

## Vers l'informatisation de quelques langues d'Afrique de l'Ouest

Chantal Enguehard, Soumana Kané, Mathieu Mangeot, Issouf Modi,  
Mamadou Sanogo

► **To cite this version:**

Chantal Enguehard, Soumana Kané, Mathieu Mangeot, Issouf Modi, Mamadou Sanogo. Vers l'informatisation de quelques langues d'Afrique de l'Ouest. Centre des Etudes Informatiques, des Systèmes d'Information et de Communication. 4ème atelier international sur l'Amazighe et les Nouvelles Technologies, Feb 2011, Rabat, Morocco. Publications de l'Institut Royal de la Culture Amazighe, pp.13-32, 2012. <hal-00843513>

**HAL Id: hal-00843513**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00843513>**

Submitted on 11 Jul 2013

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

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

## Vers l'informatisation de quelques langues d'Afrique de l'Ouest

### **Chantal Enguehard**

chantal.inguehard@univ-nantes.fr  
*Laboratoire d'Informatique de Nantes  
Atlantique  
France*

### **Soumana Kané**

soumanak@yahoo.com  
*Centre National des Ressources de  
l'Éducation Non Formelle  
Mali*

### **Mathieu Mangeot**

Mathieu.Mangeot@imag.fr  
*Laboratoire d'Informatique de  
Grenoble  
France*

### **Issouf Modi**

modyissouf@yahoo.fr  
*Ministère de l'Éducation Nationale  
Direction Générale de l'enseignement de base  
Niger*

### **Mamadou Lamine Sanogo**

mala\_sng@yahoo.fr  
*Centre National de la Recherche Scientifique et  
Technologique  
Burkina Faso*

Si l'accès aux ordinateurs est considéré comme le principal indicateur de la fracture numérique en Afrique, il faut reconnaître que la disponibilité des ressources dans les langues africaines constitue un handicap dont les conséquences sont incalculables pour le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans cette partie du monde. Aussi, la production, la diffusion et la vulgarisation de ressources locales adaptées dans ces langues nous paraissent-elles être indiquées pour une implantation durable des TIC sur le continent. Or, la plupart des langues de l'espace francophone d'Afrique de l'Ouest sont peu dotées (langues-pi) [Berment 2004] : les ressources électroniques disponibles sont rares, mal distribuées, voire inexistantes. Seules sont accessibles les fonctions d'édition et d'impression rendant l'exploitation de ces langues difficile au moment où il est question de les introduire dans le système éducatif, de créer des normes d'écriture standardisées et stabilisées et surtout de développer leur usage à l'écrit dans l'administration et la vie quotidienne.

Aussi, afin de contribuer à combler ce retard, nous nous sommes engagés -avec les collègues du Sud et du Nord- à améliorer l'équipement de quelques langues africaines à travers, entre autres, l'informatisation de dictionnaires éditoriaux portant sur des langues africaines. A cet effet, nous présenterons le projet DiLAF (Dictionnaires Langues Africaines Français) qui vise à convertir des dictionnaires éditoriaux bilingues en un format XML<sup>1</sup> permettant leur pérennisation et leur partage [Streiter et al. 2006]. Ce projet international rassemble des partenaires du Burkina Faso (Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique), de France (Laboratoire d'Informatique de Grenoble et Laboratoire d'informatique de Nantes-Atlantique), du Mali (Centre National de Ressources de l'Éducation Non Formelle) et du Niger (Institut National de Documentation de Recherche et d'Animation Pédagogiques, Ministère de l'Éducation Nationale, et Université Abdou Moumouni de Niamey).

En nous fondant sur un travail de base déjà effectué par des lexicographes nous avons constitué des équipes pluridisciplinaires constituées de linguistes, d'informaticiens et de pédagogues. Cinq dictionnaires comportant, chacun, plusieurs milliers d'entrées, devraient être convertis et intégrés à une plate-forme Jibiki de gestion de ressources lexicales [Mangeot 2001]. Les dictionnaires seront donc disponibles sur Internet d'ici la fin de l'année 2011 sous licence Creative Commons.

- dictionnaire bambara-français, Charles Bailleul, édition 1996,
- dictionnaire haoussa-français destiné à l'enseignement du cycle de base 1, 2008, Soutéba,
- dictionnaire kanouri-français destiné pour le cycle de base 1, 2004, Soutéba,
- dictionnaire soñay zarma-français destiné pour le cycle de base 1, 2007, Soutéba,

---

1 Extended Markup Language.

— dictionnaire tamajaq-français destiné à l'enseignement du cycle de base 1, 2007, Soutéba.

Il s'agit de dictionnaires d'usage qui visent surtout à vulgariser les formes écrites de l'usage quotidien des langues africaines dans la pure tradition lexicographique [Matoré 1973], [Eluerd 2000]. Se démarquant des démarches normatives et dirigistes des dictionnaires normatifs [Mortureux 1997], les présents dictionnaires descriptifs restent ouverts aux contributions et leur mise en ligne devra, nous l'espérons, développer un sentiment de fierté chez les usagers des différentes langues. De même, ils participeront au développement d'un environnement lettré propice à l'alphabétisation dont le faible taux compromet les acquis des progrès réalisés dans les autres secteurs.

Nous présenterons la structure de ces dictionnaires ainsi que quelques entrées, puis les résultats de l'atelier de démarrage qui s'est déroulé du 6 au 17 décembre 2010 à Niamey (Niger) :

- méthodologie de conversion à Unicode,
- formation aux expressions régulières,
- méthodologie de conversion à XML.

Nous présentons l'origine des dictionnaires, quelques entrées ainsi que leur structure puis, nous détaillons les premiers résultats de l'atelier tout en nous projetant vers les futurs travaux.

## **1. Cinq dictionnaires bilingues langue africaine-français**

Quatre des cinq dictionnaires sur lesquels nous travaillons ont été produits par le projet Soutéba (programme de soutien à l'éducation de base) avec le financement de la coopération allemande<sup>2</sup> et l'appui de l'Union Européenne. Ces dictionnaires, destinés à l'éducation de base, sont de structure simple car ils ont été conçus pour des enfants de classe primaire scolarisés en école bilingue (l'enseignement y est donné en une langue nationale et en français). La plupart des termes de lexicologie, telles les étiquettes lexicales ou les catégories grammaticales, les signalisations de synonymies, d'antonymies, de genres, de variations dialectales, etc., y sont notés dans la langue dont il est question dans le dictionnaire, contribuant ainsi à forger et à diffuser un méta-langage dans la langue locale, une terminologie spécialisée. Les entrées sont énoncées en ordre alphabétique, même dans le cas du tamajaq (bien qu'il soit habituel de présenter les entrées de cette langue en fonction des racines) car les voyelles sont explicitement écrites (ce mode de classement a été privilégié car il est bien connu des enfants).

### **1.1 - Dictionnaire haoussa-français**

Il comprend 7823 entrées classées selon l'ordre lexicographique suivant : a b ɓ c d d' e f fy g gw gy h i j k kw ky k̄ k̄w k̄y l m n o p r s sh t ts u w y y' z [Arrêté 212-99].

Elles sont structurées avec des schémas différents selon la catégorie grammaticale. Toutes les entrées sont d'ordre orthographique ; suivent la prononciation (les tons sont marqués par les signes diacritiques posés sur les voyelles) et la catégorie grammaticale. Sur le plan sémantique, il existe une définition en langue haoussa, un exemple d'emploi (repéré par l'usage de l'italique), puis l'équivalent en français. L'entrée d'un nom précise en sus le genre, le féminin s'il existe, le ou les pluriels (selon les genres) et les éventuelles variantes dialectales. Pour les verbes, il est parfois nécessaire de préciser les degrés pour calculer les dérivés morphologiques. Les variantes morpho-phonologiques des dérivations féminine et plurielle des adjectifs sont énoncées.

---

2 DED : Deutscher Entwicklungsdienst.

Exemple :

**jaki** [jàakíi] *s.* **babbar dabbar gida mai kamar doki, wadda ba ta kai tsawon doki ba amma ta fi shi dogayen kunnuwa. Ya aza wa jaki kaya za ya tafi kasuwa.** *Jin.:* n. *Sg.:* **jaka.** *Jam.:* **jakai, jakuna.** *Far.:* âne

Le mot "jaki" se prononce [jàakíi]. Sa catégorie grammaticale est "s.", abbréviation de "suna" qui signifie nom.

Sa définition est : "babbar dabbar gida mai kamar doki, wadda ba ta kai tsawon doki ba amma ta fi shi dogayen kunnuwa."

Un exemple d'usage est signalé en caractères italique : "Ya aza wa jaki kaya za ya tafi kasuwa."

"Jin.", abbréviation de "jinsi" (genre) précède ici "n.", abbréviation de "namiji" (masculin).

Plusieurs variations morphologiques sont signalées. La forme féminine "jaka" suit l'abréviation "g.", les formes plurielles "jakai" et "jakuna" sont signalées par "Jam.", abbréviation "jam'i" (pluriel). L'équivalent en français, signalé par "Far." ("faransanci"), clôt l'entrée.

## 1.2 - Dictionnaire kanouri-français

Le dictionnaire kanouri-français comprend 5994 entrées classées selon l'ordre lexicographique suivant : a b c d e ə f g h i j k l m n ny o p r r s sh t u w y z [Arrêté 213-99].

La forme orthographique de l'entrée est suivie d'indication de prononciation ciblées sur la notation des tons : le ton haut est noté par un accent aigu, le ton bas par un accent grave, le ton montant par un caron (signe suggérant la succession d'un accent grave et d'un accent aigu) et le ton descendant par un accent circonflexe (signe suggérant la succession d'un aigu et d'un accent grave). La catégorie grammaticale de l'entrée est indiquée en italique. Une définition, un exemple d'usage puis le sens en français sont ensuite énoncés. D'autres informations peuvent apparaître comme des variantes.

Exemple :

**abərwá** [əbərwà] *cu.* **Kəska təngəri, kalu ngəwua dawulan tada cakkidə. Kəryende kannua nangaro, abərwá cakkiwawo.** [*Fa.:* ananas]

Le mot "abərwá" se prononce [əbərwà]. Sa catégorie grammaticale est "cu." (nom).

Sa définition est écrite en caractères gras : "Kəska təngəri, kalu ngəwua dawulan tada cakkidə."

Un exemple d'usage est signalé en caractères italique : "Kəryende kannua nangaro, abərwá cakkiwawo."

L'équivalent en français, précédé de "Fa.:" et encadré de crochets, termine l'entrée.

## 1.3 - Dictionnaire songay zarma-français

Il comprend 6916 entrées classées selon l'ordre lexicographique suivant : a ā b c d e ē f g h i ĩ j k l m n ŋ ŋ o ð p r s t u ũ w y z [Arrêté 215-99].

Chaque entrée présente une forme orthographique suivie d'une transcription phonétique dans laquelle les tons sont notés selon les conventions déjà exposées pour le kanouri (partie 1.2). La catégorie grammaticale précise explicitement, pour les verbes, la transitivité ou l'intransitivité. Pour certaines entrées, des antonymes, synonymes ou renvois sont indiqués. Une glose en français, une définition et un exemple terminent l'entrée.

Exemple :

**ɲagas** [ɲágás] *mteeb*. • brusquement (*détaler*) • sanniiize no kaɲ ga cabe kaɲ boro na zuray sambu nda gaabi saħā-din • *Za zankey di hansu-kaaro no i te ɲagas*

Le mot "**ɲagas**" se prononce [ɲágás]. Sa catégorie grammaticale est "*mteeb*." (adverbe).

L'équivalent en français est signalé en caractères italiques.

Sa définition est : "sanniiize no kaɲ ga cabe kaɲ boro na zuray sambu nda gaabi saħā-din"

Un exemple d'usage est énoncé en caractères italiques : "*Za zankey di hansu-kaaro no i te ɲagas*"

#### 1.4 - Dictionnaire tamajaq-français

Le dictionnaire tamajaq-français comprend 5205 entrées du parler tawəlləmmət classées selon l'ordre lexicographique suivant : a â ã ə b c d ɗ e ê f g ġ h i î j ĵ y k l l̥ m n ŋ o ô q r s š t t̥ u û w x y z z̥ [Arrêté 214-99]<sup>3</sup>.

La forme orthographique de l'entrée est suivie de la catégorie grammaticale de l'entrée et d'une glose en français indiquées en italique. Pour les noms figurent souvent des indications morphologiques concernant l'état d'annexion ; le pluriel et le genre sont souvent explicitement indiqués. Une définition, un exemple d'usage sont ensuite énoncés. D'autres informations peuvent apparaître comme des variantes, des synonymes, etc.. Le tamajaq n'étant pas une langue tonale, la phonétique n'apparaît pas.

Exemple :

**əbeyla** *sn. mulet* ♦ **Ag-anyer əd tabagawt. Ibeylan wər tǎn-tǎha tǎmalǎya. anammelu. : fǎkr-əjǎd. tǎmust. : yy. iǧet. : ibəylan.**

Le mot "**əbeyla**" est un "sn.", abréviation de "isən" (nom) qui signifie mulet en français.

Sa définition "Ag-anyer əd tabagawt." et un exemple d'usage "Ibeylan wər tǎn-tǎha tǎmalǎya." sont écrits en caractères gras.

Un synonyme (anammelu) est signalé : "fǎkr-əjǎd".

Le genre (tǎmust) est "yy.", abréviation de "yey" (masculin).

Le pluriel de ce mot (iǧet) est "ibəylan".

#### 1.5 - Dictionnaire bambara-français

Le dictionnaire bambara-français du Père Charles Bailleul (édition 1996) comprend plus de 10 000 entrées selon l'ordre lexicographique suivant : a b c d e ε f g h i j k l m n ŋ o ɔ p r s t u w y z.

Ce dictionnaire est d'abord destiné aux locuteurs français désireux de se perfectionner en bambara mais il constitue également une ressource pour les bambaraphones. Selon les dires de l'auteur lui-même, il « se veut être un outil de travail au service de l'alphabétisation, l'enseignement et la culture bambara ». A ce jour, il peut être considéré comme le dictionnaire le plus fourni et le plus complet sur cette langue. Aussi il est consulté par les spécialistes des autres variétés de cette langue que sont le dioula (Burkina Faso, Côte d'Ivoire) et le manlinké (Guinée, Gambie, Sierra Leone, Libéria, etc.).

Bien que l'orthographe du bambara ne note pas les tons, et ce par économie de signes, les tons sont marquées dans toutes les entrées et tous les exemples d'usage : l'accent grave sur une voyelle brève marque un ton bas ponctuel ("**bìnògòkè**" – "oncle paternel") ; l'accent grave sur une voyelle répétée l'affecte sur toute sa longueur ("**dèèmu**" – "parole" – se prononce **dèèmu**) ; l'accent grave suivi d'un accent aigu marque une voyelle longue relevée sur sa deuxième partie (ex : "**ɲàá**" – "nid") ; le caron marque un ton bas modulé ascendant (ex : "**běñ**" – "accord").

<sup>3</sup> Les signes 'j' et 'ğ' sont utilisés uniquement pour transcrire certains parlers comme celui de l'Ayər, par conséquent ils n'apparaissent pas dans ce dictionnaire.

La prononciation phonétique n'est indiquée que lorsque l'orthographe officielle s'écarte de la prononciation effective. Dans de tels cas, elle est indiquée entre crochets. Par exemple L'analyse de « da.lan [dlan] (se coucher.suff instrument) n. lit » montre que ce dérivé ("da" et le suffixe "-lan", respectivement "se coucher" et "instrument servant à") n'est jamais prononcé complètement c'est-à-dire en deux syllabes, il est phonétiquement noté par [dlan].

Les entrées, surtout complexes, sont accompagnées de leur origine et de leur structure, car il s'agit d'informations nécessaires pour une bonne traduction. Ainsi, pour les dérivés et composés, l'analyse des éléments est indiquée entre parenthèses et la frontière sémantique suggérée par un point, comme dans l'entrée suivante : « **ɲɛmɔɔ** ɲɛ.mɔɔ (devant.personne) dirigeant, chef. [...] » Cette présentation de l'entrée indique que, morphologiquement, "**ɲɛmɔɔ**" se compose de "**ɲɛ**" et de "**mɔɔ**" (ce qui est indiqué par le point) et que, sémantiquement, dans l'ordre, il signifie "**devant**" et "**personne**" (ce qui est indiqué par les parenthèses et le point), le sens de tout le composé se ramenant à dirigeant, c'est-à-dire une personne placée devant, à la tête de... (traduction indiquée par le soulignement).

On peut ainsi multiplier les exemples :

« **kalanso** kàlàn.so (instruction.maison) classe d'école » : mot composé de "kalan" et "so", respectivement "instruction" et "maison", signifie "classe d'école".

« **mɔɔɔdun** mɔɔɔ.dun (personne.manger) cannibale, anthropophage » : mot composé de "mɔɔɔ" et "dun", respectivement "personne" et "manger", signifie "cannibale".

« **juguya** jugu.ya (mauvais.suff abst) méchanceté » : mot dérivé ("jugu" et "-ya", respectivement "mauvais" et suffixe d'abstraction), signifie "méchanceté".

« **walanba** walan.ba (tablette.suff augm) tableau noir » : mot dérivé ("walan" et "-ba", respectivement "tablette" et suffixe augmentatif), signifie "tableau noir".

Il est important de signaler que la dérivation et la composition étant des procédés très productifs en bambara, les cas retenus pour figurer dans le dictionnaire ont été choisis en fonction de leur fréquence d'emploi et de leur variation de sens par rapport à leur formation.

L'origine des emprunts est indiquée entre accolades : {fr} pour le français, et {ar} pour l'arabe.

Exemples : « **kasò** kàsò {fr: cachot} n. Prison » ; « **ala** ala {ar: allah=Dieu} »

Enfin, ce dictionnaire accorde quelque place aux néologismes proposés par les services d'alphabétisation. Il s'agit notamment de « ceux qui sont les plus utilisés ou semblent promis à un bel avenir ». Ils sont signalés par l'indication (néologisme).

Exemples : « **kumaden** kuma.den (parole.élément) mot (néologisme) » ; « **kɔbila** kɔ.bila (derrière.placer) postposition (néologisme) »

## 2. Plate-forme jibiki

Jibiki (Mangeot et al., 2003; Mangeot et al., 2006) est une plate-forme générique en ligne pour manipuler des ressources lexicales avec gestion d'utilisateurs et groupes, consultation de ressources hétérogènes et édition générique d'articles de dictionnaires. C'est un site Web communautaire initialement développé pour le projet Papillon (<http://www.papillon-dictionary.org>). La plate-forme est programmée entièrement en Java, fondée sur l'environnement "Enhydra". Toutes les données sont stockées au format XML dans une base de données (Postgres). Ce site Web propose principalement deux services : une interface unifiée permettant d'accéder simultanément à de nombreuses ressources hétérogènes (monolingues, dictionnaires bilingues. bases multilingues, etc.) et une interface d'édition spécifique pour contribuer directement aux dictionnaires disponibles sur la

plate-forme.

L'éditeur (Mangeot et al., 2004) est fondé sur un modèle d'interface HTML instancié avec l'article à éditer. Le modèle peut être généré automatiquement depuis une description de la structure de l'entrée à l'aide d'un schéma XML. Il peut être modifié ensuite pour améliorer le rendu à l'écran. La seule information nécessaire à l'édition d'un article de dictionnaire est donc le schéma XML représentant la structure de cette entrée. Par conséquent, il est possible d'éditer n'importe quel type de dictionnaire s'il est encodé en XML.

Plusieurs projets de construction de ressources lexicales ont utilisé ou utilisent toujours cette plate-forme avec succès. C'est le cas par exemple du projet GDEF (Chalvin et al., 2006) de dictionnaire bilingue estonien-français (<http://estfra.ee>), du projet LexALP de terminologie multilingue sur la convention alpine (<http://lexalp.eurac.edu/>) ou plus récemment du projet MotÀMot sur les langues d'Asie du sud-est. Le code de cette plate-forme est disponible gratuitement en source ouverte en téléchargement depuis la forge du laboratoire LIG (<http://jibiki.ligforge.imag.fr>).

La plate-forme sera adaptée spécifiquement au projet DiLAF car, en sus des dictionnaires, des informations spécifiques au projet doivent être accessibles aux visiteurs :

- présentation du projet et des partenaires
- méthodologie générale de conversion des dictionnaires éditoriaux au format LMF
- fiches techniques concernant différents outils ou tâches à réaliser : tutoriel sur les expressions régulières, méthodologie de conversion d'un document utilisant des polices non conformes au standard Unicode vers un document conforme au standard Unicode, liste des logiciels utilisés (il s'agit uniquement de logiciels libres), méthodologie de suivi du projet.
- présentation de chaque dictionnaire : genèse, auteurs initiaux, principes ayant régi la construction du dictionnaire, langue, alphabet, structuration des articles, etc.
- dictionnaire au format LMF.

Il est également envisagé de localiser la plate-forme pour chacune des langues du projet en traduisant les libellés de l'interface.

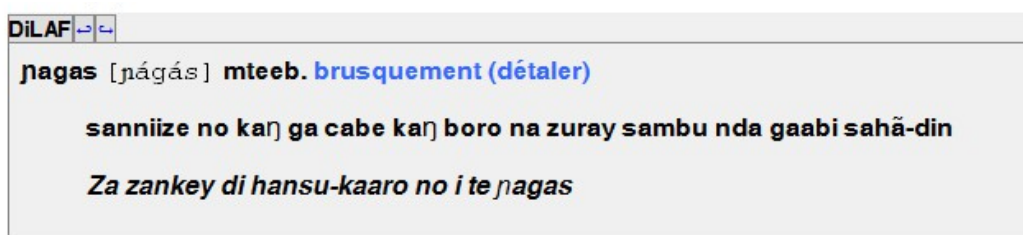


Figure 1 : présentation du verbe zarma "nagas" sur la plate-forme jibiki

### 3. Travaux du premier atelier du projet DiLAF

Les participants à cet atelier sont majoritairement des linguistes ou des pédagogues, chacun travaillant sur un dictionnaire traitant de sa langue maternelle (qui est également la langue sur laquelle portent ses activités professionnelles). Les formateurs sont des enseignants-chercheurs en informatique spécialisés en traitement automatique des langues (TAL). L'objectif de ce premier atelier est de délivrer une formation à la conversion des dictionnaires tels qu'ils existent dans leur format éditorial, vers une structure XML reflétant au mieux la structure initiale des entrées tout en conservant l'ensemble des informations qui y sont exprimées. Plusieurs étapes ont été suivies pour atteindre cet objectif et garder la trace des différents traitements, chacune de ces étapes étant assortie d'un document remis aux participants.

## Formation aux expressions régulières

Les participants ont été formés à l'usage des expressions régulières pendant trois jours et ont pu exercer directement leurs nouvelles connaissances par l'usage du logiciel Open Office Writer.

## Conversion à Unicode

Bien que les alphabets des langues sur lesquels nous avons travaillé soient majoritairement d'origine latine, de nouveaux caractères nécessaires pour noter des sons spécifiques à certaines langues<sup>4</sup> à l'aide d'un seul caractère<sup>5</sup> ont été adoptés par les linguistes lors d'une série de réunions<sup>6</sup>. La première, en septembre 1978, organisée par l'UNESCO au CELTHO (Centre d'études linguistiques et historiques par tradition orale) à Niamey crée l'« Alphabet africain de référence » fondé sur les conventions de l'IPA (International Phonetic Association) et de l'IAI (International African Institute). Ainsi, chacun des alphabets que nous avons précédemment présentés comprend au moins un de ces "nouveaux" caractères : ɓ ɗ ɛ ɣ ƙ ɲ ɳ ɰ ʏ. Des caractères composés d'un caractère latin et d'un signe diacritique ont également été créés : â ê î ô û ă ã ẽ ĩ õ ù ɖ ɗ ʒ ʒ ǰ ʃ ɾ.

Comme nombre de ces caractères étaient absents des dispositifs de saisie et des standards alors en usage [Enguehard 2009], des touches de frappe de machines à écrire, des glyphes de polices d'ordinateurs ont été modifiées. Bien que la plupart de ces caractères soient depuis plusieurs années présents dans le standard Unicode (issu des travaux du comité ISO 10646 [Haralambous 2004]), les dictionnaires dont nous disposons ont été rédigés en utilisant les anciennes polices arrangées.

Une méthodologie a été définie afin de repérer et remplacer les caractères inadéquats par les caractères définis dans le standard Unicode. Suivre cette méthodologie implique que l'ensemble des caractères repérés et leurs caractères de remplacement soient notés dans un fichier afin de pouvoir réitérer facilement cette opération si cela s'avérait nécessaire.

Ce travail est terminé et a permis de dresser la liste des caractères encore absents d'Unicode ou dont la manipulation peut poser des problèmes avec certains logiciels (voir partie 4).

## Méthodologie de conversion à XML

Les fichiers électroniques des dictionnaires respectant le standard Unicode ont été convertis en fichier Open Office. Ces fichiers sont en réalité des fichiers XML compressés, les balises exprimant principalement des informations relatives à la mise en forme (usage de caractères gras ou italiques, de couleur, etc.). Il s'agit donc de passer d'un format XML dédié à l'expression de la forme vers un format XML porteur d'informations sur la structure du dictionnaire : vedette, phonétique, exemple, synonymes, etc.

Cette transformation a été partiellement ou totalement réalisée à l'aide d'expressions régulières.

## 4. Bilan quant à Unicode

Certains caractères des alphabets sur lesquels nous avons travaillé nécessitent d'apparaître dans le standard Unicode ou d'être mieux pris en compte par les logiciels existants.

### Ordre lexicographique des digraphes

Les digraphes peuvent être facilement composés à l'aide de deux caractères mais leur usage modifie

4 L'absence d'un seul signe marquant certains sons avait amené les linguistes africains à exprimer ces sons à l'aide de combinaisons de lettres. Par exemple, en zarma le digraphe /ny/ note le son n palatal. C'est aussi ce qui est réalisé en français avec le son [ɲ] retranscrit /ch/.

5 En zarma, la lettre ɲ remplace le digraphe /ny/. Ainsi, le mot autrefois écrit « nya » (mère) devient « ɲa ».

6 Niamey (novembre 1978), Abidjan (décembre 1980), Bamako (juin 1981), Nouakchott (novembre 1981), Ouagadougou (juin 1982).



l'ordre du tri lexicographique qui conditionne la présentation des entrées du dictionnaire. Ainsi, en haoussa et en kanouri, le digraphe 'sh' est situé après la lettre 's'. Donc le verbe "sha" (boire) est situé après le mot "suya" (frite) dans le dictionnaire haoussa, et le verbe "suwuttu" (dénouer) précède le nom "shadda" (basin) en kanouri.

Ces subtilités peuvent être difficilement traitées au niveau logiciel et nécessiterait que les digraphes apparaissent en tant que signe dans le répertoire Unicode. Certains, utilisés par d'autres langues, y figurent déjà, parfois sous leur différentes casses : 'DZ' (U+01F1), 'Dz' (U+01F2), 'dz' (U+01F3) sont utilisés en slovaque ; 'NJ' (U+01CA), 'Nj' (U+01CB), 'nj' (U+01CC) en croate et pour transcrire la lettre « Њ » de l'alphabet cyrillique en serbe ; etc.

Il serait nécessaire de compléter le standard Unicode avec les digraphes des alphabets kanouri et haoussa sous leurs différentes casses.

fy	gw	gy	ky	kw	ƙy	ƙw	sh	ts
Fy	Gw	Gy	Ky	Kw	Ƙy	Ƙw	Sh	Ts
FY	GW	GY	KY	KW	ƘY	ƘW	SH	TS

Table 1 : digraphes du haoussa et du kanouri absents de Unicode

### Caractère j avec caron

La lettre j avec caron existe dans Unicode en tant que signe ĵ (U+1F0), mais sa forme majuscule doit être composée avec la lettre J (U+6A) et le signe caron (U+30C) ce qui peut provoquer un rendu inesthétique, le caron ne se plaçant pas exactement au-dessus de la lettre majuscule : Ĵ.

Il serait donc souhaitable que le caractère J avec caron soit ajouté au standard Unicode.

### Editeurs de texte : fonctions changement de casse, affichage et rechercher

Les éditeurs de texte disposent généralement de la fonction changement de casse, mais ne la réalisent pas toujours de manière correcte selon les caractères. Ainsi, nous avons constaté durant nos travaux que le logiciel OpenOffice Writer (version 3.2.1) échoue dans la transformation de 'ř' en 'R' du bas de casse vers le haut de casse ou pour l'inverse (le caractère reste inchangé) tandis que Notepad++ (version 5.8.6) échoue dans la transformation de ĵ en Ĵ du bas de casse vers le haut de casse ou pour l'inverse (le caractère reste inchangé).

Plusieurs caractères avec diacritiques peuvent être directement saisis comme un seul signe (quand celui-ci existe dans Unicode) ou être explicitement composés. Selon les logiciels, les différentes versions d'un même caractère avec diacritiques peuvent être traités de manière égale ou différente. Par exemple, le caractère 'ã', a avec tilde, peut être saisi directement comme tel (U+00E3) ou écrit comme une combinaison (U+0061 U+0303). L'affichage à l'écran avec OpenOffice Writer (version 3.2.1) est équivalent, mais la fonction rechercher appliquée à l'un de ces caractères ne permet pas de trouver l'autre ; le logiciel Notepad++ (version 5.8.6) ne permet pas d'afficher correctement les versions combinées des caractères à l'écran. La fonction rechercher ne permet pas non plus de retrouver toutes les occurrences d'un même caractère.

### Caractères tifinagh

Nous complétons cet état des lieux des caractères dans Unicode par un exposé de la situation des caractères tifinagh au Niger, alphabet traditionnel des touaregs tamajaqophones.

Le tamajaq fait partie des langues berbères répartis autour du Sahara et dans le nord de l'Afrique

(groupe chamito-sémitique) :

— au Maroc : tarifit au nord, tamazight au centre (Moyen Atlas), tachelhit au sud et au sud-ouest (Haut et Anti-Atlas)

— en Algérie : taqbaylit au nord (Grande et Petite Kabylie), zénatya au sud (Mzab et Ourgla) chaouïa à l'est (Aurès), tahaggart des touaregs sahariens du Hoggar.

— au Mali : tamajaq de l'Adrar

— au Niger : tamajaq au nord (Aïr), au centre (vallée de l'Azawagh) et à l'ouest (le long du fleuve Niger).

Il existe également de petites communautés berbères en Mauritanie, en Tunisie ou encore en Libye [Aghali-Zakara 1996].

Suite à une proposition marocco-franco-canadienne [Andries 2004] des caractères tifinagh ont été introduits au sein du répertoire Unicode [Unicode 2005], mais il apparaît qu'ils ne sont complètement adaptés à la population touarègue nigérienne utilisatrice d'alphabets tifinagh de manière traditionnelle. Au Niger, coexistent principalement deux alphabets traditionnels correspondant aux zones géographiques de l'Aïr et de l'Azawagh. Ces alphabets transcrivent 21 consonnes et la voyelle 'a' et diffèrent en ce qui concerne trois signes [Modi 2007]. De plus, ils se distinguent de l'alphabet officiel à base latinisée (voir 1.4) par l'absence de notation des consonnes emphatiques.

Valeur phonétique	Aïr	Azawagh
ɣ	::	:
q	:	::
x	:	...

Table 2 : caractères divergents entre l'Aïr et l'Azawagh

De décembre 2001 à mars 2002, les caractères tifinagh ont été rénovés au Niger par un comité de linguistes spécialistes du tamajaq<sup>7</sup> [Elghamis 2003]. Cet alphabet fait la synthèse des caractères de l'Aïr et de l'Azawagh<sup>8</sup>, de l'alphabet à base latine en usage pour la transcription (voir 1.4). Les linguistes ont effectué des choix là où il y avait des divergences entre les tifinaghs de l'Aïr et de l'Azawagh et fait des propositions pour la notation des voyelles ; les consonnes "v" et "p", utiles pour noter les emprunts, ont été ajoutées ; les signes notant les consonnes emphatiques 'd', 'l', 's', 't', 'z' ont simplement été construits en ajoutant un point sous le signe tifinagh notant respectivement 'd', 'l', 's', 't', 'z'. Il apparaît que l'apprentissage traditionnel de cette écriture au sein des villages facilite l'acquisition du système officiel lors de l'entrée à l'école. Par ailleurs, il existe des publications (journaux, livres) utilisant cet alphabet.

Mais certains caractères de cet alphabet sont absents de l'alphabet tifinagh du standard Unicode [Unicode 2005], ou bien ont des interprétations différentes.

7 Ce comité était piloté :

- à Paris par Mohamed Aghali-Zakara ;
- à Agadez par Ghoubeid Alojaly, assisté de Emoud Salekh, Ahmed Amessalamine, Ahmed Moussa Nounou, Mohamed Adendo, Alhour Ag Analoug, Abda Annour, Aghali Mohamed Zodi, Moussa Ag Elekou ;
- à Niamey par Ramada Elghamis, avec Aghali Zennou, Ibrahim Illiasso, et Adam Amarzak.

8 Par conséquent, les signes 'j' et 'g' en sont absents.

Caractères latins	Tifinagh APT	Unicode	
a	ⵏ	U+2D30	Tifinagh letter ya
ă	ⵏ̣	U+2D30 U+0306	Tifinagh letter ya combining breve
b	ⵙ	2D40	Tuareg letter yab
c	ⵏ	—	—
d	ⵉ	U+2D39	Tifinagh letter yadd
ḍ	ⵉ̣	U+2D39 U+323	Tifinagh letter yadd combining dot below
e	ⵓ	—	—
ə	ⵏ̣	U+2D66	Tifinagh letter ye
f	ⵉ	U+2D3C	Tifinagh letter yaf
g	ⵓ	U+2D36	Tifinagh letter yaj
ɣ	ⵓ̣	U+2D58	Tifinagh letter yagh
h	ⵓ	U+2D42	Tifinagh letter yah
i	ⵓ̣	U+2D62	Tifinagh letter yay
j	ⵓ̣	U+2D4C	Tifinagh letter tuareg yazh
k	ⵓ̣	U+2D3E	Tifinagh letter tuareg yak
l	ⵓ̣	U+2D4D	Tifinagh letter yal
ḷ	ⵓ̣̣	U+2D4D U+323	Tifinagh letter yal combining dot below
m	ⵓ̣	U+2D4E	Tifinagh letter yam
ɲ	ⵓ̣	U+2D50	Tifinagh letter tuareg yagn
n	ⵓ̣	U+2D4F	Tifinagh letter yan
o	ⵓ̣	U+2D67	Tifinagh letter yo
p	ⵓ̣	—	—
q	ⵓ̣	U+2D57	Tifinagh letter tuareg yagh
r	ⵓ̣	U+2D54	Tifinagh letter tuareg yar
s	ⵓ̣	U+2D59	Tifinagh letter yas
ṣ	ⵓ̣̣	U+2D59 U+323	Tifinagh letter yas combining dot below
š	ⵓ̣	U+2D5B	Tifinagh letter yash
t	ⵓ̣	U+2D5C	Tifinagh letter yat
ṭ	ⵓ̣̣	U+2D5C U+323	Tifinagh letter yat combining dot below
u	ⵓ̣	—	—
v	ⵓ̣	—	—
w	ⵓ̣	—	—
x	ⵓ̣̣	U+2D46	Tifinagh letter tuareg yakh
y	ⵓ̣̣	U+2D49	Tifinagh letter yi
z	ⵓ̣̣	U+2D63	Tifinagh letter yaz
ẓ	ⵓ̣̣̣	U+2D63 U+323	Tifinagh letter yaz combining dot below

Table 3 : caractères tifinagh APT et Unicode

Ce recensement fait donc apparaître l'absence de six caractères dans le standard Unicode.

#### 4. Futurs travaux

Les futurs travaux du projet DiLAF porteront dans un premier temps sur la correction des erreurs relevées dans les dictionnaires, et l'ajout d'entrées manquantes relatives aux mots désignés par les liens de synonymie, d'antonymie, etc.

la seconde étape consiste en un enrichissement des dictionnaires afin d'être en mesure de calculer toutes les formes fléchies des noms et adjectifs et toutes les conjugaisons des verbes.

Dans la mesure du possible une troisième étape de traduction des exemples et définitions vers une ou plusieurs autres langues sera définie afin de constituer des corpus plurilingues.

## Conclusion

Le projet DiLAF établit une méthodologie de conversion de dictionnaires éditoriaux vers des formats XML. Il s'agit de créer et rendre disponibles de nouvelles ressources aux chercheurs en TAL, d'une part et de d'équiper les langues africaines de ressources numériques nouvelles et indispensables à leur promotion, d'autre part.

La publication de ces ressources sur Internet permettra aux locuteurs de ces langues de disposer, souvent pour la première fois, d'informations linguistiquement fiables quant à l'orthographe, au lexique ou vocabulaire et à l'usage des mots de leur langue.

La tenue de ce premier atelier a permis de rassembler une dizaine de linguistes de trois pays ainsi que deux informaticiens. Les travaux menés ensemble ont fait émerger la richesse de la collaboration entre disciplines complémentaires et entre pays voisins. Les transferts de connaissance ont été riches, tant en ce qui concerne les outils techniques que sur des sujets de fond en linguistique. Les formations communes, les réalisations de chacun et les discussions ont fait émerger une synergie d'action entre les pays concernés.

## Références

- Aghali-Zakara, Mohamed. *Éléments de morpho-syntaxe touarègue*. CRB / GETIC, 1996.
- Alphabet haoussa, *arrêté 212-99 de la République du Niger*, 1999.
- Alphabet kanouri, *arrêté 213-99 de la République du Niger*, 1999.
- Alphabet tamajaq, *arrêté 214-99 de la République du Niger*, 1999.
- Alphabet zarma, *arrêté 215-99 de la République du Niger*, 1999.
- Andries, Patrick. *Proposition d'ajout de l'écriture tifinaghe*. Organisation internationale de normalisation. Jeu universel des caractères codés sur octets (JUC). ISO/IEC JTC 1/SC 2 WG 2 N2739, 2004.
- Berment, Vincent. *Méthodes pour informatiser des langues et des groupes de langues peu dotées*. Ph.D. thesis, Université Joseph Fourier, 2004.
- Chalvin, Antoine et Mangeot, Mathieu. *Méthodes et outils pour la lexicographie bilingue en ligne : le cas du Grand Dictionnaire Estonien-Français*. Actes d'EURALEX 2006, Turin, Italie, 6-9 septembre 2006, 6 p. 2006.
- Elghamis, Ramada. *Guide de lecture et d'écriture en tifinagh vocalisées*. APT, Agadez, Niger, janvier 2003.
- Eluerd, Roland. *La Lexicologie*. Paris, PUF, Que sais-je ? 2000.
- Enguehard, Chantal. *Les langues d'Afrique de l'Ouest : de l'imprimante au traitement automatique des langues*, Sciences et Techniques du Langage, 6, p.29-50, 2009. (ISSN 0850-3923).
- Haralambous, Yannis. *Fontes & codages*, O'Reilly France, 2004.
- Mangeot, Mathieu. *Environnements centralisés et distribués pour lexicographes et lexicologues en contexte multilingue*. Thèse de nouveau doctorat, Spécialité Informatique, Université Joseph Fourier Grenoble I, 280 p., jeudi 27 septembre 2001.
- Mangeot, Mathieu et Sérasset, Gilles et Lafourcade, Mathieu. *Construction collaborative de*

*données lexicales multilingues, le projet Papillon*. Revue TAL, édition spéciale, Les dictionnaires électroniques : pour les personnes, les machines ou pour les deux ? (Electronic dictionaries: for humans, machines or both?) Ed. Michael Zock & John Carroll, Vol. 44:2/2003, pp. 151-176. 2003.

Mangeot, Mathieu et Thevenin, David. *Online Generic Editing of Heterogeneous Dictionary Entries in Papillon Project*. Proc. of COLING 2004, ISSCO, Université de Genève, Switzerland, 23-27 August 2004, vol 2/2, pp 1029-1035. 2004.

Mangeot, Mathieu et Chalvin, Antoine. *Dictionary Building with the Jibiki Platform: the GDEF case*. Proc. of LREC 2006, Genoa, Italy, 23-25 May 2006, pp 1666-1669. 2006.

Matoré, Georges. *La Méthode en lexicologie*. Paris, Didier, 1973.

Modi, Issouf. *Les caractères tifinagh dans Unicode*. Actes du colloque international "le libyco-berbère ou le tifinagh : de l'authenticité à l'usage pratique", p.241-254, ed. Haut Commissariat à l'amazighité (HCA). 21-22 mars 2007, Alger.

Mortureux, Marie-F. *La lexicologie entre langue et discours*. Paris, SEDES, 1997.

Streiter, Oliver et Scannell, Kevin P. et Stuflessen, Mathias. *Implementing NLP Projects for Non-Central Languages: Instructions for Funding Bodies, Strategies for Developers*. Machine Translation, vol. 20 n°3, mars 2006.

The Unicode Standard 4.1, *Tifinagh*, range 2D30-2D7F, 2005.

Nous remercions spécialement M. Moukeïla Sanda, à l'initiative de ce projet, Mme Rabi Bozari, directrice de l'Institut National de Documentation, de Recherche et d'Animation Pédagogiques, Mme Rakiatou Rabé, M. Maï Moussa Maï et Mahamou Raji Adamou, linguistes, sans qui ce projet ne pourrait être mené à bien.

Le projet DiLAF est financé par le Fonds Francophone des Inforoutes de l'Organisation Internationale de la Francophonie.

[http://www.inforoutes.francophonie.org/projets/projet.cfm?der\\_id=262](http://www.inforoutes.francophonie.org/projets/projet.cfm?der_id=262)

Note : Cet article a été révisé en juin 2012 afin de prendre en compte les nouveaux caractères entrés dans le répertoire Unicode 6.1.