

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Alger 2

Faculté des Lettres et des Langues - Département de Linguistique

MEMOIRE DE MAGISTER

TALN et stylométrie au service de l'analyse du texte

Coranique

INFORMATIQUE LINGUISTIQUE-
SCIENCES DU LANGAGE ET DE LA COMMUNICATION LINGUISTIQUE
OPTION : TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE

Présenté par :
Samir DAOUDI

Encadré par :
Pr. Ahmed GUESSOUM

Année universitaire 2013/2014

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Alger 2

Faculté des Lettres et des Langues - Département de Linguistique

MEMOIRE DE MAGISTER

TALN et stylométrie au service de l'analyse du texte

Coranique

INFORMATIQUE LINGUISTIQUE-
SCIENCES DU LANGAGE ET DE LA COMMUNICATION LINGUISTIQUE
OPTION : TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE

Présenté par : **Samir DAOUDI**

Jury

M ^r	A.SALMI	Professeur, Université d'Alger	Président
M ^r	A. GUESSOUM	Professeur, USTHB	Encadreur
M ^{me}	L.MAHDAOUI	MCA, USTHB	Examinatrice
M ^r	H. AZZOUNE	MCA, USTHB	Examineur

Année universitaire 2013/2014

Remerciements

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

Je tiens à présenter mes vifs remerciements au Professeur Ahmed GUESSOUM pour m'avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité et pour m'avoir aidé et encouragé à ouvrir un nouveau portail de recherche qui sert à la fois la langue Arabe et le saint Coran.

A Mr Abderrahmane HADJ SALAH pour nous avoir donné l'opportunité d'entamer les études de post graduation pour participer au développement de la langue Arabe.

A Mr Abdelmadjid SALMI, président du jury.

A Mme L. MAHDAOUI et Mr H. AZZOUNE les membres du jury.

A Amine Aichour, qui m'a soutenu au cours de la réalisation de ce mémoire.

A Mr Rachid, responsable de la Bibliothèque USTHB pour toutes les facilités qu'il m'a offertes.

A mon ami Karim Negazi pour son accompagnement et soutien moral.

A Mlle Nadjet Mokadem du secrétariat du département linguistique.

A mon ami Abdelhakim DIB, pour sa contribution très importante sur le plan socioprofessionnel.

A Mlle L. Nouri pour son aide et assistance.

Mr I. BENAMER spécialiste dans la récitation.

A ma mère.

A l'esprit de mon père.

A Mon épouse.

A mes deux filles Sarah Nesrine et Asmaa.

Mes frères et sœurs, surtout Rachid, à toute la famille surtout Dr. Toufik.

Mes amis Ahmed, Youcef, Faouzi, Omar, Kamel , Nabil, Kaddour et Djamel.

ملخص البحث:

تلاوة القرآن الكريم تضبطها قواعد متعددة، و لكن التي تؤثر في مقدار حركات حروف النص القرآني تنحصر في القواعد المتعلقة بالمدود والعنة، ومن أجل محاولة اكتشاف مدى علاقة أحكام التلاوة بالمواضيع التي تطرق لها القرآن الكريم من أول آية إلى آخر آية، قمنا بإعداد خوارزمية من أجل تمثيل النص القرآني في شكل رقمي يتناسب تماما مع مقدار حركات الحروف.

بعد ذلك استطعنا ايجاد مقاربة استخدمنا من خلالها مقاطع من هذا التمثيل البياني، و حاولنا دراستها من خلال مقارنتها بمختلف المواضيع التي تطرقت إليها الآيات القرآنية. من بين أهداف هذا الربط بين المواضيع و نغمة التلاوة، هو إنجاز دراسة أكثر منهجية، من أجل اكتشاف تكرارات محتملة و كذلك العلاقة الممكنة بين تغيرات نغمة التلاوة و المواضيع التي تطرق لها القرآن الكريم.

الكلمات الدالة:

المعالجة الآلية للغة، أحكام التلاوة، مواضيع القرآن، الأسلوب (القرآني).

Résumé

La récitation du Coran est régie par plusieurs règles mais seules les prolongations (les voyelles longues) et la nasalité (« al ghounna », العنة) agissent sur l'aspect « mélodie » qui influe sur la valeur des unités de prolongation des lettres du texte sacré. Ainsi, et dans le but de découvrir la relation entre la psalmodie et la classification thématique du Coran, nous avons procédé dans un premier temps de ce travail, à l'implémentation d'un algorithme qui produit une représentation numérique de l'ensemble du texte Coranique.

Ceci accompli, nous avons pu suggérer une approche par laquelle nous utilisons des segments de cette représentation graphique, et essayons de les apparier avec des thèmes abordés dans différents versets Coraniques. Parmi les buts de ce couplage entre thèmes et « mélodies » des versets est de faire une étude plus systématique, afin de découvrir des éventuelles répétitions et des relations entre les variations « mélodiques » et les thèmes abordés par le Coran.

Mots clé :

TALN, règles de récitation, stylométrie, classification thématique du Coran.

Abstract:

Reciting the Quran has undergone several rules, but only extensions and nasality ("alghounnah", العُنَّة) affect the "melody". In order to discover the relationship between recitation and the thematic classification of the verses Quran, we have designed and implemented in this work an algorithm, which produces a digital representation of the entire Quranic text.

Once this was accomplished, we have suggested an approach whereby we use segments of the graph, and try to match them with different themes of the Quran verses. The main aim of this coupling between themes and "melodies" of verses is to make a more systematic study so as to find possible relationships between repetitions and "melodic" variations on the one hand and themes of the Quran on the other.

Key words :

NLP, Quran recitation, stylometry, thematic classification

Sommaire

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction général	i
Objectif du mémoire	iv
CHAPITRE 1 : La Stylométrie et le style Coranique	5
1.1 Généralités sur la stylométrie	5
1.2 Généralités sur le style Coranique	6
1.2.1 Quelques caractéristiques du Coran	7
1.2.2 Le style du Coran est-il programmable ?	8
1.3 Relation entre la mélodie et le sens dans le Coran	11
Conclusion	13
CHAPITRE 2 : Traitement Automatique du Langage Naturel	14
Introduction	14
2.1 Les domaines d'application du TALN	14
2.2 Les niveaux de traitement automatique du LN	15
2.2.1 Le traitement morphologique	15
2.2.2 Le traitement syntaxique	16
2.2.3 Le traitement sémantique	16
Conclusion	17
CHAPITRE 3 : Vers une nouvelle approche d'exploration par programmation de l'aspect mélodie/ thème	18
Introduction	18
3.1 Exploitation de la relation mélodie/thème	18
3.2 Psalmodie et règles de prolongation	19
3.2.1 Les règles de prolongation	20
3.2.2 La nasalité	21
3.3 Les étapes suivies dans notre approche	22
Conclusion	23

CHAPITRE 4 : Conception de l'approche mélodie\ thème	24
Introduction	24
4.1 Méthode d'analyse pour l'approche proposée	24
4.2 Recherche des entités concernées par les prolongations dans le corpus	26
4.2.1 Traitement des cas de prolongation	27
4.2.2 Traitement de la nasalité	28
4.3 Les tests pour le traitement du reste du corpus	30
4.4 Classification thématique du texte Coranique	30
Conclusion	33
CHAPITRE 5 : Implémentation de l'algorithme et analyse des résultats	34
Introduction	34
5.1 Première étape pour l'implémentation	34
5.2 Deuxième étape pour l'implémentation	39
5.3 Résultats et interprétations	43
Conclusions et perspectives	47
Références bibliographiques	50
Annexe	52

Liste des figures

Figure 1. Les mappes mentales des Sourates du Coran. Les thèmes de la Sourate {In~isaA'.....	32
Figure 2. Aperçu sur le corpus utilisé	34
Figure 3. Aperçu sur le fichier résultat qui représente la Sourate {lofaAtiHa et quelques versets de la Sourate {lobaqarah.....	36
Figure 4. Menu principal de l'application.....	37
Figure 5. Un aperçu sur le fichier résultat après l'introduction des fins de versets.....	42
Figure 6. Représentation graphique de la Sourate {lofaAtiha « الفاتحة ».....	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les types de prolongation.....	20
Tableau 2 : Les types de nasalité	21
Tableau 3 : Les caractères fondamentaux des prolongations (translitérés).....	26
Tableau 4 : Les lettres de révélation "حروف الإظهار".....	28
Tableau 5 : Les lettres de gémination "حروف الإدغام".....	28
Tableau 6 : Les lettres de dissimulation "حروف الإخفاء".....	29
Tableau 7 : Différentes formes des lettres de prolongation « حروف المد ».....	30
Tableau 8 : Statistiques des caractères en fin de versets.....	40
Tableau 9 : La valeur des lettres en cas de pause et en cas de continuité de récitation.....	41
Tableau 10 : Statistiques des unités mélodiques.....	43
Tableau 11 : Position des endroits de la pause intransitive.....	45
Tableau 12 : Nombre d'occurrences des valeurs de récitation de quelques phrases.....	46

Introduction générale

Introduction:

Depuis le 1^{er} siècle de l'Hégire à ce jour, les chercheurs dans les domaines ayant trait aux sciences Coraniques ne cessent de produire des milliers d'ouvrages pour tenter d'expliquer le Coran de différentes perspectives, tout en essayant de découvrir des éléments qui prouvent que le Coran est un miracle en soi, parce qu'il s'agit de paroles divines.

Par sa supériorité linguistique, son style, la clarté de son message, la force de ses arguments et l'incapacité des hommes de produire quoi que ce soit de similaire, et ce jusqu'à l'éternité, le Coran acquiert un caractère absolument unique.

Allah, à travers le Coran a lancé un défi aux infidèles de produire quelque chose similaire. Il a commencé par leur demander de produire un récit pareil « *fh bien qu'ils produisent un récit pareil à lui (le Coran) s'ils sont véridiques* » (Sourate {IT~uwr, 34)

" فَلْيَأْتُوا بِحَدِيثٍ مِثْلِهِ إِنْ كَانُوا صَادِقِينَ " آية 34 من سورة الطور

Mais comme ils ne parvinrent pas à relever ce défi, Allah leur demanda d'apporter uniquement dix (10) Sourates semblables « *ou bien ils disent il l'a forgé (le Coran) ! Dis apportez donc dix sourates semblables à ceci, forgées (par vous), et appelez qui vous pouvez (pour vous aider) hormis Allah, si vous êtes véridiques* » (Sourate Houde, verset 13)

" أَمْ يَقُولُونَ افْتَرَاهُ قُلْ فَأْتُوا بِعَشْرِ سُوْرٍ مِثْلِهِ مُفْتَرِيَاتٍ وَادْعُوا مَنْ اسْتَفْتَعْتُمْ مِنْ دُونِ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ " آية 13 من سورة هود

Mais les voyant incapables de relever ce défi, Dieu réduisit le nombre à une seule Sourate

« *Si vous avez un doute sur ce que Nous avons révélé à Notre Serviteur, tâchez donc de produire une sourate semblable et appelez vos témoins, (les idoles) que vous adorez en dehors d'Allah, si vous êtes véridiques. Si vous n'y parvenez pas et, à coup sûr, vous n'y parviendrez jamais, parez-vous donc contre le feu qu'alimenteront les hommes et les pierres, lequel est réservé aux infidèles* » Sourate de la vache, versets 23 – 24)

"وَإِنْ كُنْتُمْ فِي رَيْبٍ مِمَّا نَزَّلْنَا عَلَىٰ عَبْدِنَا فَأْتُوا بِسُورَةٍ مِثْلِهِ وَادْعُوا شُهَدَاءَكُمْ مِنْ دُونِ اللَّهِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ (23) فَإِنْ لَمْ تَفْعَلُوا وَلَنْ تَفْعَلُوا فَاتَّقُوا النَّارَ الَّتِي وَقُودُهَا النَّاسُ وَالْحِجَارَةُ أُعِدَّتْ لِلْكَافِرِينَ" آية 23 و 24 من سورة البقرة.

Ils ne parviendront bien sur à produire aucune Sourate, échec qu'Allah avait prédit :

« *Dis: Même si les hommes et les djinns s'unissaient pour produire quelque chose de semblable à ce Coran, ils ne sauraient produire rien de semblable, même s'ils se soutenaient les uns les autres* » (Sourate {lo<isoraA', verset N° 88)

" قُلْ لئن اجتمعت الإنس والجن على أن يأتوا بمثل هذا القرآن لا يأتون بمثله ولو كان بعضهم لبعض ظهيراً " آية 88 من سورة الإسراء

Quand bien même les arabes de cette époque étaient des poètes et très compétents dans cet art, ils organisaient des compétitions annuelles et les poèmes des gagnants étaient gravés dans l'or et suspendus sur les murs de la « kaEobah ».

Certains orientalistes non musulmans attestent le fait que le Coran est inimitable :

« *De nombreux arabes Chrétiens parlent de son style avec une véritable admiration et reconnaissent son excellence...Il possède la capacité de réduire au silence la critique par la douce musique de la langue qui a donné naissance au dogme de son inimitabilité, dans toute la littérature arabe, rien ne lui est comparable* » [GUI, 90]

Dans ce travail nous avons essayé d'initier une nouvelle approche d'analyse du texte Coranique basée sur la recherche des relations qui pourraient exister entre la mélodie et la classification thématique du texte Coranique.

Cette approche consiste à représenter les versets du Coran sous forme d'un histogramme, par substitution des lettres d'un corpus du Coran translitéré, par des unités qui peuvent prendre les valeurs (0, 1, 2, 4 et 6).

Ces valeurs représentent le nombre des unités correspondant à la durée nécessaire pour la bonne prononciation de chaque syllabe (phonème) en appliquant les règles de psalmodie qui influent directement sur la durée de la prononciation (la prolongation "المد" et la nasalité "الغنة").

Il existe exactement neuf types de prolongations [**SOU, 12**], qui influent tous sur les valeurs des longueurs de la psalmodie, qui peuvent prendre les valeurs 2, 4, 5 ou bien 6 unités, tandis que pour la nasalité la valeur est fixée à 2 [**MEB, 06**] pour toutes les entités concernées par cet aspect de psalmodie. Dans le chapitre 4, nous expliquerons en détail cet aspect.

Objectif du mémoire

Suite à l'étude de plusieurs ouvrages des spécialistes des sciences du Coran et de la langue arabe, nous avons découvert que le style Coranique qui a été analysé (traité) par différentes méthodes, contient des éléments programmables. D'autre part, plusieurs chercheurs ont élaboré des classifications thématiques du Coran, nous pouvons citer, entre autres Safiah Alsuhaibani dans son ouvrage : *les mappes mentales des Sourates du Coran* « الخرائط الذهنية لسور القرآن الكريم » [Als, 12].

Dans cet ouvrage l'auteur a affecté un thème principal à chaque Sourate, et divisé chaque Sourate en ensembles de premier niveau de versets consécutifs chacun ayant un thème secondaire plus spécifique que celui de la Sourate ; et pour certains cas elle a raffiné chaque séquence de premier niveau de versets en des sous ensembles des mêmes versets dont les thèmes sont encore plus spécifiques (sous thèmes).

Nous voulons dans ce travail analyser le texte Coranique de telle sorte à faire apparaître les entités concernées par l'une des deux règles de psalmodie 'tilaAwa' à savoir : la prolongation 'المد' et la nasalité 'الغنة' « {logun~ah » seules responsables de la variation du temps nécessaire pour prononcer les lettres. Celui-ci varie entre 2 et 6 unités. Ces aspects affectent par conséquent la mélodie des versets Coraniques.

Une fois le résultat de cette annotation de mesure de la prolongation obtenu, et en ayant représenté les thèmes des différentes parties (séquences de versets comme expliqué plus haut), nous allons choisir des segments de tailles aléatoires pour détecter la relation qui existe entre des séquences « mélodiques » et les thèmes pour lesquels elles ont tendance à être utilisées. Ceci peut être vérifié en montrant les répétitions de ces appariements entre séquences mélodiques et thèmes Coraniques.

Chapitre 1 : La Stylométrie et le style Coranique

1.1 Généralités sur la stylométrie

Vers la fin du 19^{ème} siècle, la notion de stylométrie a été introduite dans le but de pouvoir classer chronologiquement d'anciens écrits et pour déterminer l'origine d'écrits d'auteurs ou penseurs célèbres.

L'application principale de la stylométrie consiste en la détermination de paternité et de la datation d'une œuvre. Mais elle ne prétend pas remplacer les travaux de recherche des experts littéraires et des historiens, seulement leur apporter des arguments complémentaires pour déterminer la paternité d'un écrit.

En 1932, G.Zips et U.Yule [THO, 04] ont démontré l'existence d'une relation linéaire entre la fréquence d'apparition des mots de longueur r (où r est un entier naturel), connue sous le nom de la loi de Zips. Yule en a déduit en 1944 que la probabilité d'apparition d'un mot donné peut être modélisée par une loi de poisson, caractéristique K de Yule. Mais ces deux caractères ne suffisaient pas à déterminer d'une manière fiable la paternité d'une œuvre.

*...Wilhem Dittenberger [1840 – 1906] épigraphiste classique Allemand, a proposé pour déterminer la chronologie des dialogues de Platon, de suivre une méthode consistant à faire la statistique de certaines particularités de styles, n'ayant aucune signification philosophique, mais relative, par exemple, à l'emploi plus ou moins fréquent d'expressions ou de mots équivalents. Les recherches de **Dittenberger** ont été imitées depuis dans nombre de travaux poursuivis surtout en Allemagne ; les résultats n'ont nullement abouti à des résultats identiques ; cependant la plupart des investigations de ce genre ont conduit à rapprocher les dialogues dits dialectiques des écrits unanimement reconnus depuis longtemps comme étant les derniers que Platon ait composés (le Timée, le Critias, les lois)... **Paul Tannery** [1843-1904] historien français des sciences.*

La stylométrie a été utilisée aussi pour étudier l'attribution à Shakespeare d'un poème découvert en 1985 mais la première utilisation notable de stylométrie fut menée par Cox et Brandwood pour déterminer l'ordre dans lequel Platon avait écrit ses pièces.

Le lancement de la stylométrie s'est faite grâce au succès de deux statisticiens américains, Mosteller et Wallace, qui en 1964, surent évaluer les probabilités de paternité de chacun des auteurs présumés pour chaque article du recueil « The Federalist Paper », en comparant la fréquence d'apparition de mots clés [AMO, 01].

1.2 Généralités sur le style Coranique

Le Coran consiste en 114 Sourates contenant plus de 70.000 mots et plus de 320.000 lettres, il est caractérisé par ses miracles, son style, et qu'il n'a jamais contredit les réalités scientifiques.

Les spécialistes des sciences Coraniques et de la langue arabe, dans leurs travaux relatifs au traitement du texte Coranique démontrent que le style du Coran a des caractéristiques spécifiques. Lorsqu'il utilise par exemple la phrase (tu as pu) « تستطع » (tastaTiEo) dans un verset, et juste après, utilise la phrase (tu as pu) « تسطع » (tasTiEo), où le son 'ta' a été supprimé de la deuxième occurrence de la phrase, ce n'est pas un simple jeu de mots.

Quand bien même le sens des deux termes est très proche, dans le Coran le choix des mots et même des lettres est très précis selon le contexte du sujet abordé; sachant que dans la langue arabe la règle dit : une extension de la construction ou de la structure, exprime une extension du sens « الزيادة في المبنى تفيد الزيادة في المعنى » [ASS, 10].

Ce qui explique que le premier mot (tastaTiEo, tu as pu) qui est plus long que le mot (tasTiEo, tu as pu), a été utilisé dans la Sourate {lokaHof dans un contexte d'explication des faits et de développement des explications « *Ceci [marque] la séparation entre toi et moi, dit [l'homme,] Je vais t'apprendre l'interprétation de ce que tu n'as pu supporter avec patience* » Sourate {lokaHof, verset N°78.

" هذا فراق بيني و بينك، سأنبئك بتأويل ما لم تستطع عليه صبيرا " آية 78 من سورة الكهف.

Nous constatons que l'homme va interpréter avec détails les faits précédents au prophète Moïse.

Par contre le second mot (tasTiEo, tu as pu) où le son 'ta' a été supprimé, donc une phrase plus courte qui a été utilisée parce que la période de patience du prophète Moïse l'était aussi et il demanda immédiatement à chaque fois des explications de la part de son maître, bien que ce dernier lui a conseillé d'avoir

une bonne patience et de ne pas poser des questions jusqu' à la fin du parcours; «... *Voilà l'interprétation de ce que tu n'as pas pu endurer avec patience*» Sourate {lokahof, verset N° 82, " *ذلك تأويل ما لم تسطع عليه صبرا* " آية 82 من سورة الكهف

1.2.1 Quelques caractéristiques du Coran

Erroumi, dans son livre *les caractéristiques du Coran* « *خصائص القرآن الكريم* » [ERR, 87] a mis en relief un ensemble de valeurs qui caractérisent le Coran. Entre autres, nous pouvons rapporter qu'il ne contredit pas les réalités scientifiques, son pouvoir de satisfaire, l'esprit et les sentiments en même temps, son style, sa mélodie, etc. La partie style a été développée en plusieurs points :

- 1 La structuration « *النظم* » ({ln~aZom) : Erroumi a expliqué qu'il n'y a aucune différence entre deux lexies si elles sont indépendantes (non liées) sauf si l'une est fréquemment utilisée tandis que l'autre est (irrégulière), ou bien la prononciation de l'une est plus facile que l'autre, ex.

" *وَقِيلَ يَا أَرْضُ ابْلَعِي مَاءَكَ وَيَا سَمَاءُ أَقْلِعِي وَغِيضَ الْمَاءِ وَقُضِيَ الْأَمْرُ وَاسْتَوَتْ عَلَى الْجُودِيِّ وَقِيلَ بُعْدًا لِلْقَوْمِ الظَّالِمِينَ* " آية 44 من سورة هود

« *ft il fut dit: O terre, absorbes ton eau! ft toi, ciel, cesse [de pleuvoir]! f'eau baissa, l'ordre fut exécuté et l'arche s'installa sur le Jûdi, et il fut dit: Que disparaissent les gens pervers!*» Sourate Houde, verset N° 44

Quel éblouissement ! C'est dû à l'enchaînement des mots les uns aux autres, mais si on prend chaque mot de ce verset tout seul sans corrélation, l'impact ne sera pas de cette puissance. Par exemple le mot absorbes « *ابلعي* » tout seul, sans voir les mots qui le précèdent et ceux qui le suivent, ça diminue énormément son importance par rapport à sa position dans cet enchaînement.

- 2 L'impact « *الوقع* » ({lowaqoEo) : Il fait ainsi référence à son système mélodique et sa beauté linguistique, dont une distribution harmonique des « *حركات* » (les voyelles brèves) et des « *سكون* » (sukwn) l'implosion, est très remarquable dans le Coran. Ceci est fait d'une façon à attirer l'attention des auditeurs. A noter aussi la distribution équilibrée des prolongations « *حروف المد* » et de la nasalité « *الغنة* » stimulant l'esprit continuellement.

3 La satisfaction de l'esprit et de la raison : Contrairement à l'être humain qui n'utilise que l'un des deux styles, soit le style scientifique soit le style littéraire, le Coran en fait un dosage savant.

4 Une fonderie de qualité et un récit bien étroit « جودۃ السبک و إحکام السرد » (jawodat {ls~abok wa iHkaAm {ls~ard)

En lisant le Coran du début à la fin, nous allons constater comme s'il s'agissait d'un seul lopin métallique, sans aucune rupture entre ses parties. Et, comme les paroles sont le miroir du sens, cette caractéristique du Coran implique que tous ses messages sont bien clairs et bien arrangés.

« Alif, Lâm, Râ. C'est un livre dont les versets sont parfaits en style et en sens, émanant d'un Sage, Parfaitement Connaisseur » Sourate Houde, verset N° 1.

”الر، كِتَابٌ أُحْكِمَتْ آيَاتُهُ ثُمَّ فُصِّلَتْ مِنْ لَدُنْ حَكِيمٍ خَبِيرٍ ” الآية 1 من سورة هود

1.2.2 Le style du Coran est-il programmable ?

Plusieurs spécialistes de la langue arabe notamment celle utilisée par le Coran, parlent de la distribution équilibrée et la mélodie harmonique qui caractérisent le style du Coran, ceci fait partie des résultats que nous voudrions confirmer dans ce travail par un traitement automatique.

Actuellement, parmi les spécialistes de la langue Arabe, nous trouvons le Dr. « Fadel Salih As-samarai », dans son ouvrage (questions déclaratives sur le Coran) « أسئلة بيانية في القرآن الكريم » [ASS, 10], dans lequel il explique beaucoup de secrets de la langue Arabe utilisée par le Coran.

Par exemple, pourquoi Allah utilise la répétition dans le saint Coran ? L'auteur argumente cette répétition par le fait que les versets et les mots se répètent selon le contexte ; c'est une diversité qui renforce la richesse du Coran.

« ... Ainsi déployons-Nous les enseignements pour des gens reconnaissants »
Sourate {lo>aEoraAf, verset N° 58

”... كَذَلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ ” سورة الأعراف آية 58

Cette répétition est multiforme et chaque forme correspond bien à son emplacement afin qu'elle soit bien retenue par la raison et par l'esprit. Ainsi,

As-samarrai fait une comparaison entre les Sourates d'une part et les versets d'autre part ; il explique aussi l'objectif de l'utilisation d'un terme précis dans un endroit précis.

Mais la conclusion qui nous semble importante et très utile pour notre recherche est, qu'à travers cet ouvrage, nous avons commencé à confirmer que le style Coranique est mesurable (programmable).

Voici quelques exemples :

1) Le mot fontaines « عيون » (Euyuwno) et le mot yeux « أعين » (>aEoyuno)

Dans tout le Coran le premier mot est exclusivement utilisé pour exprimer les sources d'eau, alors que le deuxième est utilisé exclusivement pour exprimer les yeux (la vue). La même chose pour les deux mots qui expriment le jeûne « الصوم » ({IS~awom) et « الصيام » ({IS~iyaAm) : dont le premier mot est toujours utilisé quand il s'agit de l'abstinence de la parole, alors que le second est toujours utilisé pour exprimer l'abstinence de manger. Le Coran a donc bien sa spécificité et son style très particulier : si on peut dire, il est construit à partir d'une ossature fortement organisée.

2) Le caractère de vénération « نون التعظيم » (nuwn {It~aEoZiym)

Dans tout le Coran, on trouve toujours avant ou après le mot qui contient le caractère de vénération une expression qui signifie l'unicité, pour indiquer que Dieu est unique, car le caractère de vénération peut indiquer aussi le groupe en arabe.

« إِنَّا أَعْطَيْنَاكَ الْكَوْثَرَ، فَصَلِّ لِرَبِّكَ وَأَنْحَرْ » « الآيتين 1 و 2 من سورة الكوثر

« **Nous t'avons certes, accordé l'Abondance, Accomplis la prière pour ton Seigneur et sacrifie » verset 1 et verset 2 de la Sourate {lokawovar.**

3) Le mot glorifier « سَبَّحَ » (sab~aHa)

Dans tout le Coran si on trouve le mot glorifié « سَبَّحَ » suivi du mot tout « ما », alors Dieu va parler juste après de la terre et des êtres humains. Sinon il ne va parler ni de la terre ni des êtres humains. Exemple :

« *Tout ce qui est dans les cieux et sur la terre glorifie Allah. Et c'est Lui le Puissant, le Sage* » Sourate {lohadiyd, verset N° 1

" سَبَّحَ لِلَّهِ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ " الآية 1 من سورة الحديد

Et puis dans le verset 4 de la même Sourate Dieu parle des cieux, de la terre et des êtres humains comme suit :

« *C'est Lui qui a créé les cieux et la terre en six jours puis Il s'est établi sur le Trône; Il sait ce qui pénètre dans la terre et ce qui en sort, et ce qui descend du ciel et ce qui y monte, et Il est avec vous où que vous soyez. Et Allah observe parfaitement ce que vous faites* » Sourate {lohadiyd, verset N° 04.

"هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى الْعَرْشِ يَعْلَمُ مَا يَلْجُ فِي الْأَرْضِ وَمَا يَخْرُجُ مِنْهَا وَمَا يَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَمَا يَعْرُجُ فِيهَا وَهُوَ مَعَكُمْ أَيْنَ مَا كُنْتُمْ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ " الآية 04 من سورة الحديد.

Une deuxième règle concerne toujours le même mot glorifié : toute Sourate qui commence par le mot glorifié dans le temps passé, contient toujours le mot combat « القتال » par contre si la Sourate commence par glorifié dans l'imparfait « يسبح », elle ne contient pas le sujet du combat. Exemple :

« *Ce qui est dans les cieux et ce qui est sur la terre glorifient Allah, et Il est le Puissant, le Sage* » Sourate {IS~af~, verset N° 1

" سَبَّحَ لِلَّهِ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَهُوَ الْعَزِيزُ الْحَكِيمُ " الآية 1 من سورة الصف

Dans le verset 4 de la même Sourate il parle du combat :

« *Allah aime ceux qui combattent dans Son chemin en rang serré pareils à un édifice renforcé* » Sourate {IS~af~, verset 4.

" إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الَّذِينَ يُقَاتِلُونَ فِي سَبِيلِهِ صَفًّا كَانَهُمْ بُنْيَانٌ مَرْصُورٌ " الآية 4 من سورة الصف

Cette règle est valable pour tous les versets similaires dans le Coran.

4) Le mot si, quand, lorsque « إذا » (<i*aA)

Les Arabes utilisent le mot « إذا » dans deux cas de figure :

a) Pour des faits qui doivent obligatoirement surgir. Exemple :

«...*quand la mort est proche de l'un de vous..*» Sourate {Ibaqarah, 180

« ... إِذَا حَضَرَ أَحَدَكُمُ الْمَوْتُ ... » الآية 180 من سورة البقرة

La mort va sans doute surgir ; c'est le premier cas de l'utilisation du mot quand.

b) Pour des faits qui surgissent fréquemment ; ex.

«...*lorsque vous vous levez pour la prière...*» Sourate {IomAA^}idah, verset N° 6

« .. إِذَا قُمْتُمْ إِلَى الصَّلَاةِ ... » الآية 6 من سورة المائدة

«...*Si on vous fait une salutation...*» Sourate {In~isaA', verset N° 86

« وَإِذَا حُيِّئْتُمْ بِهِ ... » الآية 86 من سورة النساء

La prière et la salutation sont des faits qui se répètent fréquemment. En conclusion, dans le Coran le mot « إذا » est répété 362 fois ; dans toutes ces instances, Dieu parle toujours de faits réalisables, soit fréquemment, soit sûrement, conformément aux deux points cités.

1.3 Relation entre la mélodie et le sens dans le Coran

Revenons à l'objectif du présent mémoire. Nous voulons prouver en utilisant des méthodes du traitement automatique du langage, l'existence d'une relation entre la mélodie résultante de l'application des règles de psalmodie et le sens dans le Coran.

Comme exemple, nous expliquons comment le sens dépend de la prolongation. Chamoul Mohammed [CHA, 07], dans une ébauche a donné plusieurs exemples de la relation entre le sens et les règles de la psalmodie :

Les mots suivants : les égarés, l'inévitable (l'heure qui montre la vérité) et le cataclysme respectivement : "الضالّين" "الحاقّة" "الطامة" et beaucoup d'autres mots contiennent une prolongation de six unités (le maximum). Et comme nous l'avons déjà expliqué, une extension de la construction ou de la structure, exprime une extension du sens. Ce qui signifie que la longueur de six unités

dans ces mots indique soit la pullulation soit la lourdeur, et dans d'autres mots similaires indique aussi la longueur, l'abondance...etc.

Un autre exemple dans la Sourate {lokaAfiruwn « سورة الكافرون » nous trouvons l'expression -ce que j'adore- « ما أعبد » (maA >aEobud) qui est répétée deux fois, contient une prolongation de quatre unités, parce qu'il s'agit de ce que le prophète (pssl) adore, qui est le Dieu, le plus grand et le plus haut. Par contre, dans la même Sourate, les expressions – ce que vous adorez- "ما تعبدون" (maA taEobuduwn) et "ما عبدتم" (maA Eabadt~umo), nous trouvons une prolongation de deux unités uniquement, parce qu'il s'agit de ce que les incroyants adorent, qui sont les idoles.

Dans un troisième exemple, nous trouvons parmi les types de prolongations que nous allons aborder dans le chapitre 4, la prolongation de la liaison « مد الصلة » dont la définition est comme suit :

Nous faisons une liaison d'une voyelle longue 'uw' ou bien une voyelle longue 'iy' avec le pronom du singulier masculin absent, qui est la lettre 'h' si ce dernier contient respectivement une voyelle brève 'u' ou bien 'i'. Si le pronom suivi d'une occlusive glottale « hamza », nous sommes devant un cas d'une grande liaison, sinon c'est une petite liaison

" صلة هاء الضمير للمفرد المذكر الغائب بـ واو إن كانت الهاء مضمومة و بـ ياء إن كانت مكسورة، في الصلة الصغرى يشترط أن لا يقع بعد الهاء همزة، في الصلة الكبرى إذا وقع بعد الهاء همزة "

Dans le Coran, même les exceptions ont une signification. Par exemple, le mot « il l'agrée » "يَرْضُهُ", l'exclusion de la prolongation est très significative, bien que les conditions de la prolongation de liaison sont toutes réunies (voir tableau 01), mais la prolongation est exclue, comme expliqué ci-après.

« Si vous ne croyez pas, Allah se passe largement de vous. De Ses serviteurs cependant, Il n'agrée pas la mécréance. Et si vous êtes reconnaissants, Il l'agrée pour vous. Nul pécheur ne portera les péchés d'autrui. Ensuite, vers votre Seigneur sera votre retour: Il vous informera alors de ce que vous faisiez car Il connaît parfaitement le contenu des poitrines » Sourate {Iz~umar, verset N° 7

"إِنْ تَكْفُرُوا فَإِنَّ اللَّهَ غَنِيٌّ عَنْكُمْ وَلَا يَرْضَىٰ لِعِبَادِهِ الْكُفْرَ وَإِنْ تَشْكُرُوا يَرْضَاهُ لَكُمْ وَلَا تَزِرُ وَازِرَةٌ وِزْرَ أُخْرَىٰ ثُمَّ إِلَىٰ رَبِّكُمْ مَرْجِعُكُمْ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ إِنَّهُ عَلِيمٌ بِذَاتِ الصُّدُورِ " الآية 7 من سورة الزمر

En principe, nous devons prolonger le 'h' comme dans l'exemple (*son peuple argue avec lui...*) Sourate {lo>anoEaAm, verset N° 80 « وَحَاجُّو قَوْمَهُ... » الآية 80 من سورة الأنعام, sa translittération est « wa HaAj~ahu, qawomuhu, » la virgule est la translittération du petit w « و » pour indiquer qu'une prolongation de petite liaison de 2 unités est indispensable dans ces endroits.

Par contre le h dans le mot « *Il l'agrée* » « يَرْضَاهُ » (yaroDahu) n'est pas suivi de virgule suite à l'absence de petit 'w' dans le texte, pour avertir les lecteurs que la prolongation est interdite dans cet endroit, pour une simple raison qui a une relation avec le sens, est que l'agrément de Dieu est très rapide et ne nécessite nullement de temps, ce qui signifie que la prolongation n'a pas eu lieu d'être ; Gloire à Dieu !

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons montré quelques aspects programmables dans le style Coranique, qui peuvent influencer directement sur le sens. Il nous reste de faire ressortir cette relation d'une façon automatique.

Pour ce faire, il faut d'abord énumérer toutes les règles de psalmodie ayant un impact sur les variations en matière de longueur de prononciation des lettres du Coran. Par la suite, à travers une analyse du texte Coranique permettant l'extraction des entités concernées par ces règles, nous pouvons ainsi passer à l'application afin d'arriver vers la fin à un fichier numérique contenant les valeurs correspondantes à chaque lettre selon sa prononciation.

D'autre part, plusieurs interprétations du fichier résultat sont possibles. Tenant compte d'un autre aspect qui est la classification thématique du texte du Coran, dont nous parlerons dans le chapitre 4, à travers un appariement entre les deux aspects nous pouvons déduire les variations mélodiques selon les sujets traités dans des endroits précis.

Chapitre 2 : Traitement Automatique du Langage Naturel

Introduction :

Les recherches dans le domaine de traitement automatique du langage naturel, visent par l'application de programmes et techniques informatiques, à stimuler la machine pour la rendre capable de comprendre le langage humain.

L'objectif du TALN est de pouvoir dialoguer naturellement avec la machine comme avec une personne. En 1950, Turing a prédit que ceci serait possible 50 ans après, alors que l'échéance est passée sans que la prédiction ne se réalise.

Plusieurs domaines concernés par cette discipline, à savoir : l'informatique, la linguistique et les statistiques ; en 1964 le comité (ALPAC) « Automatic Language Processing Advisory Committee » établit un rapport sur l'échec des recherches sur le TALN et a conduit à l'arrêt des financements et à la disparition quasi-total des recherches dans ce domaine.

En 1975, la communauté Européenne a donné un nouveau départ des recherches sur le TALN, avec le développement du système SYSTRAN, qui est un système de traduction automatique. Ceci nous conduit à parler des domaines d'applications du TALN.

2.1 Les domaines d'application du TALN

Plusieurs domaines de recherches font recours au TALN ; nous mentionnons, entre autres :

- La traduction automatique : Actuellement la qualité des traducteurs automatiques n'est pas excellente (vue que la tâche est difficile) mais suffisante pour être utile. Il existe des traducteurs en ligne tel que Reverso, Babelfish, Systran et Google translate.
- La reconnaissance de la parole : Cette discipline a fait des progrès considérables. La reconnaissance passe généralement par les étapes suivantes : la segmentation de flux continu de paroles en unités discrètes, puis l'identification du phonème correspondant à chaque unité, puis le

regroupement des unités pour constituer les mots et, finalement, l'aspect syntaxe est pris en compte pour la finalisation du texte écrit.

Quelques chercheurs ont procédé à des analyses de la voix de récitation et nous ont confirmé que la durée de la prononciation de la nasalité est de deux unités [MEB, 06]. Cet aspect sera détaillé dans les chapitres 4 et 5 de ce mémoire.

- Recherche d'information : A travers l'analyse morphologique, syntaxique et sémantique, le traitement linguistique des documents permet d'extraire d'une manière automatique des informations linguistiques permettant ainsi une meilleure compréhension des contenus textuels.
- On trouve aussi des domaines proches comme la correction automatique, la reconnaissance de caractères (Optical Character Recognition, OCR).

2.2 Les niveaux de traitement automatique du LN :

Pour déterminer le genre du mot *livre* dans les phrases suivantes :

- ✓ J'ai lu un livre
- ✓ Il ne s'agit pas de livres mais de lires

nous devons passer par trois niveaux de traitement, à savoir :

2.2.1 Le traitement morphologique

A ce niveau nous étudions la formation des mots à partir d'unités plus petites appelées morphèmes (forme minimum douée de sens, libre ou lié à une autre forme), par exemple le mot *livres* est composé de deux morphèmes :

- la base ou racine (*livre*)
- un suffixe, la désinence du pluriel (*s*)

Parmi les objectifs de ce traitement est de reconnaître la catégorie syntaxique et les propriétés grammaticales des mots et de proposer une lemmatisation, qui consiste à retrouver le lemme d'une forme fléchie, c'est-à-dire à lui retirer son ou ses suffixes flexionnels. La lemmatisation est donc une forme très simplifiée d'analyse morphologique ; (*aller* : est une lemmatisation de la forme fléchie *viens*) et de reconnaître les entités nommées (noms propres, nom d'organisation, lieux, quantités, distances, dates...).

2.2.2 Le traitement syntaxique :

A ce niveau on s'intéresse à l'étude des règles qui régissent la combinaison des mots en phrases afin de prédire la nature des constituants de la phrase, la structure hiérarchique de ces constituants et leur fonction syntaxique.

Cette analyse peut avoir comme objectifs le découpage des phrases en syntagmes, la reconnaissance des termes, le repérage des dépendances syntaxiques et la proposition d'une organisation hiérarchiques des syntagmes.

2.2.3 Le traitement sémantique :

A partir de l'analyse des relations préférentielles qui existent entre les mots juxtaposés dans un même discours, nous pouvons lever l'ambiguïté des mots qui peuvent avoir plusieurs sens.

Exemple :

« J'ai lu trois *livres* ce mois, qui m'ont couté cent *livres* » le premier mot *livres* correspond préférentiellement aux documents imprimés sous forme de volumes, car le mot *livres* est précédé par le mot *lu*. Par contre, le second correspond préférentiellement à la monnaie car il est précédé par le mot *couté*.

Pour pouvoir lever totalement l'ambiguïté, qui est l'un des traits caractéristiques de la langue naturelle, nous devons faire appel à un autre niveau de traitement « pragmatique » qui met en relation la langue avec le contexte de production des énoncés, mais parfois nous nous retrouvons dans des situations où nous ne pouvons pas lever l'ambiguïté par manque d'informations contextuelles.

Par exemple, " Combien de *livres* as-tu changé cette année ? " cet énoncé restera ambigu pour le lecteur par manque d'informations contextuelles (connaissances dynamiques) ou de connaissances (statiques).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté d'une façon générale les domaines d'application et les différents niveaux de traitement automatique du langage naturel. Nous ne sommes pas entrés dans les détails parce que dans notre approche, comme nous verrons dans les chapitres suivants, nous n'avons pas eu besoin d'un étiquetage morpho syntaxique par exemple, qui utilise les différents niveaux de traitement cités dans ce chapitre.

Par contre, nous avons exploité un corpus du Coran, étiqueté morpho-syntaxiquement déjà existant [DUK, 09]. Et nous avons suivi une approche algorithmique pour représenter le texte Coranique après l'application des règles de psalmodie, sous forme de graphe, afin d'extraire des segments analysables tout en les appariant aux différents thèmes du Coran.

Chapitre 3 : Vers une nouvelle approche d'exploration par programmation de l'aspect mélodie/ thème Coranique

Introduction

Durant notre recherche nous avons rencontré quelques œuvres qui parlent de la relation entre la psalmodie et le sens dans le Coran. Nous citons par exemple [QAM, 72] et [CHA, 07] dans lesquels nous trouvons des exemples qui prouvent que la valeur des unités affectées aux lettres influe directement sur le sens des versets. Des exemples sont cités dans le premier chapitre.

Notre objectif est d'essayer de confirmer d'avantage cette relation à travers un traitement automatique qui nous permettra d'effectuer un nombre important de tests et de comparaisons par le biais d'algorithmes appliqués sur un fichier numérique.

3.1 Exploration de la relation mélodie/ thème

Avant d'entamer cette recherche nous étions convaincus que le Coran a plein de secrets, plein de miracles dans tous les domaines qu'on peut imaginer, mais nous ne pensions guère que la mélodie (rythme de ton en psalmodie) a une étroite relation avec le sens, sachant que la lecture du Coran avec psalmodie est un ordre de Dieu :

«... *ft récite le Coran, lentement et clairement* » Sourate {Iomuzam~il, verset N° 4.

«... *وَرَتَّلِ الْقُرْآنَ تَرْتِيلًا* " الآية 4 من سورة المزمل.

Les chercheurs et les spécialistes de la langue Arabe qui ont pris le Coran comme sujet de leurs recherches, ont démontré que le texte Coranique, a un système mélodique et une beauté linguistique spécifiques. Ceux-ci ont une distribution harmonique des voyelles brèves « الحركات » et des lettres dépourvues des voyelles brèves « السكون » très remarquable. Ceci est fait d'une façon à attirer l'attention des auditeurs. De même, le Coran a une distribution équilibrée des lettres de prolongation « حروف المد » et de la nasalité « الغنة » stimulant l'esprit continuellement.

3.2 Psalmodie et règles de prolongation

Parmi les règles de psalmodie, il existe uniquement deux types qui influent sur la valeur des unités de longueur nécessaires pour la bonne prononciation des lettres du Coran, à savoir la prolongation et la nasalité (Algun~ah) « الغُنَّة ». Prenons comme exemple la phrase 'il a pris' ("أَخَذَ"). Chaque lettre de ce mot prend la valeur une (1) unité (حركة); par contre dans la phrase 'ils (deux) ont pris' ("أَخَذَا") la partie "أَ" est plus longue et prend deux (2) unités qui représente une prolongation naturelle.

3.2.1 Les règles de la prolongation "أحكام المد"

Dr. Souweyd [SOU, 12] a expliqué qu'il y a exactement neuf (09) types de prolongation, résumés dans le tableau suivant :

	Type de prolongation	Valeur de la variation	Définition	Exemple
1.	Prolongation naturelle	02	Toute lettre suivie d'une voyelle longue	العَالَمِينَ
2.	Prolongation de changement	02	Toute occlusive glottale « hamza » suivie d'une voyelle longue	عَاتِرَهُمْ
3.	Prolongation de remplacement	02	Remplacement du « tanowiyn » par la voyelle longue A, uniquement en cas de pause.	أَلْفَا
4.	Prolongation continue	04 ou 05	Si la voyelle longue est suivie par une occlusive glottale dans le même mot	لَيْسَاءَعَلُوا
5.	Prolongation discontinue	04 ou 05	Si la dernière lettre du premier mot est une voyelle longue et que la première lettre du mot suivant est une occlusive glottale	الَّذِي أَنْزَلَ
6.	Prolongation de liaison : Les deux types de cette prolongation nécessitent que les deux lettres qui se trouvent avant et après le h soient avec des voyelles brèves (متحركين).	I. Petite liaison : 02	La liaison d'une voyelle longue uw ou bien une voyelle longue iy avec le pronom du singulier masculin absent, la lettre 'h' respectivement si ce dernier contient une voyelle brève u ou bien i. Si le pronom n'est pas suivi d'une occlusive glottale, nous sommes devant une petite liaison	وَكَانَ لَهُ تَمْرٌ
		II. Grande liaison : 04 ou 05	Si le pronom est suivi d'une occlusive glottale nous sommes devant une grande liaison	وَهُوَ يُخَاوِرُنِي أَنَا
7.	Prolongation intransitive	06	Toute voyelle longue suivie d'une lettre dépourvue de voyelle brève	عَالَانٌ وَلَا الضَّالِّينَ
8.	Prolongation avant une lettre sans voyelle brève	02, 04 ou 06	Comme c'est au choix, sauf que la valeur de ce type doit être >= à celle de la prolongation souple, donc nous avons choisi la valeur 2 pour ce type.	الرَّحِيمِ
9.	Prolongation souple	02, 04 ou 06	Nous avons choisi la valeur 2	خَوْفٌ سَبِيحٌ

Tableau (01) : Les types de prolongation

3.2.2 La nasalité (الغنة, "{logun~ah}")

La nasalité est un son qui sort par le biais du nez quand on prononce les deux lettres (m, n) (ن , م). C'est un trait spécifique pour ces deux lettres, dû à la fermeture complète du chemin de l'air par le biais de la bouche durant leur prononciation. Sa durée est de deux unités [QAM, 72]. Les différents types de la nasalité sont expliqués dans le tableau (02) suivant [MEB, 06].

	Type de la nasalité	Valeur de variation	Définition
I	Principale	01	Elle existe avec les lettres m et n si elles sont suivies par des voyelles brèves ; et aussi si elles ne le sont pas à condition qu'elles doivent être révélées « مظهرتين ». Exemple : المومنون
II	Secondaire	02	Est celle qui est prolongée de deux unités
1.	La lettre n à doubles consonnes		Toute lettre n ayant une double consonne. Ex. « إِنَّ كَيْدَكِنَّ » (inna kaydakunna 'aZym, Vos ruses sont vraiment énormes!)
2.	La lettre n ou bien le (tanowiyn) qui sont géminés		Toute lettre n ou bien le (tanowiyn) qui sont géminés « المدغمين », à condition que la lettre qui suit se trouve dans (y, n, m, w) Ex. 'qui dit ?' « مَنْ يَقُولُ » (man y~aquwl) se prononce « مَيَقُولُ » (may~aquwl)
3.	La lettre n ou bien le (tanowiyn) transformés en lettre m		Toute lettre n ou bien le (tanowiyn) qui sont suivis par la lettre b seront remplacés par la lettre m. Ex. 'Il fait pousser' « يُنْبِتُ » (yonbitu) se prononce « يُمْبِتُ » (yumobitu)
4.	La lettre n ou bien le (tanowiyn) qui sont dissimulés		Toute lettre n ou bien le (tanowiyn) qui sont suivis par l'une des lettre de dissimulation (voir Tableau 6). Exemple : مَنْ كَانَ
5.	La lettre m à double consonne		Toute lettre m à double consonne. Ex.' puis' « ثُمَّ » (vum~a)
6.	La lettre m qui est géminé dans un autre m		Toute lettre m qui est géminée dans un autre m le suivant. Ex. 'et à vous ce que vous avez acquis' « وَ لَكُمْ مَا وَ كَسِبْتُمْ » (wa lakum maA kasabotum) se prononce « وَ لَكُمْ مَا وَ كَسِبْتُمْ » (wa lakom~aAkasabotum)
7.	La lettre m qui est dissimulés dans la lettre b		Toute lettre m dépourvue de voyelle brève, suivi d'une lettre b doit être dissimulé dans ce dernier. Ex. 'annonceleur un châtiment douloureux' « فَيَنْشُرُهُمْ بِعَذَابٍ » (fa ba\$~irohum bi Ea*aAb)
8.	La lettre b qui est géminé dans la lettre m	Il y'a une seule occurrence dans le Coran dans la Sourate huwd, verset N° 42 'O mon enfant, monte avec nous' « يَا بُنَيَّ ارْكَبْ مَعَنَا » (yaA bunay <iroka b maEanaA) se prononce « يَا بُنَيَّ ارْكَبْ مَعَنَا » (ya`bunaY~a{rokam~aEanaA)	

Tableau (02) : Les types de nasalité

3.3 Les étapes suivies dans notre approche

a) les outils utilisés

Pour l'élaboration des Algorithmes nous avons utilisé les outils suivants :

- Le Coran « texte Coranique » imprimé, pour visualiser comment les règles de prolongation et de la nasalité sont transcrites sur le texte du Coran.
- Le corpus du Coran translitéré ; nous avons utilisé celui conçu par K. Dukes [DUK, 09], qui est étiqueté morpho-syntaxiquement et translitéré à l'aide du système de translitération de Buckwalter.
- Un tableau de valeurs des prolongations « المدود » selon la narration de (Hafos depuis EaASim) " المدود حسب رواية حفص عن عاصم، من طريق الشاطبية".
- Un classement thématique du Coran ; nous avons utilisé celui conçu par Safiah Alsuhaibani [ALS, 12]
- Un enregistrement de la récitation du Coran par le Cheikh Mahmoud Khalil Elhossari, l'une des références en la matière, pour s'assurer de la bonne prononciation en appliquant les règles de psalmodie.

b) Les étapes suivies

- 1- Etudier théoriquement les règles de psalmodie et puis les confirmer en écoutant fréquemment l'un des spécialistes les plus reconnus à son époque et à nos jours qu'est le Cheikh Mahmoud Khalil Alhossari.
- 2- Procéder à un prétraitement du corpus : nous n'avons gardé que les deux colonnes qui nous concernent à savoir la position des morphèmes (Numéro de la Sourate, du verset...) et la translitération des morphèmes.
- 3- Chercher les cas concernés par la prolongation pour en définir les valeurs correspondantes.
- 4- Chercher les cas concernés par la nasalité (alghounnah) pour en définir les valeurs correspondantes.
- 5- Elaborer des algorithmes pour traduire les règles des étapes 3 et 4 sous forme d'une série de tests, tout en prenant en considération les cas particuliers, sachant que les valeurs en sortie des longueurs de psalmodie des différents morphèmes sont (2, 4 ou 6); par contre les lettres non concernées par les prolongations prendront la valeur zéro (0) s'il s'agit d'une lettre sans aucune voyelle brève "حرف ساكن" et la valeur d'une (1) unité s'il s'agit d'une lettre avec une voyelle brève "حرف متحرك".

- 6- Appliquer l'algorithme sur le corpus translitéré, pour avoir en sortie un fichier de valeurs numériques (qui représente tout le Coran).
- 7- Prendre des segments des histogrammes de tailles aléatoires pour chercher des éventuelles répétitions ou similarités, et étudier les variations selon les thèmes du Coran avec interprétation des résultats.
- 8- Interprétation des résultats.

Conclusion

De ce qui précède, nous avons pu découvrir la possibilité de procéder à un traitement automatique du texte Coranique à travers un corpus afin d'en extraire des entités programmables qui sont les règles de psalmodie et plus spécialement la prolongation et la nasalité. Ces règles seront abordées en détail dans les deux chapitres suivants. Le fichier résultant de ce traitement qui contient des valeurs numériques représentant la durée de prononciation de chaque lettre du Coran pourra nous aider à trouver des éclaircissements sur plusieurs phénomènes constatés par les linguistes sans pour autant donner des explications concrètes auparavant.

Chapitre 4 : Conception de l'approche mélodique thème

Introduction :

Pour commencer notre analyse, nous avons besoin d'un corpus du texte Coranique, pour étudier d'abord la représentation et la translittération des règles de psalmodie ainsi que celle des caractères qui en dépendent (telles que la double consonne, le tanowiyn...etc.)

A travers un site Web conçu par une équipe de chercheurs de l'Université de Leeds [DUK, 09] nous avons téléchargé un corpus du Coran étiqueté morpho-syntaxiquement et translittéré en utilisant le système de Buckwalter [BUK, 02]. Cette méthode de translittération convient parfaitement à nos besoins car elle représente les voyelles brèves ("الشكل") la prolongation ("المدة") et la double consonne ("الشدة"), ainsi que les différentes formes de l'occlusive glottale (Hamza) ("الهزمة") qui sont toutes utiles pour notre recherche.

4.1 Méthode d'analyse pour l'approche proposée

Vu la nature de traitement que nous voudrions appliquer sur notre corpus afin d'arriver à prendre telle ou telle décision pour affecter telle ou telle valeur à une lettre donnée, nous devons procéder à une série de tests que nous allons expliquer en détails dans le chapitre suivant. Ceci a nécessité la disponibilité d'un corpus (étiqueté morpho-syntaxiquement), avec une translittération étendue qui prend en compte la prolongation "المد" et la chadda (doublement de consonne) "الشدة" ainsi que les différentes formes de l'occlusive glottale (hamza) «الهزمة» qui sont citées dans la psalmodie.

D'autre part, en étudiant les règles de psalmodie, nous constatons facilement qu'il s'agit bien d'un ensemble de règles appliquées sur la lettre actuelle (qui est lue à un instant donné) et les lettres adjacentes.

La difficulté dans une approche algorithmique est qu'il faut être très vigilant pour traduire fidèlement les règles de psalmodie.

En réalité avant d'arriver à la détermination de la valeur équivalente à chaque consonne, nous sommes obligés de faire une série de tests pour pouvoir par exemple décider quel type de prolongation nous avons rencontré, ou bien pour

vérifier si nous sommes à la fin du verset ou non, ou bien si nous sommes devant l'un des cas de lettres initiales « الحروف المقطعة » qui nécessitent un traitement spécial...etc. Dans tous les cas de figure, tout dépend des caractères qui suivent la consonne actuelle.

Ceux-ci doivent être testés l'un après l'autre. Ceci nous amène donc à adopter une approche algorithmique basée sur les structures conditionnelles.

Exemple : la translittération du mot 'les égarés' "الضَّالِّينَ" dans le corpus de Kais DUKES est ({ID~aA^l~iyina). Ici la consonne « D » "حرف الضاد" est concernée par une prolongation. Nous allons voir par la suite qu'il s'agit ici d'une prolongation intransitive "المد اللازم" qui nécessite une prolongation de six (6) unités.

A la première lecture, nous pouvons décider qu'il faut juste affecter à la lettre « D » la valeur 6. En réalité, c'est tout ce segment (D~aA^l) qui va prendre la valeur 6, car les quatre caractères (~aA^l) représentent successivement la double consonne, la voyelle brève a, la voyelle longue A et la prolongation, respectivement de droite à gauche "الشدة، الفتحة، الألف و المد" (voir en annexe le tableau de translittération) avant d'arriver à la consonne suivante.

Cette vérification peut toucher même les caractères qui se trouvent après la consonne suivante. Donc la série de tests continue. Dans l'exemple cité, la séquence (D~aA^l) signifie que nous disposons déjà d'une prolongation de quatre (04) unités, mais nous ne pouvons pas encore trancher jusqu'après la vérification de la suite des caractères.

Toujours dans notre exemple, comme la consonne qui se trouve après la lettre 'l' est suivie par une double consonne « الشدة » '~' nous pouvons à ce moment décider qu'il s'agit bel et bien d'une prolongation intransitive de six (06) unités (voir définition de la prolongation intransitive : tableau 1) et non pas d'une prolongation de quatre unités uniquement.

4.2 Recherche des entités concernées par les prolongations dans le corpus

En utilisant les structures de programmation conditionnelles (if, elif et else), le problème de la recherche et de la résolution des parties du corpus concernées par les prolongations est résolu. Il suffit de satisfaire les règles citées dans les deux derniers tableaux.

L'analyse faite après l'apprentissage des règles de psalmodie qui concernent notre travail d'une part et l'exploitation du corpus d'autre part, nous a montré que la majorité des tests doit s'effectuer sur un ensemble de lettres clés dans ce dernier.

Lettre en arabe	Translittération de Buckwalter	Signification
ء	_#	Occlusive glottale au-dessus
ء	'	Occlusive glottale
أ	>	A + Occlusive glottale au-dessus
ؤ	&	w + Occlusive glottale au-dessus
إ	<	A + Occlusive glottale au-dessous
ئ	}	y + Occlusive glottale au-dessus
ا	A	Voyelle longue A
و	w	Voyelle longue W
ي	y	Voyelle longue Y
ى	Y	Une autre forme de A « الألف المقصورة »
آ	`	« ألف خنجرية » A sous forme d'un petit couteau
ـ	^	« المدة » La prolongation
و	,	Petit w
ي	.	Petit Y

Tableau (03) : Les caractères fondamentaux ayant une relation avec les prolongations

4.2.1 Traitement des cas de prolongation

Pour mieux expliquer les étapes suivies dans notre algorithme pour la représentation de tous les types de prolongation, nous allons donner des exemples pour quelques types de prolongation qui sont énumérés dans le tableau N° 01,

- a) Dans la partie du verset Numéro 8 de la Sourate {In~ajm « *et fut à deux portées d'arc* » (فَكَانَ قَابَ قَوْسَيْنِ) "من الآية 8 من سورة النجم" « fa kaAna qaAba qawosayoni » la lettre 'k' et la première lettre 'q' sont concernées par une prolongation naturelle de deux unités, car elles sont suivies d'une voyelle longue 'A'.
- b) Le premier verset de la Sourate {In~aSor « *lorsque vient le secours d'Allah ainsi que la victoire* » "الآية 1 من سورة النصر" "إِذَا جَاءَ نَصْرُ اللَّهِ وَالْفَتْحُ" (<i>i*aA jaA^'a naSorU {ll~a`hi wa {lofatoHu) contient une prolongation continue de quatre unités. La lettre concernée par cette prolongation est la lettre 'j' car le caractère '^' signifie qu'il existe dans cet emplacement une prolongation plus que naturelle. Et comme le caractère '^' est suivi dans le même mot par l'une des formes de l'occlusive glottale « hamza » "الهمزة" qui est le caractère " " donc la lettre 'j' est prolongée de quatre unités.
- c) Nous pouvons citer un troisième exemple « *Maintenant? Alors qu'auparavant tu as désobéi* » verset N° 91 de la Sourate Younous "الآنَ وَ قَدْ" "عَصَيْتَ قَبْلُ" الآية 91 من سورة يونس " (aA^'lo_#a`na wa qado EaSayota qabolu) la première lettre dans ce verset qui est « alhamoza » "الهمزة" représentée par le caractère " " est prolongée de six unités parce que ce dernier est prolongé plus que naturellement suite à la présence du caractère de prolongation '^', d'une part. D'autre part comme la lettre qui suit « {lohamoza » est le 'l' est sans voyelle suite à la présence du caractère de « sukuwn » "حرف السكون", nous sommes devant un cas de prolongation intransitive de six unités (voir Tableau 1).

Nous avons vu clairement que pour résoudre cette partie de la problématique nous devons passer par une série de tests. La même chose s'applique pour traiter la partie suivante qui est la nasalité.

4.2.2 Traitement de la nasalité

Pour mieux comprendre cet aspect, nous devons définir d'abord les règles liées à la lettre 'n' sans voyelle «أحكام النون الساكنة» ainsi que «التنوين» 'tanowiyn'. Concernant leurs prononciations, qui dépendent des lettres de révélation, de gémination, d'inversement et de dissimulation, respectivement de droite à gauche "الإظهار، الإدغام، الإقلاب والإخفاء" ({lo<iZohaAr, {lo<idogaAm, {lo<iqolaAb et {lo<ixofaA'), cette prononciation dépendrait des lettres qui peuvent apparaître juste après le 'n' sans voyelle et le « tanowiyn ».

Les tableaux de (04) à (06) suivants nous indiquent les caractères concernés pour chaque type cité.

Lettre en arabe	Translittération
ع	E
غ	g
ح	H
خ	x
ه	h
En plus des six formes de l'occlusive glottale dans le tableau (3)	

Tableau (04) : Les lettres de révélation « حروف الإظهار »

- La gémination " الإدغام " ({lo<idogaAm) est appliquée dans le cas où la lettre 'n' sans voyelle ou bien le « tanowiyn » sont suivis par l'une des lettres (y, r, m, l, w, n) "ي ر م ل ون" voir tableau (05) avec la présence de la nasalité sauf avec les deux lettres (r et l) "ر، ل" qui doivent être prononcées sans la nasalité

Lettre en Arabe	Translittération
ي	y
ر	r
م	m
ل	l
و	w
ن	n

Tableau (05) : Les lettres de la gémination "حروف الإدغام"

- Pour l'inversement " الإقلاب " ({lo<iqolaAb) nous avons une seule lettre concernée par cette règle, qui est la lettre b "حرف الباء" dans le cas où il est précédé par la lettre 'n' sans voyelle, ou bien par le « tanowiyn ». Ces deux cas sont représentés dans le corpus par les deux caractères '[' et '['

qui représentent le petit 'm' dans le texte du Coran. Ceci veut dire que dans ces endroits nous devons inverser le son de 'n' par celui de 'm', remplacement qui est accompagné par une nasalité qui prendra une valeur de deux (2) unités.

- Les quinze lettres restantes représentent les lettres de nasalité pure "الإخفاء" (الإخفاء) (tableau 6).

Lettre en Arabe	Translittération
ت	t
ث	v
ج	j
د	d
ذ	*
ز	z
س	s
ش	\$
ص	S
ض	D
ط	T
ظ	Z
ف	f
ق	q
ك	k

Tableau (06) : Les lettres de dissimulation « حروف الإخفاء »
(selon la translittération de Buckwalter)

Lettre	Translittération	Signification
ا	A	Voyelle longue A
و	Y	Voyelle longue Y
ي	W	Voyelle longue W
اَ	اَ	Une autre forme de voyelle longue A « ألف خنجرية »
يِ	يِ	Une autre forme de voyelle longue Y « ألف مقصورة »
وِ	وِ	Une autre forme de voyelle longue W « واو صغيرة »
يَ	يَ	Une autre forme de voyelle longue Y « ياء صغيرة »

Tableau 07 : Différentes formes des lettres de prolongation « حروف المد »

4.3 Les tests pour le traitement du reste du corpus

Le sukuwn prend la valeur nulle, règle déduite du document [All, 12] dans lequel une équipe encadrée par le Pr. Hadj Salah Abderrahmane, ont démontré après diverses expériences en utilisant un articulographe de type AG100, que durant la prononciation des lettres dépourvues de voyelles brèves « الحروف الساكنة » l'énergie est nulle, donc la valeur affectée à l'ensemble des cas pareils est égale à zéro.

Ceci signifie que pour le reste du corpus, c.-à-d. les lettres non concernées ni par la prolongation ni par la nasalité, nous allons affecter la valeur zéro pour tout caractère suivi du caractère 'o' qui signifie l'absence de voyelle "السكون" et la valeur une pour ceux qui sont suivis pas l'un des caractères (a, u, i) "الحروف المتحركة بمقدار حركة واحدة". Les autres caractères seront ignorés comme le caractère '@' qui représente un petit cercle vide au-dessus des lettres (w et A) pour signifier que ces derniers ne sont pas prononcés bien qu'elles sont transcrites dans le texte du Coran.

4.4 Classification thématique du texte Coranique

Pour faciliter l'apprentissage du Coran, Alsuhaibani [ALS, 12] a procédé au classement manuel des groupes de versets sous des thèmes bien précis. Ces derniers appartiennent à des thèmes plus généraux qui font partie à leur tour du thème principal de toute Sourate.

A titre d'exemple, elle a donné à la Sourate {In~isaA' (النساء, "{In~isaA'") le thème principal la justice et la pitié vers les faibles, ("العدل و الرحمة بالضعفاء ") et le thème secondaire la justice (العدل "{loEadol") à partir du verset 19 au verset 33 et finalement le sous thème les droits des femmes et leurs mahram et le mariage d'un homme libre à une esclave ("حقوق النساء و محارمهن، و زواج الحر بالأمة") du verset 19 jusqu'au verset 25 (voir la figure 01 sur la page suivante).

Dans notre travail, nous allons essayer d'utiliser cette classification comme exemple, pour apparier les variations « mélodiques » avec les thèmes proposés, sachant que pour adopter une autre classification il suffit de changer le tableau correspondant qui contient la liste des thèmes par ensembles de versets.

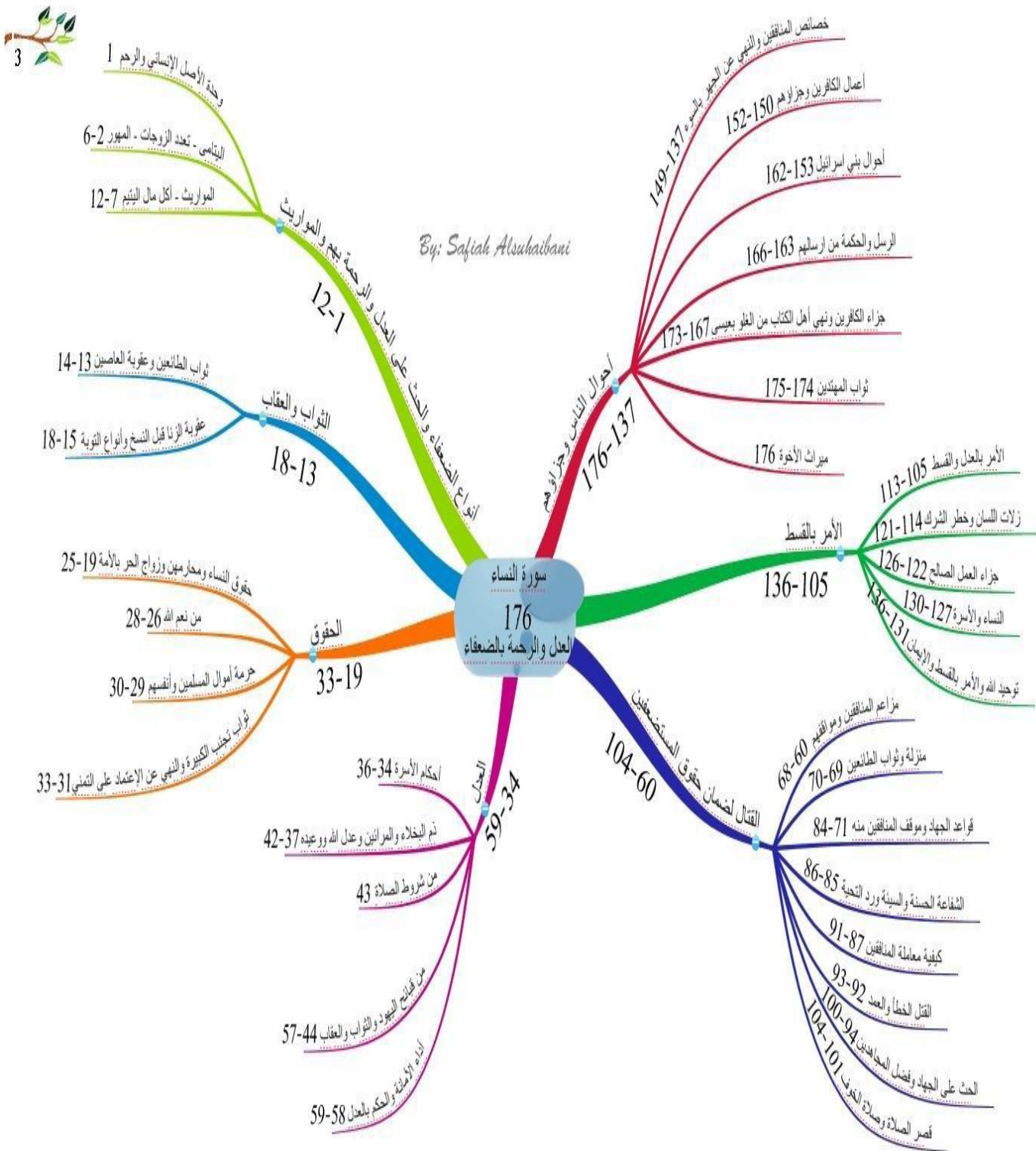


Figure (01) : les mappes mentales des Sourates du Coran. Les thèmes de la Sourate {In~isaA'}

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décortiqué les deux aspects de récitation qui influent sur la durée de prononciation des lettres du Coran, à savoir la prolongation et la nasalité avec les détails pertinents des types de chacun de ces aspects. A travers le corpus utilisé qui traduit fidèlement la transcription du texte Coranique nous avons pu cerner les instructions « les tests » qui peuvent être utilisées dans notre algorithme afin d'arriver à une représentation sous forme de valeurs numériques qui fait l'objet de la première partie de notre recherche.

Par la suite nous avons pu déterminer les caractères qui nous intéressent pour faire les tests nécessaires ainsi que les structures de données afin de formaliser nos algorithmes.

Chapitre 5 : Implémentation de l'algorithme et analyse des résultats

Introduction

A travers le langage de programmation « Python » qui est conçu pour le traitement automatique de la langue, nous avons implémenté notre programme qui a fonctionné convenablement quant à la représentation de l'ensemble du texte du Coran par un fichier numérique qui représente les variations « mélodiques » au sein du saint Coran. Traduit par les étapes ci-après désignées.

5.1 Première étape pour l'implémentation

Le corpus utilisé dans ce travail est de taille 2,44 Méga octets avec 624461 caractères, bien qu'il existe plusieurs narrations du Coran, mais c'est le seul corpus que nous avons trouvé. Ce corpus a été élaboré selon la narration de 'Hafos' depuis 'EaASim' "حفص عن عاصم" par Kais Dukes et son équipe de l'université de leeds [DUK, 09].

LOCATION	FORM	TAG	FEATURES
(1:1:1:1)	bi	P	PREFIX bi+
(1:1:1:2)	somi	N	STEM POS:N LEM:{som ROOT:smw M GEN
(1:1:2:1)	{ll~ahi	PN	STEM POS:PN LEM:{ll~ah ROOT:Alh GEN
(1:1:3:1)	{l	DET	PREFIX Al+
(1:1:3:2)	r~aHoma`ni	ADJ	STEM POS:ADJ LEM:r~aHoma`n ROOT:rHm MS GEN
(1:1:4:1)	{l	DET	PREFIX Al+
(1:1:4:2)	r~aHiymi	ADJ	STEM POS:ADJ LEM:r~aHiym ROOT:rHm MS GEN
(1:2:1:1)	{lo	DET	PREFIX Al+
(1:2:1:2)	Hamodu	N	STEM POS:N LEM:Hamod ROOT:Hmd M NOM
(1:2:2:1)	li	P	PREFIX l:P+
(1:2:2:2)	l~ahi	PN	STEM POS:PN LEM:{ll~ah ROOT:Alh GEN
(1:2:3:1)	rab~i	N	STEM POS:N LEM:rab~ ROOT:rbb M GEN
(1:2:4:1)	{lo	DET	PREFIX Al+
(1:2:4:2)	Ea`lamiyna	N	STEM POS:N LEM:Ea`lamiyn ROOT:Elm MP GEN
(1:3:1:1)	{l	DET	PREFIX Al+
(1:3:1:2)	r~aHoma`ni	ADJ	STEM POS:ADJ LEM:r~aHoma`n ROOT:rHm MS GEN
(1:3:2:1)	{l	DET	PREFIX Al+
(1:3:2:2)	r~aHiymi	ADJ	STEM POS:ADJ LEM:r~aHiym ROOT:rHm MS GEN
(1:4:1:1)	ma`liki	N	STEM POS:N ACT PCPL LEM:ma`lik ROOT:mlk M GEN
(1:4:2:1)	yawomi	N	STEM POS:N LEM:yawom ROOT:ywm M GEN
(1:4:3:1)	{l	DET	PREFIX Al+
(1:4:3:2)	d~iyini	N	STEM POS:N LEM:diyn ROOT:dyn M GEN

Figure 2. Aperçu sur le Corpus utilisé

La première colonne contient l'emplacement des morphèmes (numéro de la Sourate, numéro du verset, numéro du mot et du morphème). La deuxième colonne contient les mots du Coran selon la translittération de Buckwalter. La troisième colonne représente l'étiquetage morphosyntaxique et la quatrième colonne contient le type, la racine et la lemmatisation des mots.

Dans ce travail nous avons procédé en premier lieu à un prétraitement du corpus qui consistait en ce qui suit :

- Ne garder que les deux premières colonnes, celle qui contient la position des morphèmes et celles qui contiennent le texte Coranique (les mots et morphèmes).
- Ajouter la phrase de « البسمة » (basomalah) avant chaque début de Sourate.
- Enumérer toutes les instances des mots : Allah, billeh, lilleh...etc.
- Ajouter le caractère de prolongation qui est l'une des instances de la voyelle longue A (الألف الخنجرية) représentée par le caractère 'ˆ', et ceci dans toutes les instances du mot Allah. Cette lettre bien qu'elle est absente dans le texte Coranique utilisé, mais la prolongation est nécessaire à l'unanimité en récitant ce mot.

Par la suite, nous avons choisi les structures de données nécessaires pour notre travail qui se résument comme suit :

- Liste des caractères de prolongation
- Liste des caractères qui représentent les différentes formes de l'occlusive glottale.
- Listes des consonnes telles qu'elles sont représentées par la translittération de Buckwalter.
- Liste des caractères qui ne nécessitent aucun traitement : ces derniers, une fois rencontrés, nous passons au caractère suivant. Par exemple, le caractère '@' représente un petit cercle vide au-dessus des lettres (w et A) pour signifier que ces derniers ne sont pas prononcés.
- Liste des caractères de nasalité.
- Liste des caractères de révélation « حروف الإظهار » ({lo<i>ZohaAr)
- En fin une liste des caractères de « التتوين » ({lt~anowiyn)

Dans le but de faciliter le traitement, nous avons procédé en premier lieu à l'élimination des fins de versets et gardé uniquement le corpus qui représente tout le texte Coranique. Nous avons alors obtenu le résultat suivant :

101211021121010112111021211021121211101211211011112110
 121011121010121121121101011101010101021110101162110121
 102112111066211012121012111101121121101211010111221121
 114110210121211121101211412111101141211121011110211110
 212114111212211101141111010121121211121410110101121011
 010101210102101211112112121101121011011126102110121211
 101210122111411212121412111010102111212110121121212111
 21212121012114121110121012121211212...

Figure 3. Un aperçu sur le fichier résultat qui représente la Sourate {lofaAtiHah et quelques versets de la Sourate {lobakarah

La lecture du fichier résultat à partir de la première ligne de gauche à droite nous permet d'identifier la valeur de chaque consonne prononcée ; le premier segment souligné 101211021121 représente « البسمة » (basomalah) dans lequel chaque valeur est interprétée comme suit :

- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « بـ » (bi)
- 0 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « سـ » (so)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « مـ » (mi)
- 2 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « اللـ » ({ll~a`)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « هـ » (hi)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « الرـ » ({lr~a)
- 0 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « حـ » (Ho)
- 2 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « مـأ » (ma`)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « نـ » (ni)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « الرـ » ({lr~a)
- 2 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « حـيـ » (Hiy)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « مـ » (mi)

Le deuxième segment souligné 11621 représente la phrase 'ni les égarés' « ولا الضالين » (wa laA {lD~aA^l~iyina) dont les valeurs représentent respectivement :

- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « و » (wa)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « لا » (laA)
- 6 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « الضأ »
({ID~aA^})
- 2 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « لِي » (l~iy)
- 1 : représente la valeur de la prononciation de la consonne « ن » (na)

Pour notre programme, nous avons implémenté l'interface graphique suivante



Figure 4. Menu principal de l'application

Dans cette fenêtre principale, nous trouvons quatre menus. Le premier en haut à droite est réservé pour choisir le type de narration, qui influe directement sur les valeurs affectées, mais pour le moment nous n'avons choisi que la narration de « حفص عن عاصم » (HafoS depuis EaASim) l'intégration des autres types de

narration dans cette recherche est inscrite parmi les points à ajouter en perspective.

En plus de notre travail et pour des fins de statistiques nous avons ajouté le menu en haut à gauche pour pouvoir calculer la somme des valeurs affectées aux lettres d'une Sourate choisie en appliquant les règles de psalmodie. Prenons comme exemple la Sourate (سورة الفاتحة) {lofaAtiHah}, dans laquelle le nombre de lettres ayant une valeur d'une seule unité est égal à 58, le nombre de lettres ayant une valeur de deux unités est égal à 19, aucune lettre n'ayant une valeur de quatre unités et une seule lettre ayant la valeur de six unités. Ceci nous donne un total (un poids) de 102 unités pour la Sourate {lofaAtiHah} toute seule.

Le troisième menu en bas à droite nous offre la possibilité de choisir le nombre de lettres à prendre en considération durant le traitement, c'est-à-dire prendre au choix à la fin de verset soit uniquement la dernière lettre, soit les deux dernières lettres et ainsi de suite. Ceci nous permet d'avoir des résultats partiels pour essayer de trouver des similarités. Nous pouvons évidemment choisir la totalité des lettres du corpus pour avoir un résultat complet. Dans notre travail nous avons inclus l'ensemble des caractères du Coran ; la possibilité de faire des choix sera examinée dans les perspectives.

Le quatrième menu est utilisé pour le paramétrage des valeurs qui peuvent être utilisées par quelques types de prolongation. Par exemple, pour le type de prolongation continue ou discontinue nous pouvons prendre au choix la valeur quatre ou bien cinq dans tout le texte du Coran. Dans ce travail, nous avons choisi la valeur quatre pour ces deux types de prolongation.

Il est à signaler que, durant la programmation nous avons pris en considération tous les cas particuliers de la prononciation, par exemple lorsqu'il s'agit d'une lettre qui est à la fois prolongée et nasale, donc la valeur affectée est égale à la somme des deux valeurs, comme dans le cas de la phrase 'c'est nous' « إِنَّا » (<in~aA) où la valeur affectée à la lettre 'n' est quatre (4) qui représente la somme de la valeur deux à cause de la nasalité et deux pour la prolongation naturelle.

Toute fois, dans le même exemple, si le mot « إِنَّا » (<in~aA) est suivi par un autre mot qui commence par une occlusive glottale « همزة » (hamoza) donc nous sommes devant une prolongation discontinue qui prend toute seule la valeur quatre (4), ce qui implique que la valeur affectée à la même lettre 'n' est six (6) au lieu de quatre.

Dans notre résultat qui est constitué des valeurs (0, 1, 2, 4 et 6) qui représentent respectivement :

0 : représente les consonnes dépourvues d'une voyelle brève « الحروف الساكنة »

1 : représente les consonnes qui sont suivies par une voyelle brève (a, u et i) « الحروف المتحركة »

2 : représente les types 1, 2, 3, 6.I, 8 et 9 de prolongation cités dans le tableau 01

4 : représente les types 4, 5, et 6.II de prolongation cités dans le tableau 01

6 : représente le type 7 de prolongation dans le même tableau

5.2 Deuxième étape pour l'implémentation

Par la suite, et dans le but d'avoir des résultats plus complets, nous avons introduit les fins de versets tout en suivant les étapes énumérées ci-après à savoir :

- a) Calculer le nombre de versets dans la narration utilisée dans ce travail « حفص عن عاصم » (HafoS depuis EaASim), qui est 6236 versets.
- b) Enumérer dans le corpus tous les caractères qui peuvent figurer dans la fin des versets, qui sont à l'ordre de vingt caractères comme l'indique le tableau suivant :

Caractère	Translittération	Nombre d'occurrences en fin de verset
Voyelle brève 'a'	a	2848
Voyelle brève 'i'	i	585
voyelle brève 'u'	u	332
Voyelle longue 'A'	A	935
« التنوين بكسرتين » (tanowiyn avec double 'i')	K	454
« التنوين بضميتين » (tanowiyn avec double 'u')	N	618
Voyelle longue « الألف الخنجرية »	`	178
Caractère de prolongation	^	76
L'implosion « السكون »	o	96
Voyelle longue « الألف المقصورة »	Y	36
Petit 'w' « واو صغيرة »	,	24
« التنوين بفتحتين » (tanowiyn avec double 'a')	F	10
La lettre 'm'	m	3
La lettre 'h'	h	1
La lettre 'b'	b	2
L'inversement de double 'u' « الإقلاب بضميتين »	[14
L'inversement de double 'i' « الإقلاب بكسرتين »]	15
Un petit zéro incliné au dessus de la lettre A	@	3
Petit 'w' « الياء الصغيرة »	.	2
Petit zéro rectangulaire au dessus de la lettre A	"	4
TOTAL		6236

Tableau 8. Statistiques des caractères en fin de versets

Par exemple le nombre de versets qui se terminent par une voyelle brève 'a' est deux mille huit cent quarante huit (2848) versets et le nombre de versets qui se terminent par une voyelle longue 'A' est neuf cent trente cinq (935) versets. Nous devons donc nous assurer que le nombre total de caractères trouvé en fin de versets multiplié chacun par le nombre d'occurrences concorde bien avec le nombre total de versets qui est 6236.

Par la suite nous avons étudié les nouvelles valeurs qui doivent être attribuées aux fins de versets car dans le parlé en Arabe si par exemple nous voudrions nous arrêter sur une lettre ayant une voyelle brève qui prend initialement la valeur une (1) nous devons remplacer cette voyelle brève par 'sukuwn' « السكون » avec une valeur égale à zéro (0), parce que en Arabe on ne s'arrête jamais sur une lettre 'avec voyelle brève'

« لأن العرب لا تقف على متحرك ». Dans le précédent tableau, la somme de versets qui se terminent par une voyelle brève qui est la somme des trois premières lignes est égale à trois mille sept cent soixante cinq (3765) versets, si en récitant nous voulons nous arrêter à ces endroits, nous aurons 3765 versets qui se terminent par 'le sukuwn' (السكون) (avec la valeur zéro).

Caractère	Translitération	Valeur en cas de continuité	Valeur en cas de pause	Exemple
Voyelle brève 'a'	a	1	0	العالمين - العالمين
Voyelle brève 'i'	i	1	0	الناس - الناس
Voyelle brève 'u'	u	1	0	نستعين - نستعين
Voyelle longue 'A'	A	1, 2, 10, 4	2	أليماً - أليماً
« التنوين بكسرتين » (tanowiyn avec double 'i')	K	10, 1, 2	0	كتاب - كتاب
« التنوين بضميتين » (tanowiyn avec double 'u')	N	10, 1, 2	0	عذاب - عذاب
Voyelle longue « الألف الخنجرية »	`	2	2	يخشى - يخشى
Caractère de prolongation	^	4, 6	6	ق - ق
L'implosion « السكون »	o	0	0	عشيهم - عشيهم
Voyelle longue « الألف المقصورة »	Y	1, 10, 2	2	الأشقى الذي - الأشقى طوى إذهب - طوى
Petit 'w' « واو صغيرة »	,	2, 4	0	ذكره - ذكره
« التنوين بفتحتين » (tanowiyn avec double 'a')	F	2, 10, 1	2 0 0	إنشاء - إنشاء لأغية - لأغية مطهرة - مطهرة
La lettre 'm'	m	0	0	حسابهم - حسابهم
La lettre 'h'	h	2	2	طه - طه
La lettre 'b'	b	0	0	فارغب - فارغب
L'inversement de double 'u' « الإقلاب بضميتين »	[2 A cause de la nasalité	0	محيط بل - محيط
L'inversement de double 'i' « الإقلاب بكسرتين »]	2 A cause de la nasalité	0	فسورة بل - فسورة
Un petit zéro incliné au dessus de la lettre A	@	Ignoré	Ignoré	واعبدوا - واعبدوا
Petit 'w' « الياء الصغيرة »	.	2	0	ظهره - ظهره
Petit zéro rectangulaire au dessus de la lettre A	"	2	2	الظنوناً - الظنوناً

Tableau 9. La valeur des lettres en cas de pause et en cas de continuité de récitation

Après les changements opérés sur les algorithmes en introduisant les fins de versets, nous avons obtenu les résultats suivants :

```

101211021120 (1:1) 101011211102120 (1:2) 11021120 (1:3) 2111012
0 (1:4) 1211011112110120 (1:5) 1011121010120 (1:6) 121121101011
1010101010211101011620 (1:7) 10121102112111066 (2:1) 21101212
1012111101120 (2:2) 112110121101011122112111411021012120 (2:
3) 11211012114121111011412111210111102111102120 (2:4) 141112
11211101141111010120 (2:5) 12121112141011010112101101010121
010210120 (2:6) 1112112121101121011011410211012121110121012
0 (2:7) 111411212121412111010102111212110120 (2:8) 1212121112
12121210121141211101210120 (2:9) 21211212121112111211101210
122122210120 (2:10) 1122111021012101012412210110120 (2:11) 4 (1
121011010121121210120 (2:12) 1 (122111021214211412411011142111
141141210111141121210120 (2:13) 112111212122421411211012122
110241411101221011010120 (2:14) 121101011110111110210211010
120 (2:15) 141112101111211101212111121110122210120 (2:16) ...

```

Figure 5. Un aperçu sur le fichier résultat après l'introduction des fins de versets

Le premier objectif tracé qui a été atteint, est d'aboutir à une représentation numérique de toutes les lettres du Coran. Cette représentation traduit les valeurs de prononciation des lettres avec ou sans voyelle, les neuf types de prolongations, sans omettre les règles de la lettre 'n' sans voyelle et de 'tanowiyn' ainsi que les règles de la lettre 'm' sans voyelle, avec le traitement de toutes les règles de psalmodie qui en dépendent : la révélation, la gémiation, la nasalité et l'inversement.

La première lecture montre que le nombre de valeurs des voyelles brèves « الحركة » (Harakah) d'une seule unité domine avec 57,92% puis la prolongation naturelle de 2 unités avec 22,69% suivi par le « sukuwn » avec 15,04% et le reste des valeurs prennent entre 2,49% pour la prolongation obligatoire de 4 unités et enfin 1,86% pour la prolongation intransitive de six unités.

Nous avons passé graduellement par plusieurs étapes pour arriver à cette version de programme, qui nécessite peut être elle-même des révisions à moyen terme afin d'arriver à une version plus complète et plus précise.

Au départ, nous avons conçu un programme qui ne traite que les règles générales de prolongation selon les définitions citées. Par la suite, nous avons introduit les règles de traitement de ce qu'on appelle « les lettres discontinues » "الحروف المقطعة" qui nécessitent un traitement spécial et qui prennent en général des valeurs équivalentes à celles de la prolongation intransitive de six (6) unités, sachant que nous avons trouvé des difficultés par rapport aux caractères qui les précèdent, mais tout a été arrangé.

Prenons comme exemple le début de la Sourate {Iobakarah (Al^m^)} "التم". Premièrement, il ne faut pas considérer que le 'A' est un caractère de prolongation naturelle sinon le mot précédent « D~aA^l~iyina » "ضالين" sa dernière partie « na » sera prolongée par erreur. Deuxièmement le 'A' est prononcé '>alifo' "ألف" et prendra tout seul la valeur (110) qui représentent successivement la valeur de chaque partie (>a), (li) et (fo) contrairement à sa position ailleurs qui peut être 2, 4, 6 unités, ou bien il est ignoré.

En suite, nous avons introduit les règles régissant le « tanowiyn » "التنوين" avec ces quatre formes ainsi que « nuwn {ls~aAkinah} » "النون الساكنة". Cette partie a été traitée soigneusement suite aux multiples exceptions détectées. Par conséquent, les règles de la nasalité "الغنة" ont été traitées dans ce même segment.

Dans l'objectif d'avoir des résultats les plus exactes possibles, nous avons procédé encore une fois au prétraitement de notre corpus en introduisant les endroits de pauses intransitives "مواضع الوقف اللازم" au nombre de vingt endroits, qui ont été énumérés et vérifiés sur le site <http://quran.ksu.edu.sa/> relatif au projet du Coran électronique à l'université du Roi Saoud en Arabie Saoudite.

N°	N° de la Sourate	N° du verset
1	2	26
2	2	212
3	2	253
4	3	181
5	4	118
6	4	171
7	5	2
8	5	51
9	5	64
10	5	73
11	6	20
12	6	124
13	7	148
14	10	65
15	11	20
16	17	8
17	28	88
18	29	26
19	36	76
20	54	6

Tableau 11. Positions des endroits de la pause intransitive

Dans l'ensemble de ces endroits nous avons procédé à une modification qui consiste à rendre la dernière lettre 'non voyellée', (saAkin) "ساكن" ou bien prolongée avec une prolongation de remplacement de 2 unités (voir tableau 1), en remplacement respectivement de voyelle "حركة" ou de (tanowiyn) "تنوين",

conformément à la règle dans la langue Arabe que toute lettre objet d'une pause doit être 'non voyellée' [ASS, 10].

Une fois que nous avons obtenu le fichier résultat après l'intégration des fins de versets, nous avons lancé quelques recherches afin de détecter d'éventuelles répétitions, qui sont résumées dans le tableau suivant

Segment	Contenu	Nombre d'instances dans le texte du Coran	Nombre d'instances dans le fichier mélodique
101211021121	بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ	114	135
10101121	الحمد لله	23	563
621	ضالين	8	54
101011211102121	الحمد لله رب العالمين	6	6
122112211210101	لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ	9	9
1141212121	وَأَنَّا لَهُ لَحَافِظُونَ (وَصَلَا)	3	19
1141212120	وَأَنَّا لَهُ لَحَافِظُونَ (وَقَفَا)	3	0

Tableau 12. Nombre d'occurrences des valeurs de récitation de quelques phrases

Conclusion et Perspectives :

En analysant les résultats obtenus, nous pouvons par exemple déduire et donner des explications à plusieurs questions qui restent sans réponse à ce jour. Citons entre autres la transition en toute souplesse entre la poésie et la prose dans le Coran sans pour autant être sentie par l'ouïe humaine.

Plusieurs chercheurs ont divisé le texte Coranique en plusieurs classes où chaque classe traite un sujet différent qui contient plusieurs versets. Ces classes peuvent être divisées en sous classes.

D'autre part beaucoup d'ouvrages parlaient de la relation entre la psalmodie (la mélodie) et le sens dans le Coran sacré. Nous avons essayé dans ce mémoire de trouver d'une façon automatique la relation qui existe entre les sujets traités par le Coran et sa psalmodie.

Pour ce faire, nous avons commencé par l'étude des règles de psalmodie, et comme plusieurs narrations existent, nous avons choisi celle de (hafs depuis EaAsimo) "رواية حفص عن عاصم، من طريق الشاطبية" par le fait de la disponibilité de plusieurs documentations qui en parlent. Cette étude nous a conduit à déduire que seules les règles de prolongation et de nasalité "أحكام المد والعنة" peuvent influencer sur la longueur de prononciation des lettres du Coran, qui peuvent prendre les valeurs (2, 4, 5 et 6) unités pour les prolongations et 2 unités pour la nasalité, en plus des valeurs zéro unité pour le « sukuwn » "السكون" et une unité pour les consonnes qui sont suivies par simple voyelle "الحركة".

Nous avons choisi une étude de classification thématique du texte Coranique, celle de Safiah Alsuhaibani [ALS, 12], dans laquelle l'auteur a fait une classification hiérarchisée des thèmes du Coran, et nous avons choisi un corpus du texte Coranique, de taille 2,44 Mo préétabli, par une équipe de chercheurs [DUK, 09] qui contient une translittération du Coran avec un étiquetage.

Par la suite, nous avons procédé à un prétraitement du corpus, comme par exemple l'insertion de « la basmalah » "البسمة" avant chaque début de Sourate, ainsi que l'insertion d'une lettre de prolongation avant la lettre 'h' du mot Allah, bien que cette lettre est absente dans quelques livres sacrés, mais toutes les narrations exigent que le mot Allah doit être prolongé avant la lettre 'h'.

En dernier lieu, nous avons implémenté un programme en langage Python, qui traite tous les cas possibles de prolongation et de nasalité, nous avons traité les exceptions qui sont nombreuses, et nous avons obtenu comme résultat un fichier

numérique qui ne contient que des valeurs des unités de prononciation successives des lettres du Coran, avec un total de **260680** valeurs.

L'objectif était de choisir des segments de tailles aléatoires de ce fichier pour détecter la relation qui pourrait exister entre des séquences « mélodiques » et les thèmes pour lesquels elles ont tendance à être utilisées.

Et comme nous avons pris en considération l'ensemble des lettres du texte Coranique dans notre recherche la lecture des résultats était un peu difficile. C'est pourquoi nous avons proposé de ne choisir que les dernières lettres de chaque verset, en commençant par la prise en considération que de la dernière lettre et puis les deux dernières lettres et ainsi de suite et refaire les tests à chaque fois pour faire ressortir les appariement entre les variations de ces résultats et les thèmes correspondants abordés.

Le fichier résultat obtenu, peut être utilisé comme un outil d'aide à l'apprentissage des règles de psalmodie, notamment l'ensemble des types de prolongation, la nasalité, ainsi que l'ensemble des règles appliquées au « tanowiyn » (التنوين) et à la lettre n dépourvue de voyelle (النون الساكنة) qui sont la gémation, la dissimulation, la révélation et l'inversement

En fin, ces résultats restent à la disposition des chercheurs intéressés par les sciences du Coran pour en découvrir éventuellement plusieurs vérités entre autres la véracité du Coran, car Allah s'est chargé lui-même de la préservation du Coran, (*En vérité c'est Nous qui avons fait descendre le Coran, et c'est Nous qui en sommes gardien*) verset N° 9 de la Sourate « {loHiojr} » " *الآية " إِنَّا نَحْنُ نَزَّلْنَا الذِّكْرَ وَإِنَّا لَهُ لَحَافِظُونَ " 9 من سورة الحجر'*

En somme, les résultats obtenus sont très encourageants mais à plus long terme ce travail peut être amélioré une fois les points cités ci-après seront pris en considération :

- Limiter le traitement pour les dernières lettres de chaque verset uniquement.
- Inclure toutes les autres règles de psalmodie, même celles qui n'ont pas une influence sur la durée de prononciation.
- Renforcer l'étude par l'utilisation des techniques de traitement automatique de la parole, pour un calcul plus exact des valeurs de prononciation des lettres du Coran.
- Etudier et inclure la pause et le commencement "الوقف والإبتداء"

- Refaire la recherche en introduisant d'autres types de narrations et comparer les résultats.
- Nous pouvons aller plus loin en améliorant le présent logiciel par l'utilisation des techniques de traitement automatique de la parole afin d'arriver à un système d'assistance à l'apprentissage de la psalmodie, qui sert comme correcteur aux disciples après lecture de leurs récitations.

- Références Bibliographiques

- [ALL, 12] Al-Lisaniyyat. Revue algérienne de linguistique et des sciences et technologies du langage, éditée par le Centre de Recherche Scientifique et Technique pour le Développement de la Langue Arabe. Numéros 17 – 18, 2011 – 2012.
- [ALS, 05] Fatma Nasser Alshamsi. « SAIE: Statistical Arabic Information Extraction System », thèse de magistère, Université de Sharjah, Emirats Arabes Unis, 2005.
- [ALS, 12] Safiah Abderrahmane Alsuhaibani. « Les mappes mentales du Coran », <http://www.quranmindmap.com/>.
- [AMO, 01] Thomas Amossé. *Courrier des statistiques*, N° 100 , 2001.
- [ASS, 10] Fadhel Saleh Assamarai. « Questions déclaratives sur le Coran », librairie des SaHaAbah, Sharjah, Emirats Arabes Unis, 2010.
- [BIR, 08] Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper. « Natural Language Processing in Python », 2008
- [BOU, 08] Siham Boulaknadel. « Traitement Automatique des Langues et Recherche d'Information en langue arabe dans un domaine de spécialité : Apport des connaissances morphologiques et syntaxiques pour l'indexation », thèse de Doctorat, Université de Nantes, Ecole doctorale STIM, 2008.
- [CHA, 07] Ali ben Nayef Chahoud. « الإعجاز اللغوي و البياني في القرآن الكريم », Al-mishkaAt, 2007. pp 121 - 127.
- [DUK, 10] Kais Dukes et Nizar HABASH. « Morphological Annotation of Quranic Arabic » Université de Leeds Grande Bretagne, 2010.
- [DUK, 09] Kais Dukes « <http://corpus.quran.com> », un site Web qui contient un corpus du Coran, étiqueté morpho syntaxiquement, 2010.
- [ERR, 87] Fahd ben Abderrahmane Erroumi. « khasāis 'alqor'ān alkarym », Faculté des enseignants Riadh, Arabie Saoudite, 1987.

- [GOU, 12] Kamel Ahmed Gouneym et Raed Eddaya. « *Beauté mélodiques dans le texte Coranique* », revue de l'Université Islamique des recherches humaines, Ghazzah, 2012.
- [GUI, 90] Alfred Guillaume. « *Islam* », livres du Pingouin, Université du Michigan, 1990.
- [MEB, 06] Yahia ben ali Almebarki. « *الكم الزمني لصويت العُنة في الأداء القرآني* », faculté des sciences humaines, Université du Roi Abdelaziz, Jeddah, Arabie Saoudite, 2006.
- [MER, 06] Paolo Merlo. « *L'apprentissage automatique, Machine Learning* », Université de Genève, 2006.
- [NOU, 12] Leila Nouri. « *Résolution d'anaphores pronominales de la langue arabe par apprentissage automatique* » thèse de Magistère, Université d'Alger 2, 2012.
- [POI, 09] Damien Poirier et al. « *Approches Statistiques et Linguistique Pour la Classification de Textes d'Opinion Portant sur les Films* », RNTI-E-17, 2009.
- [QAM, 72] Mohamed Ali Qamhaoui. « *Preuve dans la psalmodie du Quran* » (البرهان في تجويد القرآن), inspecteur général à l'université de Alazhar, Bibliothèque culturelle, Beyrouth 1972.
- [THO, 04] Thomas lisa, H. Peter Pfister, et Peter Peterson. « *Issues Related to the Construction of a Purpose-Built Domain-Specific Word Corpus* » University of Newcastle NSW Australia, 2004.
- [TUR, 00] Nicolas Turenne. « *Apprentissage statistique pour l'extraction de concepts à partir de textes. Application au filtrage d'informations textuelles* », thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2000.
- [TUR, 01] Nicolas Turenne. « *Etat de l'art de la classification automatique pour l'acquisition de connaissances à partir de textes* », UMR INRA-INAPG-Biométrie et Intelligence Artificielle (BIA), 2001.

- [SOU, 12] Aymen Roshdi Souweyd. « *Récitation illustrée* », édition Ibn Al-jazari, ISBN 978-9933-9091-1-6, 2012.
- [<http://quran.ksu.edu.sa>] Projet du Coran électronique, Université du Roi Saoud, Riadh, Arabie Saoudite.

Annexe

Annexe 1. Tableau des prolongations en Arabe

التعريف	مقدار الحركات	نوع المد
كل حرف متبوع بأحد حروف المد (و،ا،ي)	02	1. المد الطبيعي
كل همز ممدود	02	2. مد البذل
تعويض تنوين النصب بألف حالة الوقف	02	3. مد العوض
أن يأتي حرف المد و بعده همزة في كلمة واحدة	04 أو 05	4. المد المتصل
أن يأتي المد في آخر الكلمة الأولى، وهمزة القطع في الكلمة التي تليها	04 أو 05	5. المد المنفصل
صلة هاء الضمير للمفرد المذكر الغائب ب واو إن كانت الهاء مضمومة و ب ياء إن كانت مكسورة. في الصلة الصغرى يشترط أن لا يقع بعد الهاء همزة	الصلة الصغرى : 02	6. مد الصلة
في الصلة الكبرى إذا وقع بعد الهاء همزة	الصلة الكبرى : 04 أو 05	
أن يأتي حرف المد و بعده حرف ساكن سكونا أصليا، مع العلم أن الشدة عبارة عن إدغام حرفين أولهما ساكن سكونا أصليا و الثاني متحرك	06	7. المد اللازم
هذان النوعان بخلاف دراستنا لا يتعلقان برسم المصحف، و لكن يعتمدان على القراءة فقط و يحدثان عند الوقف دون الوصل، لذا لا يؤخذان بعين الاعتبار	02 أو 04 أو 06	8. المد العارض للسكون
	02 أو 04 أو 06	9. مد اللين

جدول يبين أنواع المدود و مقاديرها

Annexe 2. Tableau des nasalités en Arabe

التعريف	مقدار الحركة	نوع الغنة	
تكون في النون و الميم المتحركتين الحقيقيتين وفي النون و الميم الساكنتين المظهرتين	01	أصلية	I
و هي المستطالة قدر حركتين و تسمى الصناعية	02	فرعية	II
مثل إنَّ كيدكَنَّ عظيم		1. النون المشدد	
في أحد أحرف "ينمو" مثل "من يَقول" تُنطق "ميَقول"		2. النون أو التنوين المدغم	
مثل " يَنْبُتُ " تُنطق " يَمْبُتُ "		3. النون أو التنوين المنقلب إلى ميم عند الباء	
مثل "أنِ دَعوا"		4. النون أو التنوين المخفي عند حروف الإخفاء	
مثل "ثمَّ" "وَ أَنْمُوا"		5. الميم المشدد	
مثل " و لكم مَّا كَسَبْتُمْ "		6. الميم المدغم في مثله	
مثل "فبشرهم بِعَذَابٍ"		7. الميم المخفي عند الباء	
توجد فقط في موضع واحد في سورة هود "يا بُني اركب مَعَنَا" تُنطق "يا بُني اركمَعَنَا"		8. عند إدغام الباء في الميم	

جدول يبين أنواع الغنة و مقاديرها

Annexe 3. Translittération de Buckwalter

Caractère en Arabe	translittération
ء	'
أ	>
ؤ	&
إ	<
ئ	}
ا	A
ب	b
ة	p
ت	t
ث	v
ج	j
ح	H
خ	x
د	d
ذ	*
ر	r
ز	z
س	s
ش	\$
ص	S
ض	D
ط	T
ظ	Z
ع	E
غ	g
ـ	=
ف	f
ق	q
ك	k
ل	l
م	m
ن	n
ه	h
و	w
ى	Y
ي	y
ڤ	F
ڨ	N
ڤ	K
ا	a
و	u
ي	i

٠	~
١	°
٢	^
٣	#
٤	`
٥	{
٦	:
٧	@
٨	"
٩	[
١٠	;
١١	,
١٢	.
١٣	!
١٤	-
١٥	+
١٦	%
١٧]