrite n'étaient pas étudiées, nous avons opposé une langue à tradition orale à une langue à tradition écrite.

Malgré la taille réduite de l'échantillon, il nous paraît intéressant de dégager des stratégies différentes entre les auditeurs bambara et les auditeurs français: les auditeurs bambara ont tendance à traiter les unités tonales avec l'hémisphère droit, tandis que les unités segmentales ne sont pas traitées préférentiellement par l'hémisphère gauche. Les auditeurs bambara n'ayant aucune connaissance explicite de leur langue semble ne pas développer une spécialisation hémisphérique du langage en bambara. Mais leur stratégie est hétérogène pour la reconnaissance d'un phonème français avec l'oreille gauche, comme si l'influence de la scolarité en français était différente selon les personnes. Les auditeurs français ont également deux stratégies de reconnaissance du phonème [b] si celui-ci est dans un mot français ou dans un mot bambara. Ces résultats tendraient à prouver l'influence de l'apprentissage de la lecture et de l'écriture sur les phénomènes de latéralité: tant que la langue est implicite, les unités linguistiques ne seraient pas localisées; à partir du moment où elles deviennent explicites, il y aurait une spécialisation et donc une localisation.

Ainsi l'apprentissage de l'écriture et de la lecture renforcerait le phénomène de spécialisation du traitement des unités minimales linguistiques.

Ceci constitue en fait une nouvelle hypothèse: la langue bambara est intéressante davantage par son aspect non écrit que par sa structure tonale. En effet, à la différence des illettrés français, le bambara ne voit jamais sa langue écrite et ceci est d'après nous une différence plus importante que la structure linguistique elle-même. Ce ne serait pas tant la structure d'une langue donnée qui influencerait les spécialisations hémisphériques, mais la nature implicite ou explicite de sa structure. Poursuivre nos travaux signifie donc mieux comprendre en terme neurolinguistique, les différences entre langues écrites et langues exclusivement à tradition orale.

## REFERENCES

- Armstrong D.F., Katz S.H., 1981, Brain Laterality in Signed and Spoken Language: A Synthetic Theory of Language Use, *Sign-Language-Studies*, Burtonsville, MD (SLS), **33**, pp. 319-350.
- Ip K.F., Hoosain R., (1993), Dichotic listening of Chinese and English words, *Psychologia-An-International-Journal-of-Psychology-in-the-Orient*; **36:3**, pp. 140-143.

- Hu Y.H., Qiuo Y.G., Zhong G.Q., (1990), Crossed aphasia in Chinese: A clinical survey, *Brain-and-Langage*, **39:3**, pp. 347-356.
- Gandour J., Ponglorpisit S., Khunadorn F., Dechongkit S., Boogird P., Booklam R., Potisuk S., (1992), Lexical Tones in Thai after Unilateral Brain Damage, *Brain-and-Langage*, **43:2**, pp. 275-307
- Gandour J., Potisuk S., Ponglorpisit S., Dechongkit S., Khunadorn F., Boongird P., (1996), Tonal Coarticulation in Thai after Unilateral Brain Damage, *Brain-and-Langage*, **52:27**, pp. 503-535.
- Habib M., (1995), *Bases neurologiques des comportements*, Masson, Paris.
- Habib M., Démonet J-F, Frackowiak R., (1996), Neuroanatomie cognitive du langage: contribution de l'imagerie fonctionnelle cérébrale, *Rev. Neurol (Paris)*, **152:4**, pp. 249-260.
- Moen I., (1993), Functional lateralization of the perception of Norwegian word tones: Evidence from a dichotic listening experiment, *Brain-and-Langage*, **44:4**, pp. 400-413.
- Hombert, J-M. (1975), *Towards a theory of tonogenesis: an empirical, physiologically and perceptually-based account of the development of tonal contrasts in language*. Berkeley: U. of California dissertation.
- Pihan, H. E. Altenmüller and H. Ackermann (1997), The cortical processing of perceived emotion: a DC-potential study on affective speech prosody, *Cognitive Neuroscience and Neuropsychology* **8**, pp. 623-627.
- Poizner H., Kegl J., (1992), Neural basis of language and motor behaviour: Perspectives from American Sign Language, *Aphasiology*, **6:3**, pp. 219-256.