

# Mbochi : corpus oral, traitement automatique et exploration phonologique

Annie Rialland <sup>1</sup>, Martial Embanga Aborobongui <sup>1</sup>, Martine Adda-Decker<sup>1, 2</sup>,  
Lori Lamel<sup>2</sup>.

(1) LPP, UMR 7018, 19, rue des Bernardins 75005 Paris

(2) LIMSI, UPR 3251, bât. 508, rue John von Neumann, 91403, Orsay  
annie.rialland@univ-paris3.fr, aborobongui@yahoo.fr,  
{madda, lamel}@limsi.fr

## RESUME

---

Nous décrivons la constitution d'un corpus oral en langue mbochi, une des langues bantoues parlées au Congo-Brazzaville, cataloguée comme C25 dans le riche inventaire de ces langues. Le matériel enregistré comprend dans un premier temps de la lecture de contes de tradition orale, transcrits par un des co-auteurs, natif de la langue. Un deuxième volet incluant de la parole radiophonique est prévu. Le corpus a été ensuite aligné automatiquement en mots et en segments phonémiques, permettant des études acoustico-phonétiques et phonologiques à grande échelle. Il permettra à terme d'envisager la mise au point d'un système de transcription automatique pour cette langue sous-dotée. Dans l'immédiat, les ressources nous permettent de présenter une description de la langue et d'étudier des processus phonologiques entraînant des élisions de voyelles à la frontière de mots. Le corpus créé, permettant de documenter le mbochi et d'améliorer sa visibilité sur la toile, pourra être mis à disposition d'autres chercheurs.

## Abstract

### **Mbochi: oral corpus, automatic processing & phonological mining**

This contribution describes ongoing research on Mbochi, a Bantu C language spoken by more than 100000 native speakers in Congo-Brazzaville. A first oral corpus has been collected as read speech corresponding to 3 folktales. It has been transcribed by one of the co-authors and it will be extended to radio broadcasts. The corpus is aligned automatically into words and phonemic segments, allowing acoustic-phonetic and phonological studies on a large scale. It is providing the first step towards an automatic transcription system for this under-resourced language. Currently, these resources allow us to improve the description of the language and to improve our knowledge of the nature and conditions of phonological processes such as vowel elision with or without compensatory lengthening at word junctions. The corpus which will contribute to the documentation of Mbochi and its visibility on the web, will be made available to other researchers.

---

**MOTS-CLES :** mbochi, alignement automatique, élision vocalique, dissimilation consonantique.

**KEYWORDS :** Mbochi, automatic alignment, vowel elision, consonantal dissimilation

---

# 1 Introduction

Le mbochi (ou embósi, son nom dans la langue même) est une langue sans standard d'écriture, sous-dotée en termes de ressources, qu'elles soient électroniques ou non. Le but de notre travail est de commencer à combler cette lacune en constituant un corpus aligné automatiquement. L'alignement automatique a dû être adapté à des caractéristiques du mbochi, en particulier, à ses processus d'élimination vocalique qui génèrent de nombreuses variantes de mots. L'article présentera cette adaptation avec des résultats quantifiés. Il montrera également comment ces corpus annotés peuvent devenir des outils permettant de documenter à grande échelle les contextes d'occurrence de processus phonologiques. La langue et ses principales règles phonologiques seront d'abord présentées avant d'aborder la partie expérimentale.

## 2 Présentation de la langue mbochi

Le mbochi est une langue bantoue du groupe C, appartenant au sous-groupe mbochi et répertoriée comme C 25 dans la classification de Guthrie (1967-1970). Elle comporte plusieurs dialectes, en particulier le dialecte de Boundji qui retiendra plus particulièrement notre attention dans la présente étude.

### 2.1 Situation et statut de la langue

Le mbochi est principalement parlée dans le Nord du Congo-Brazzaville, en terre mbochi située dans la région de la cuvette Ouest, mais aussi dans les grandes villes et dans la diaspora. Le nombre de locuteurs de la langue en terre mbochi était estimé à 108 000 en 2000 d'après le site Ethnologue (<http://www.ethnologue.com>), chiffre reconnu comme très approximatif.

Le mbochi est une langue qui n'a pas de forme d'écriture officielle et qui a été très peu écrite. Les documents écrits en mbochi, avec des notations qui sont propres à chaque auteur ou groupe d'auteurs, sont très peu nombreux : on trouve un recueil de contes (Obénga, 1984), des brochures (par la SIL CONGO, en particulier), des textes peu diffusés pour l'éducation religieuse. La Bible n'est pas disponible en mbochi. La langue écrite utilisée dans la région est le français, qui est la langue de l'éducation et la langue officielle du Congo-Brazzaville. Actuellement, il n'y a pas de projet pour donner une forme écrite officielle au mbochi ni pour l'utiliser dans l'éducation.

Boundji, sous-préfecture de la région de la Cuvette, a depuis 2009 une chaîne de radio-télévision ALIMA FM. Cette chaîne a un rayon d'émission de 50 km et couvre 32 villages de la sous-préfecture de Boundji. Elle diffuse des informations à la fois locales et internationales ainsi que diverses émissions en français, en lingala et dans les deux langues de la région : le mbochi et le teke lima. Cette nouvelle chaîne commence à jouer un rôle important dans la revitalisation des langues et des cultures de la région, dans la redécouverte des contes, des chants traditionnels qui n'étaient plus chantés que par les personnes âgées dans les réunions familiales ainsi que des traditions musicales.

Par ailleurs, on note que les téléphones portables sont très répandus et que les SMS sont écrits en français.

Ainsi, à ce jour, le mbochi est fondamentalement une langue non écrite, dont les formes orales commencent à bénéficier du soutien d'une diffusion par de nouvelles techniques de communication.

## 2.2 Principales études sur le mbochi

Un certain nombre de travaux ont porté sur le mbochi, en particulier : Ollassa 1969, Obénga 1976, 1984, Fontaney 1988, 1989, Ndinga Oba 2003, 2004, Leitch 1997, Amboulou 1998, Bedrosian 1998, Chatfield 1999, Beltzung & al 2010, Embanga Aborobongui & al 2011, Embanga Aborobongui & al (sous presse).

Le plus complet est actuellement la thèse d'Amboulou (1998) qui présente une description d'ensemble d'un des dialectes, le dialecte olee. Des questions plus spécifiques ont été approfondies par divers auteurs : ainsi, les processus d'harmonie vocalique se sont trouvés mieux compris grâce à l'étude de Leich (1997), qui a montré que le trait actif était le trait RTR. Les processus tonals, quant à eux, ont été éclairés par Embanga Aborobongui et al. (sous presse) qui ont dégagé le rôle central d'une contrainte d'évitement de contour dans les modifications tonales observées.

## 2.3 Principales caractéristiques phonologiques du mbochi

Les syllabes possibles en mbochi sont de la forme : CV, CVV, V ou VV. Comme la plupart des langues bantoues, le mbochi n'a pas de syllabes fermées, c'est à dire se terminant par une consonne.

Le mbochi a un système vocalique comportant 7 voyelles, qui peuvent être analysées selon les traits : [haut], [rond], [bas] et [RTR].

	i	e	ɛ	a	ɔ	o	u
<b>Haut</b>	*						*
<b>Rond</b>					*	*	*
<b>Bas</b>				*			
<b>RTR</b>			*	*	*		

TABLE 1. Les voyelles du mbochi

Les traits [RTR] (Retracted Tongue Root) et [Rond] sont actifs dans les harmonies vocaliques (voir Leich, 1997).

Chaque voyelle a un pendant long, qui correspond à deux mores vocaliques et est noté en doublant la voyelle (*aa* pour *a* long, par exemple).

Le mbochi compte 24 consonnes, présentées dans le tableau ci-dessous :

	<i>Bilabiales</i>		<i>Labiodentales</i>		<i>Alvéolaires</i>		<i>Alvéopalatales et palatales</i>		<i>Vélares</i>
Occlusives	p	b	pf	bv	t	d	ts	dz	k
Pré-nasalisée		mb		mbv		nd		ndz	ng
Nasales		m				n		ɲ	ŋ
Fricatives			f				s		
Approximantes	β				r/l				
Semi-voyelles	w						y		

TABLE 2. Les consonnes du mbochi

Les points marquants du système sont : la série de prénasalisées, la présence d'un  $\beta$  dans le système à côté d'un  $b$ , le grand nombre de consonnes labiales et l'absence de  $g$ .

Par ailleurs, le mbochi possède deux tons : un ton haut et un ton bas. Chaque ton est porté par une more et toute more porte un ton. Une contrainte absolue interdit tout contour sur une more et déclenche des processus permettant d'éviter toute configuration non conforme, en particulier, à la suite de l'élision de voyelle (voir Embanga Aborobongui et al., sous presse).

Le mbochi présente des règles de dissimilation consonantique et d'élision vocalique très productives.

Les règles de dissimilation consonantique concernent les préfixes de forme CV précédant les noms (préfixes de classe) et les verbes (marqueurs personnels). La dissimilation est totale dans le sens où la consonne tombe lorsque le préfixe précède une racine commençant par une consonne. Cette règle génère un ensemble d'allomorphes : ainsi le préfixe de la classe 2 *ba-* apparaît-il sous la forme *b(a)* devant une racine qui commence par une voyelle et sous la forme *a* devant une racine commençant par une consonne. Les exemples suivants illustrent cette alternance :

1. *ba + ásí* → *b-ásí* « épouses »
2. *ba + ána* → *b-ána* « enfants »
3. *ba + kondzi* → *a-kondzi* « chefs »
4. *ba + kúsu* → *a-kúsu* « tortues »

(voir Beltzung et al. 2010)

Le processus de dissimilation ne s'accompagne pas d'une disparition totale de la consonne : elle laisse une trace, une position consonantique qui entraîne la formation d'une voyelle longue dans certains contextes (voir ex. 7 et 8). Cette consonne, qu'on peut dire « flottante » sera notée entre parenthèses.

Des processus d'élision vocalique se produisent régulièrement à la rencontre de deux mots phonologiques (c'est à dire de l'ensemble : mot + clitiques) lorsque le premier mot phonologique (MP) se termine par une voyelle et le deuxième commence par une voyelle. Dans le cas général (en l'absence de consonne flottante et en dehors de la suite a + i), la dernière voyelle (ou la dernière more) du premier MP tombe.

Exemples :

5. oyúlámbi  
(m)o-yúl á-lámb-i  
Cl1.femme Cl1.Pas-cuisiner-Récent  
« La femme a cuisiné. »

6. okondzaseri  
(m)o-kondzi á-ser-i  
Cl1.chef Cl1.Pas-dire-Récent  
« Le chef a dit. »

Lorsque *a* et un *i* viennent en contact, il y a optionnellement une coalescence, résultant en la formation d'une voyelle intermédiaire *e* ou *ɛ* (en fonction de l'harmonie vocalique avec la voyelle suivante).

Les consonnes flottantes interviennent dans ces processus d'élision, engendrant la formation de voyelles longues, comme l'illustrent les exemples suivants :

7. ayúlaalámbi  
(b)a-yúl (b)á-lámb-i  
Cl2.femme Cl2.Pas-cuisiner-Récent  
« Les femmes ont cuisiné. »

8. akondzaaseri  
(b)a-kondzi (b)á-ser-i  
Cl2.chef Cl2.Pas-dire-Récent  
« Les chefs ont dit. »

Les voyelles longues résultent d'un allongement compensatoire, dans la mesure où la voyelle suivante s'est allongée pour compenser la perte de la première voyelle. La présence de la consonne flottante a pour effet de maintenir la more de la première voyelle et de la protéger de l'élision.

Ajoutons que des mécanismes de restructuration tonale sont associés à ces processus d'élision. Ces divers mécanismes tonals et segmentaux sont en cours d'étude par M. Embanga Aborobongui (en préparation).

### 3 Corpus et méthodes

L'étude se situe dans la ligne d'études précédentes sur des langues africaines sous dotées, fondées sur des corpus oraux et utilisant une procédure d'alignement automatique originellement développée pour des langues « bien dotées » (A. Sharma Grover & al. 2010, Gelas & al. 2010).

**Corpus** Le corpus utilisé dans cette étude repose sur la lecture de contes traditionnels, une des rares oeuvres transcrites de langue mbochi (Obenga 1984). Ces contes ont été lus par un locuteur natif. La présente étude se limite à trois de ces contes: *ndéngé yá diá tsési mwéné* «Le lièvre et l'éléphant», *εβῶ bá la ɔɔɔ* «*La main et la bouche*» et *Lekú áyaá la ayúlu* «*La mort et la femme*» d'une durée totale de 10 minutes.

Pour ces trois contes, une transcription manuelle avec notation des consonnes flottantes entre parenthèses a été effectuée.

Le tableau 3 donne une description du corpus en termes de phonèmes et de mots (types et tokens) inclus dans le corpus, de nombre de jonctions de mots avec deux voyelles venant en contact (V1#V2) ou deux voyelles et consonne flottante (V1#CflottV2):

	tokens	types	
total phonèmes	4035	30	
total voyelles	2438	7	
total consonnes	1597	23	
total labiales (hors w)	514	6	/β,b,m,mb,bv,mbv/
total /β/	197	1	
total /b/	128	1	
total mots	1348	460	
tot. contextes V1#V2	386	-	
tot. contextes V1#CflottV2	198	-	

TABLE 3 – Description du corpus CONTESOBENGA en termes de phonèmes (avec focus sur les labiales) et mots lexicaux (types et leurs occurrences dans le corpus = tokens), nombre de contextes V1#V2 et V1#CflottV2.

#### Système d'alignement automatique à partir du français

Afin de pouvoir rechercher et écouter des mots ou des réalisations de séquences de phonèmes mbochi spécifiques dans le signal, nous avons aligné notre corpus par alignement automatique en adaptant le système de reconnaissance du LIMSI (Gauvain et al 2005). Ce système, développé pour le français, n'a que très peu été modifié pour traiter la langue mbochi. Des modèles acoustiques du français (indépendants du contexte) ont été utilisés pour emprunter ou initialiser des modèles acoustiques mbochi. Nous rappelons ici rapidement les étapes essentielles pour traiter le mbochi:

1. définir un transcodage entre inventaires phonémiques français et mbochi afin

d'établir une correspondance entre mbochi et français en s'appuyant sur les correspondances IPA. La bilabiale /β/ a été modélisée par le /w/ français et la nasale /ng/ comme séquence /n/ et /g/.

2. emprunter des modèles acoustiques à partir de modèles existants d'une autre langue (français). Les modèles acoustiques du français servent ainsi comme approximation des sons en mbochi. Les consonnes complexes telles que /mbv/ ont été décomposées pour être modélisées comme concaténation (/m/, /b/ et /v/ français pour /mbv/). Nous sommes conscients que cette manière de procéder augmente la topologie des modèles des sons complexes mbochi et ne correspond certainement pas au mieux au décours temporels de ces sons.

3. créer un vocabulaire pour la langue mbochi (une liste de mots). Notre vocabulaire se limite aux mots présents dans les transcriptions du corpus enregistré.

4. créer un dictionnaire de prononciation. La correspondance graphème-phonème est transparente. Nous avons écrit un script PERL qui transforme les graphèmes (lettres accentuées indiquant les tons) en phonèmes (correspondant essentiellement à la même lettre sans accent). Les tons n'ont pas été codés dans les prononciations, dans la mesure où nous n'avons pas de modèles à tons en français.

5. la tire lexicale des fichiers .TextGrid a été transformée par script PERL en format NIST .stm qui permet d'être comprise par les systèmes de reconnaissance automatique.

Afin d'étudier les contacts de mots, en particulier les contacts V1#V2 et V1#CflottV2 nous avons exploré notre corpus par alignement automatique en utilisant le système de reconnaissance du LIMSI par alignement automatique.

**Alignement automatique** Concernant l'étape 4 du dictionnaire de prononciation, nous avons élaboré deux versions de dictionnaires (voir Table 4). La première version donne pour chaque entrée lexicale sa prononciation complète (ou canonique) telle que dérivée de l'écriture. Afin de pouvoir rendre compte des processus d'élision vocalique, la deuxième version propose également des prononciations plus courtes avec des élisions conditionnelles de voyelles en début et fin de mot, la condition étant que le mot précédent se termine par une voyelle ou que le mot suivant commence par une voyelle.

Mots	Prononciation canonique	Variantes
ibáá	ibaa	iba(V), (V)baa
tsési	tsesi	tses(V)
oyénga	ojenga	ojeng(V), (V)jenga
ngá	nga	ng(V)

TABLE 4 – Exemples de mots et prononciations du dictionnaire de prononciation. La deuxième colonne indique les prononciations complètes, la troisième colonne montre des variantes rajoutées pour tester le phénomène d'élision vocalique. La notation (V) en début et fin de prononciation indique une prononciation conditionnelle, dépendant des

contextes-

Nous avons effectué deux séries d'alignement pour étudier en particulier les phénomènes d'élision de voyelles en frontière de mots. La première série utilise le dictionnaire canonique avec les formes complètes tandis que la deuxième série s'appuie sur un dictionnaire enrichi des variantes afin de rendre compte des chutes vocaliques. Un exemple des deux alignements en parallèle est illustré par la figure 1.

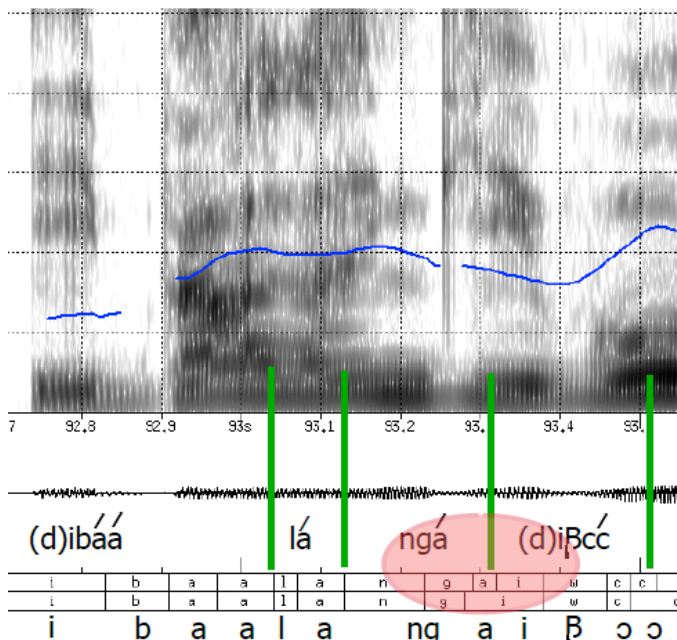


FIGURE 1 – Spectrogramme montrant un extrait du conte *La main et la bouche* avec 2 lignes d'alignements/segmentations en phones : 1) en fonction du dictionnaire de prononciations complètes ; 2) en fonction du dictionnaire enrichi des variantes à chute vocalique. Les barres verticales indiquent les frontières de mot. L'ellipse rouge montre un contact V1#CflottV2 avec une chute de voyelle.

La figure 1 montre un spectrogramme d'un extrait de parole en mbochi avec en-dessous deux alignements en phones légèrement différents. La nasale /ng/ résulte ainsi en deux segments consécutifs [n] et [g] (que nous avons refusionnés pour compter le nombre de phonèmes présents dans le corpus). L'ellipse rouge illustre un contact V1#CflottV2, où se produit une chute vocalique de V1. Le premier alignement (à partir d'un dictionnaire de prononciation sans variantes) n'a pas prévu une telle élision : en conséquence un segment [a] de durée minimale (30ms) est présent ici, alors qu'il disparaît dans la ligne du dessous.

#### 4 Exploration phonologique

Les processus d'élision présentés en 1. ont été établis à partir de procédures communes en phonologie, consistant à créer des exemples afin de valider ou non une hypothèse.



Ainsi, les rencontres des diverses voyelles en finale et en début de mot ont été testées systématiquement dans des exemples présentant les rencontres de voyelles possibles. Le même type de travail sur la combinatoire a permis de dégager le rôle des consonnes flottantes dans la formation des allongements compensatoires. Les effets des divers contextes syntaxiques (sujet + verbe, verbe + complément, etc) ont aussi été explorés et ceux-ci ne paraissent pas avoir d'influence sur ces processus.

Le traitement automatique mis en œuvre pour ce corpus nous permet d'explorer ces processus à plus grande échelle et de vérifier leur régularité et généralité.

La table suivante présente le nombre de mots du corpus avec voyelle initiale et finale ainsi que leurs pourcentages respectifs :

	total	avec V initiale	avec V finale
#nombre de mots	1348	460	1348
pourcentage de mots	100%	34.1%	100%

Table 5 : Nombre et pourcentages de mots avec voyelle initiale et voyelle finale

L'analyse des contacts V1 + V2 et V1 C flottante V2 à la jonction de mots aboutit aux résultats suivants :

	V1 + V2	V1 Cflottante V2
nombre de mots	386	198
pourcentage élision V1	85%	83.3%
pourcentage élision V2	3.9%	6.1%
moyenne de la durée vocalique	0,16s	0,18s

Table 6. Contacts V1 + V2 et V1 Cflottante V2 à la jonction de mots : nombre de mots, pourcentage d'élision de V1, V2, et moyenne de la durée de la voyelle résultante.

Les chiffres indiquent un processus d'élision dans le corpus très important pour V1 (85% pour le contact V1 + V2, et 83,3% pour le contact V1 Cflottante V2) et au contraire faible pour V2 (respectivement 3.9% et 6.1%).

La présence ou non d'élision vocalique a été vérifiée à l'écoute et notée manuellement pour les 80 contacts de mots de la forme V1V2 et V1 CflottV2 présents dans un des contes du corpus (*Le lièvre et l'éléphant*). On note 7 non-élisions correspondant à des pauses, relevées de façon concordante dans la notation manuelle et la notation automatique. 57 élisions reconnues à l'écoute ont été également prises en compte par l'alignement automatique. Dans l'état actuel de son adaptation au mbochi, les cas

problématiques pour l'alignement automatique sont : 1) la coalescence, avec son changement vocalique non prévu dans la procédure d'alignement (1 cas), 2) l'élision de voyelles longues, qui dans l'alignement automatique n'est que partielle du fait de la transcription des voyelles longues par deux voyelles (7 cas), 3) la non-élision des voyelles des racines monosyllabiques, qui seraient à protéger de l'application des mécanismes d'élision (2 cas).

En dépit de la limitation de la procédure d'alignement aux cas les plus typiques (mais aussi de loin les plus nombreux), les données émanant de l'alignement automatique, confirment que les processus d'élision vocaliques sont très généraux dans la langue, qu'ils ne sont pas limités à des constituants prosodiques ou syntaxiques, comme l'est par exemple, la liaison en français. Ce point est important dans la mesure où, typologiquement, il est peu fréquent que ce type de mécanismes se produise dans l'ensemble de la phrase.

Les pourcentages d'élision de V1 comme V2 sont comparables pour V1+V2 et V1 Cflottante V2, ce qui était attendu, la présence de la consonne flottante ne semblant pas intervenir dans les élisions de timbre vocalique mais au niveau de la durée de la voyelle résultante.

La dernière ligne du tableau présente la durée moyenne des voyelles résultant des processus d'élision sans et avec consonne flottante. On s'attendait à ce que la voyelle soit plus longue lorsqu'une consonne flottante est présente. Les résultats vont dans ce sens mais assez faiblement, l'accroissement n'étant que de 20ms lorsqu'une consonne flottante est impliquée. Des investigations supplémentaires seraient ici nécessaires.

## 5 Conclusion

Notre étude représente une première tentative d'alignement automatique sur une langue bantoue du Congo-Brazzaville, impliquant quelques difficultés à surmonter dans l'adaptation à ses caractéristiques propres. Le corpus aligné a permis de quantifier la proportion de voyelles et de consonnes, en particulier des consonnes labiales. L'ensemble des mots du corpus se termine en syllabe ouverte et un tiers des occurrences de mots ont une voyelle en début de mot. Nous avons implémenté les mécanismes d'élision vocalique dans le système d'alignement. Une première étude quantifiée, sur la base des 3 contes enregistrés, sur ces processus d'élision vocalique et leurs contextes d'occurrence, confirme leurs fréquences (autour de 85%) et leur non-limitation à des constituants en dessous de la phrase. Par ailleurs, concernant l'hypothèse d'allongement compensatoire en cas de consonne flottante, les données tendent à montrer une augmentation de la durée vocalique V2 autour de 20ms, sans pour autant clairement démontrer l'existence de cet allongement.

Les travaux en cours visent à la fois à augmenter le corpus audio en variant les styles et les locuteurs, à approfondir les descriptions acoustico-phonétiques et les mécanismes phonologiques à plus grande échelle et à augmenter nos connaissances sur la langue mbochi et sa visibilité en particulier sur la toile.

## Remerciements

Le travail présenté a été en partie soutenu par le projet ANR-DFG BANTUPSYN Phonology/Syntax Interface in Bantu languages (ANR-08-FASHS-005-01) et par le LabEx EFL (Empirical Foundations of Linguistics).

## Références

- AMBOULOU, C. (1998). *Le Mbochi : langue bantoue du Congo Brazzaville (zone C, groupe C20)*. Thèse de Doctorat, INALCO : Paris.
- BELTZUNG, J-M, RIALLAND, A, EMBANGA ABOROBONGUI, M. (2010). Les relatives possessives en embósi (C25). *ZAS Papers in Linguistics* 53, pages 7-37.
- BEDROSIAN, P. L. (1998). The Mbochi noun class system. *Journal of West African Languages* 26, pages 27-47.
- CHATFIELD, R. (1999). *Temps modes et aspects en mbochi*. ms. S.I.L., Congo
- EMBANGA ABOROBONGUI, M, RIALLAND, A, BELTZUNG, J-M. (sous presse). Tone and intonation in a Bantu language: Embosi, *In Proceedings of the 4<sup>th</sup> World Conference on African Languages*, Cologne, August 2009.
- EMBANGA ABOROBONGUI, M, BELTZUNG, J-M, FATIMA, H, RIALLAND, A. (2011). Questions partielles en embósi. *ZASPIL* 55, pages 7-21.
- FONTANEY, L. (1988), Mboshi : Steps toward a Grammar: Part I. *Pholia* 3, pages 87-169.
- FONTANEY, L. (1989), Mboshi : Steps toward a Grammar: Part II. *Pholia* 4, pages 71-131.
- GAUVAIN, J.L et al. (2005), Where are we in transcribing French broadcast news? *In Proceedings of Interspeech*, Lisbonne, pages 1665-1668.
- GELAS, H., BESACIER, L., ROSSATO, S. & PELLEGRINO, F., (2010), Using automatic speech recognition for phonological purposes: study of vowel length in Punu (Bantu B40), *LabPhon* 12, New-Mexico, 8-10 juillet.
- GUTHRIE, M. (1967-1971). *Comparative Bantu*. 4. volumes. Farborough : Gregg
- LEITCH, M. (1997), *Vowel harmonies of the Congo Basin: An Optimality Theory analysis of variation in the Bantu zone C*. University British Columbia, Doctoral thesis.
- NDINGA OBA, A. (2003). *Les langues bantoues du Congo Brazzaville : étude typologique des langues du groupe C20 (mbosi ou mbochi)*. Tome 1 : Introduction, Présentation, Phonologie. Paris : L'Harmattan.
- NDINGA OBA, A. (2004). *Les langues bantoues du Congo Brazzaville : étude typologique des langues du groupe C20 (mbosi ou mbochi)*. Tome 2 : Classes nominales, Conclusion générale. Paris : L'Harmattan.
- OBENGA, T. (1976), *la cuvette congolaise : les hommes et les structures*. Paris, Présence Africaine.
- OBENGA, T. (1984), *Littérature traditionnelle des mbochi : Etsee leyamba*. Paris, Présence

Africaine.

OLLASA, P. (1969), *Phonologie du mbozi (dialecte du Congo Brazzaville)*. Mémoire de Maîtrise, Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Bordeaux.

SHARMA GROVER, A., CALTEAUX, K., VAN HUYSSTEEN, K. & PRETORIUS M. (2010), An overview of HLTs for South African Bantu languages? *In Proceedings of the 2010 Annual Research Conference of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists (SAICSIT)*, Bela-Bela (South Africa), pages 370-375.