

**République Algérienne Démocratique Et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Saad Dahleb Blida 1**

**Faculté des sciences**



**Mémoire**

Présentée pour l'obtention du diplôme de Master

En : INFORMATIQUE

Spécialité : **Traitement Automatique des Langues**

Sujet

**Formalisation de la théorie néo-khalilienne par la  
grammaire de pré-groupe de lambek : cas de  
la lexie verbale (اللفظة الفعلية).**

**Etabli par :**

M<sup>elle</sup> Allaoui Katia

M<sup>elle</sup> BenKhaoua Malika

**Devant le jury composé de :**

M <sup>f</sup> .kameche Abdallah	Présidente	USDB1
M <sup>me</sup> .Mezzi Melyara	Examineur	USDB1
M <sup>f</sup> .Abbache Ahmed	Encadreur	USDB1
M <sup>f</sup> .Abbache Ahmed	Promotrice	USDB1

Année universitaire 2018/2019

## Résumé

Notre recherche propose l'un des principaux programmes de traitement automatique des langues et de la langue arabe en particulier ; ce dernier nous permet de savoir si le mot est une lexie verbale tout en indiquant le temps et le type de position de celle-ci. Ce programme expose un procédé utilisant la notion de grammaire de pré-groupe pour décrire la structure d'une lexie verbale dans un fragment de la langue arabe moderne standard basée sur la théorie néo-Khalilienne qui est une théorie linguistique contemporaine basée sur le travail des contributions des premiers grammairiens arabes ; elle a été fondée par le linguiste algérien Abderrahmane Hadj Salah.

**Mots clés** : traitement automatique des langues, lexie verbale, grammaire de pré-groupe, la théorie néo-Khalilienne.

## **Abstract**

Our research suggests one of the basic programs of automatic language processing and the Arabic language in particular. This program allows us to know if a word is a verbal lexis, and indicate its time and type of position. This work exposes a method of using the notion of pre-group grammar to describe the structure of a verbal lexicon in a fragment of the modern standard Arabic language based on the neo-Khalilian theory which is a contemporary linguistic theory based on the work of the contributions of the first Arabic grammarians, it was founded by the Algerian linguist Abderrahmane Hadj Salah.

**Keywords:** Automatic language processing, verbal lexie, pre-group grammar, neo-Khalilian theory.

## ملخص

يقترح بحثنا أحد البرامج الأساسية للمعالجة التلقائية للغة واللغة العربية بشكل خاص، والذي يتمثل في معرفة ما إذا كانت اللفظة، لفظة فعلية مع معرفة الزمن الذي تشير إليه هذه اللفظة، وإعراب الفعل مع تحليل نوع كل موقف من تركيبية هذه اللفظة.

يكشف هذا العمل عن طريقة لاستخدام مفهوم قواعد ما قبل المجموعة لوصف بنية المعجم اللفظي في جزء من اللغة العربية المعيارية الحديثة المبنية على نظرية الخليلية الحديثة، وقد اكتشف نقطة الانطلاق، هي النظرية اللغوية المعاصرة المبنية على عمل مساهمات أول النحاة العرب، وقد أسسها اللغوي الجزائري عبد الرحمن الحاج صلاح.

**كلمات مفاتيح :** معالجة الآلية للغة، لفظة فعلية، قواعد ما قبل المجموعة، نظرية الخليلية الحديثة.

# *Remerciements*

*En premier lieu, nous remercions Dieu, notre créateur, qui nous a donné la force et la persévérance pour réaliser ce travail.*

*Aussi, nous tenons à remercier infiniment*

- *Nos chers parents pour leurs soutiens au long de nos études.*
- *M. Abache encadreur qui nous a accordé son soutien.*

*Nos remerciements les membres du jury pour leur présence, pour leur lecture attentive de notre mémoire ainsi que pour les remarques qu'ils nous adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail aussi à M<sup>me</sup> Oukid Saliha d'avoir accepté d'examiner notre travail. Et nous remercions tous les enseignants qui étudier-nous dans cette spécialité et surtout M<sup>me</sup> Mezzi Melyara.*

*Nous remercions aussi Mr. Khelifi Amine de nous avoir énormément aidé, de ses précieux conseils et de pour son temps consacré à nous.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.*

## Table des matières

ملخص.....	IV
REMERCIEMENTS.....	V
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES TABLEAUX.....	X
INTRODUCTION GENERALE.....	12
CHAPITRE 1 CARACTERISTIQUES DE LA LANGUE ARABE.....	15
1.1 Introduction.....	15
1.2 Un aperçu des particularités de la langue l'arabe.....	15
1.2.1 Repères historiques de la calligraphie arabe.....	15
1.2.2 L'alphabet et les caractères spéciaux.....	16
1.2.3 Les voyelles brèves.....	18
1.2.4 Signes orthographiques.....	19
1.3 Morphologie arabe.....	20
1.3.1 Structure d'un mot.....	21
1.3.2 Catégories des mots.....	21
1.3.3 Morphologie flexionnelle :.....	24
1.3.4 Les éléments essentiels de la morphologie arabe.....	27
1.4 La structure d'une phrase arabe.....	30
1.4.1 La syntaxe de la langue arabe.....	31
1.4.2 L'analyse syntaxique.....	33
1.5 Conclusion.....	37
CHAPITRE 2 LA THEORIE NEO-KHALILIENNE ET LA GRAMMAIRE DE PRE-GROUPE.....	38
2.1 Introduction.....	38
2.2 Modèle néo khalilien.....	38
2.2.1 La définition de la lexie.....	38
2.2.2 Les concepts de base de la théorie néo-khalilienne.....	47
2.3 Grammairs de pregroupe.....	49
2.3.1. Propriétés fondamentales.....	49
2.3.2 Pré-grammaire.....	49
Contractions et Extensions.....	50
2.3.3 Le pré-groupe libre.....	50
2.3.4 Pré-groupes pour la linguistique.....	51
2.4 Conclusions.....	55

<b>CHAPITRE 3 POUR L'ANALYSE UNE APPROCHE ALGEBRIQUE DE LA STRUCTURE DES LEXIES VERBALES EN ARABE .....</b>	<b>56</b>
3.1 Introduction.....	56
3.2 La machinerie algébrique .....	56
3.3 Types de base.....	57
3.4 Le pré-groupe libre .....	57
3.5 La structure du verbe arabe .....	58
3.6 La structure des lexies verbales en arabe .....	59
3.7 Des expressions formelles par approche algébrique.....	60
3.7.1 Expressions formelles des mots outils.....	61
3.7.2 Expression formelle de schème .....	61
3.7.3 Expression formelle de suffixe du verbe.....	61
3.7.4 Expression formelle du verbe conjuguée notée $C_{KJI}(V)$ .....	62
3.7.5 Expression formelle de la lexie verbale .....	62
3.8 Type du verbe intransitifs et le verbe transitif ( <i>الفعل اللازم و الفعل المتعدي</i> ) .....	63
3.9 Les formes de la lexie verbale en arabe .....	63
3.10 Pronoms personnels .....	64
3.11 Une approche algebrique des schèmes de la lexie verbale selon le modèle néo-khalilien.....	66
3.11.1 Approche algebrique du verbe trilitère à l'accompli (al-fi'1 al-mädiy) <i>الفعل الماضي</i> .....	66
3.11.2 Approche algébrique de verbe trilitère à l'inaccompli (al-fi'1 al-mudäri') <i>الفعل المضارع</i> 72	
3.11.3 Une approche algebrque de verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien <i>الفعل الأمر</i> 86	
3. 4 Conclusions.....	89
<b>CHAPITRE 4 APPLICATION ET RESULTATS.....</b>	<b>90</b>
4.1 Introduction .....	90
4.2 Environnement de développement .....	90
4.2.1 Définition de python .....	90
4.2.2 PyCharm.....	91
4.3 Matériaux utilisés .....	92
4.4 D'analyse de reconnaissance d'une lexie verbale .....	92
4.4.1 Déroulement .....	92
4. 5 Conclusion.....	105
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>106</b>

## Liste des Abréviations

<b>SV</b>	Syntagme verbal
<b>SN</b>	Syntagme nominal
<b>SA</b>	Syntagme adjectival
<b>TAL</b>	Traitement Automatique des Langues
<b>TALN</b>	Traitement Automatique des Langues Naturelles
<b>AS</b>	Arabe Standard
<b>VCS</b>	version control system
<b>IDE</b>	Integrated Development Environment
<b>API</b>	Application Programming Interfaces

## Liste des figures

Figure 1-1: le monde arabe [2].	16
Figure 1-2 : les voyelles brèves.	19
Figure 1-3: les singes alchadda et alsukun.	19
Figure 1-4 : signe du tanwin.	20
Figure 1-5 : structure du mot arabe أتتذكروننا	21
Figure 1-6 : catégories de mot.	22
Figure 1-7 : la structure d'une phrase nominale [23].	31
Figure 1-8 : exemple d'une phrase nominale.	32
Figure 1-9 : exemple d'une phrase verbale.	33
Figure 1-10 : Les différents niveaux d'analyse d'un texte.	34
Figure 1-11 : Un arbre est constitué de branches et de nœuds.	35
Figure 1-12 : Le syntagme nominal	36
Figure 1-13 : Le syntagme verbale.	36
Figure 2-1 : Schéma représentant l'analyse de la kalima enracine et scheme.	40
Figure 3-1 : structure du verbe arabe تكتبوننا	59
Figure 3-2 : structure des lexies verbes en arabe.	60
Figure 4-1 : interface globale	93
Figure 4-2 : l'interface de transcriptions d'alphabet phonétiques.	94
Figure 4-3 : l'interface globale du programme.	95
Figure 4-4 : exemple sur base de donne.	99
Figure 4-5 : le résultat final de cas vrai.	104
Figure 4-6 : le résultat final de cas faux.	104

## Liste des tableaux

Tableau 1-1 : les 28 lettres arabe.....	17
Tableau 1-2 : les lettres salaire et Lunaires [6]. .....	18
Tableau 1-3 : exemple de variation de lettre ق/ qāf.....	18
Tableau 1-4 : structure du mot arabe.....	21
Tableau 1-5 : conjugaison pour le verbe 'dessin' rasama', رسم'.....	26
Tableau 1-6 : Exemples de schèmes appliqués au mot عملTravailler [32]. .....	27
Tableau 1-7: quelque dérivation du verbe " كتب " [15].....	28
Tableau 1-8 : un exemple des préfixes [29]. .....	29
Tableau 1-9 : un exemple des suffixes divisés selon leurs types [29].....	30
Tableau 1-10 : Technique de la boite [35] .....	35
Tableau 2-1 : Schème du verbe trilitère à l'accompli selon le modèle néo-khalilien[41].....	41
Tableau 2-2 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli selon le modèle néo-khalilien[41] .....	43
Tableau 2-3 : Schème du verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien .....	45
Tableau 2-4 : Schème du verbe trilitère à Le ḤADD general du Verbe. ....	46
Tableau 2-5 : de transcription phonétique.[40] .....	48
Tableau 3-1 : structure du verbe arabe. ....	58
Tableau 3-2 : structure des lexies verbes en arabe. ....	59
Tableau 3-3 : Les types de pronoms personnels.....	66
Tableau 3-4 : Schème du verbe trilitère à l'accompli selon le modèle néo-khalilien. ....	66
Tableau 3-5 : concernant les Conjugaison du verbe a l'accompli.....	67
Tableau 3-6 : Les types possibles de la lexie verbale (al-fi'l al-mādiy).....	69
Tableau 3-7 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli de l'indicatif selon le modèle néo-khalilien. .....	72
Tableau 3-8 : concernant les conjugaison du l'inaccompli de l'indicatif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.....	73
Tableau 3-9 : les types possibles de l'inaccompli de l' indicatif par la voyelle Damma u - ُ.....	74
Tableau 3-10 : les types possibles du l'inaccompli de l'indicatif pour les cinq verbes (الأفعال الخمسة). .....	75
Tableau 3-11 : les types possibles de l'inaccompli par le pronom affixe sujet na – ن (نون النسوة) . .	76
Tableau 3-12 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli subjonctif selon le modèle néo-khalilien. .....	77
Tableau 3-13 : concernant les conjugaison du l'inaccompli subjonctif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.....	78
Tableau 3-14 : les types possibles de l'inaccompli subjonctif par la voyelle fatha ( ا - ء).....	80
Tableau 3-15: les types possibles du à l'inaccompli subjonctif pour les cinq verbes - الأفعال الخمسة - .....	81
Tableau 3-16 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli selon le modèle néo-khalilien. ....	81
Tableau 3-17 : concernant la conjugaison du à l'inaccompli de l'apocopé à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.....	82
Tableau 3-18 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par la présence d'un suku:n ة ..... 83	83
Tableau 3-19 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par les cinq verbes - الأفعال الخمسة - 84	84

Tableau 3-20 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par binā' et la marque (nna) (nün al-tawkid) .....	85
Tableau 3-21 : Schème du verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien. ....	86
Tableau 3-22 : concernant les conjugaison du verbe trilitère à l'impératif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.....	86
Tableau 3-23 : les types possibles de l'impératif par binā' sur suku:n ʔ.....	87
Tableau 3-24 : les types possibles de l'impératif par binā' sur absence de la marque flexionnelle na,ni.....	87
Tableau 3-25 : les types possibles de l'impératif par binā' sur la voyelle fatha ( a - ˆ )......	88

# Introduction générale

Le Traitement Automatique des Langues (TAL) est une discipline qui associe étroitement les linguistes et informaticiens. Il repose sur la linguistique, les formalismes (représentation de l'information et des connaissances dans des formats interprétables par des machines) et l'informatique. Le TAL a pour objectif de développer des logiciels ou des programmes informatiques capables de traiter de façon automatique des données linguistiques. Pour traiter automatiquement ces données, il faut d'abord expliciter les règles de la langue puis les représenter dans des formalismes opératoires et calculables et enfin les implémenter à l'aide de programmes informatiques [29]. Un découpage méthodologique classique dans le domaine du TAL et de la linguistique est le suivant :

- La morphologie : concerne l'étude de la formation des mots et de leurs variations de forme.
- La syntaxe : s'intéresse à l'agencement des mots et à leurs relations structurelles dans un énoncé.
- La sémantique : se consacre au sens des énoncés.
- La pragmatique : prend en compte le contexte d'énonciation.

Le traitement automatique de la langue naturelle (TALN) touche plusieurs domaines, telles que, les applications de correction grammaticale, les applications de communication homme/machine, les applications de traduction automatique, etc. L'automatisation de l'une de ces applications nécessite en général une étape d'analyse du texte ou document source, qui se fait à son tour par la décomposition de cette analyse en sous-tâches calquées sur les différents niveaux d'analyse linguistique à savoir l'analyse lexicale, l'analyse morphologique, l'analyse syntaxique, l'analyse sémantique et l'analyse pragmatique. Cette décomposition permet de se fixer un objectif moins ambitieux, mais il est clair, d'un point de vue linguistique, que les tâches ne sont pas indépendantes les unes des autres et qu'à chaque niveau, les connaissances des autres niveaux sont nécessaires [30]. En plus, ces différents niveaux d'analyse sont couplés, en général de manière séquentielle, ce qui suppose que les phases d'analyse sont quasi-dépendantes.

L'analyse syntaxique permet d'associer à un énoncé sa ou ses structures syntaxiques possibles, en identifiant ses différents constituants et les rôles que ces derniers entretiennent entre eux. Toutefois, l'analyse syntaxique prend en entrée le résultat de l'analyse lexicale (éventuellement de l'étiquetage morphosyntaxique) et fournit en sortie une structure hiérarchisée des groupements structurels et des relations fonctionnelles qui unissent les groupements. Enfin, il est à signaler que pour la langue arabe, les ambiguïtés vocaliques et grammaticales, relatives à la non voyellisation des mots, pose des difficultés au niveau de l'analyse syntaxique. Ainsi, une phrase, en absence de la voyellation, peut être interprétée et traduite selon plusieurs interprétations qui sont toutes syntaxiquement correctes. Plusieurs méthodes d'analyse syntaxique se sont développées, mais la plus célèbre est sans doute la notion de grammaire formelle. [33]

Plusieurs techniques sont utilisées pour l'analyse syntaxique d'un texte arabe, notamment :

- 1) Technique de la boîte : diverses formes de schématisation de la phrase ont été utilisées par les linguistes formels. Le linguiste Charles F.Hockett a commencé par proposer d'utiliser une boîte, Il est toutefois plus fréquent dans la tradition de N. Chomsky d'utiliser un parenthésage. [35]
- 2) Représentation des arbres : la représentation la plus employée est sans aucun doute celle de l'arbre syntaxique communément appelé indicateur syntagmatique. [35]
- 3) Le théorème néo khalilien est fondée par Hadj Salah, propose un modèle de la description linguistique de la langue arabe selon les différents niveaux d'analyse. Elle se base sur les travaux des premières grammaires de la langue arabe. [40]

Les grammaires de pré-groupe proposés par Lambek 1999 [49] comme une alternative aux autres modèles de la structure syntaxique des langues, sont des grammaires lexicalisées, tout comme les grammaires catégorielles en général auxquelles les grammaires de pré-groupe sont apparentées, c'es-tà-dire qu'elles associent des types à chaque mot du lexique, tandis que les règles avec lesquelles elles fonctionnent sont fixées, ces règles que ce soit dans les pré-groupes ou dans les grammaires catégorielles de Lambek introduites auparavant, sont de nature logique et algébrique. Les grammaires de pré-groupe fournissent une approche informatique des langues naturelles en attribuant à chaque mot du dictionnaire mental un type, à savoir un élément du pré-groupe généré librement par un ensemble partiellement ordonné de types de base.

Ce travail expose un procédé utilisant la notion de grammaire de pré-groupe pour décrire la structure d'une lexie verbale dans un fragment de la langue l'arabe moderne standard basée sur la théorie Néo-Khalilienne, est théorie linguistique contemporaine basée sur le travail des contributions des premiers grammairiens arabes; elle a été fondée par le linguiste algérien Abderrahmane Hadj Salah.

L'objectif du travail consiste à concevoir, à réaliser et évaluer un système d'analyse de textes arabes selon la grammaire de pré-groupe permettant de reconnaître automatiquement les lexies verbales.

Notre travail traite les chapitres suivants :

- Le premier chapitre est un aperçu des caractéristiques de la langue arabe.
- Le deuxième chapitre est consacré sur la théorie Néo-Khalilienne et la grammaire de pré-groupe.
- Le troisième chapitre concerne pour l'analyse une approche algébrique de la structure des lexies verbales en arabe.
- En dernier lieu, une conclusion générale permet de conclure notre travail et de présenter quelques perspectives pour la continuité et l'amélioration de ce travail.

# Chapitre 1

## Caractéristiques de la langue arabe

### 1.1 Introduction

La langue Arabe ne contient que 28 caractères, ce qui permet d'extraire environ 12, 122,912 mots. Et c'est l'une des caractéristiques qui ont fait la langue l'Arabe des plus difficiles langues dans le monde. Ce n'est pas la seule propriété que nous allons vous montrer dans ce chapitre où il se compose d'un aperçu des particularités de la langue l'Arabe et système d'écriture de l'Arabe, en suite la syntaxe de la langue Arabe et en fin l'analyse syntaxique du traitement automatique de la langue Arabe.

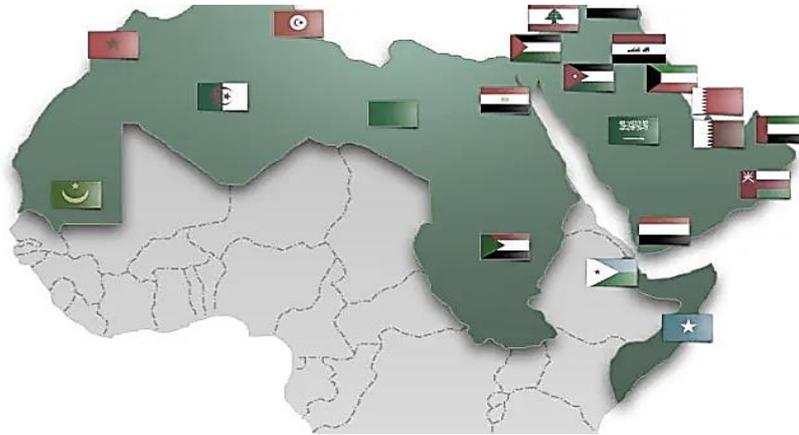
Dans le cadre de notre travail, nous parlerons de la langue Arabe en référence à ce qui est communément appelé « l'Arabe Standard » (AS), c'est-à-dire, la langue de communication commune à l'ensemble du Monde Arabe.

### 1.2 Un aperçu des particularités de la langue l'arabe

#### 1.2.1 Repères historiques de la calligraphie arabe

Introduction La langue arabe est l'une des langues les plus parlées et utilisées dans le monde, elle occupe actuellement la cinquième place avec plus de 330 millions d'arabophones, tout en devenant la langue officielle de plus de 22 pays, présentés dans la figure 1, répartis sur les régions suivantes :

- Péninsule arabique (en arabe جزيرة العربية شبه الجزيرة العربية *šibh al-jazīra al-‘arabīya* ou جزيرة العرب *jazīrat al-‘arab*)
- Moyen-Orient (en arabe الوسط الشرق *Ash-Shark al-awssat*)
- Afrique du Nord ou le Maghreb (en arabe : المغرب *al-Maghreb*)



*Figure 1-1: le monde arabe [2].*

Elle est par ailleurs la langue de la religion musulmane, ce qui étend son utilisation à tous les continents du globe constituant ainsi une communauté estimée à plus de 1 milliard et demi de croyants musulman. La langue arabe constitue ainsi un élément principal dans la culture et la pensée d'une partie importante de l'humanité et du patrimoine mondial. D'un autre côté, l'arabe est une langue sémitique, comme l'hébreu et l'araméen, et en termes de nombre de parlants elle est actuellement la langue sémitique la plus parlée. De plus, l'arabe est une des langues naturelles les plus riches dans le monde en termes d'inflexion morphologique et de dérivation [8]

Les recherches pour le traitement automatique de l'Arabe ont débuté vers les années 1970. Les premiers travaux concernaient notamment les lexiques et la morphologie [9], mais Les règles fondamentales de la langue Arabe, surtout celles morphosyntaxiques, n'ont pas changé depuis leur mise au point pour le Saint Coran [7]. Et pour L'écriture arabe s'est développée grâce à la révélation coranique et la section suivante nous expliquerons quelques caractéristiques de l'écriture arabe et son morphologique

### **1.2.2 L'alphabet et les caractères spéciaux**

Système graphique ou L'écriture en arabe est différente et distinctive des autres langues étrangères où elle présente des caractéristiques uniques que nous allons expliquer ces fonctionnalités dans les étapes suivantes :

L'arabe s'écrit et se lit cursivement (écriture dont les lettres sont reliées les unes avec les autres) de droite à gauche, en utilisant un alphabet de 28 lettres [2]. Il n'y a pas de différence entre les

lettres manuscrites et les lettres imprimées, et les notions de lettre majuscule et lettre minuscule n'existent pas, l'écriture est donc monocamérale [4].

L'alphabet arabe est de type abjad ; il contient 28 lettres (25 consonnes et 3 voyelles longues «أ», «و», «ي») (Tableau 1.1).

Lettre arabe	Correspondant français	Prononciation	Lettre arabe	Correspondant français	Prononciation
ا	A	Alef	ك	K	Kāf
ب	B	Bā	ل	L	lām
ت	T	Tā	م	M	mīm
ث	Th	Thā	ن	N	nūn
ج	J	Jīm	ه	H	hā
ح	H	ḥā	و	W	wāw
خ	Kh	Khā	ي	Y	yā
د	D	Dhal			
ر	R	Rā			
ز	Z	zāy			
س	S	sīn			
ش	Sh	chīn			
ص	S	ṣād			
ض	D	ḍād			
ط	T	ṭā			
ظ	Z	ẓā			
ع	'	ʿayn			
غ	Gh	ghayn			
ف	F	fā			
ق	Q	qāf			

Tableau 1-1 : les 28 lettres arabe

Les 28 consonnes arabes sont divisées en deux groupes :

- 14 consonnes solaires qui assimilent le «ل» de l'article.
- 14 consonnes lunaires qui n'assimilent pas le «ل» de l'article

Les solaires se prononcent en double, comme par exemple avec le mot « soleil » شمس (chams), au lieu de prononcer, el-chams, on prononce ech-chams, car la lettre ش (chin), est une lettre solaire. Les lettres lunaires, se prononcent normalement et simplement pour elles-mêmes, c'est-

à-dire sans les doubler. Par exemple avec le mot « lune », on prononce القمر, el-qamar tout à fait normalement, parce que la lettre ق (qaf) est une lettre lunaire (Tableau 1.2) [6].

Solaires	Lunaires
ت ث د ذ ر ز س ش ص ض ط ظ ن	ع غ ف ق ك م ه و ي

Tableau 1-2 : les lettres solaire et Lunaires [6].

Toutes les consonnes se lient entre elles sauf « (waw, reh, zain, dal, thal), (ذ, د, ش, ز, و) » celles qui ne se joignent jamais à gauche [5]. Exemple, Chevalier s'écrit فارس /fâris/.

Le système de signes diacritiques des points joue un rôle de premier ordre. Il y a des lettres qui ne se distinguent que par la présence, le nombre et la position de points. En effet, les lettres { ع, ه, ف, ق, ت, ب, ث, ن, ي, ح, ج, خ, د, ذ, ر, ز, س, ش, ص, ض, ط, ظ, ع } sont notées au moyen des glyphes { ع, ه, ف, ق, ت, ب, ث, ن, ي, ح, ج, خ, د, ذ, ر, ز, س, ش, ص, ض, ط, ظ, ع } [7].

Chaque lettre possède une forme spécifique en fonction de sa position dans un mot (au début, au milieu ou à la fin) ou si elles sont utilisées de façon isolée [8], Il résulte 78 formes graphiques à partir des 28 lettres. Le Tableau 1.3 montre les variations de la lettre ق (qāf) :

Isolée	Finale	Médiane	Initiale
ق	قى	قف	قف
افتراق/iftirāq/ Séparation	بريق /barīq/ Glamour	مقفل/muqfal/ Verrouillé	قوي/qawiy/ Forte

Tableau 1-3 : exemple de variation de lettre ق qāf.

La lettre Hamza prend différentes formes suivant sa voyellisation et la voyellisation de la lettre qui la précède ex : (ء أ إ و ؤ لأ) [6] que pour les lettres ي et ه qui symbolisent respectivement ي et ه [9].

Les véritables liaisons entre les lettres arabes doivent être des ponts concaves curvilignes, qui sont susceptibles de s'étendre. Cette propriété appelée kashida, ou TaTwil, Tamdid, Madda, MaT, Al'iTala, etc., est un privilège des lettres arabes en respectant très rigoureusement les règles de la calligraphie arabe [10]. Par exemple : « الحميد → الحميد »

### 1.2.3 Les voyelles brèves

Pour une meilleure précision de la prononciation, des signes ont été inventés. Il s'agit de trois voyelles brèves qui s'ajoutent aux consonnes. Ces trois voyelles brèves sont [11] :

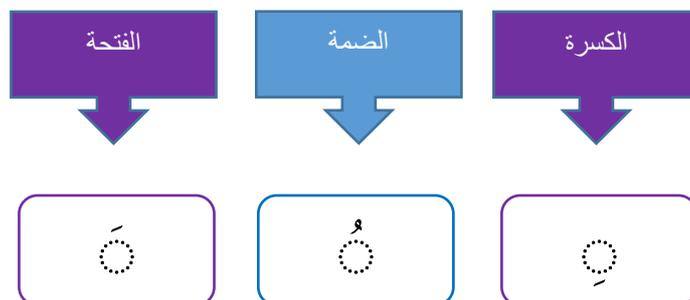


Figure 1-2 : les voyelles brèves

**Fatha** : « $\overset{\text{ـَ}}$ » est symbolisée par un petit trait sur la consonne et se prononce comme un [a] français.

**Damma** : « $\overset{\text{ـُ}}$ » est symbolisée par un crochet au-dessus de la consonne et se prononce comme un [u] français.

**Kasra** : « $\underset{\text{ـِ}}$ » est symbolisée par un petit trait au-dessous de la consonne et se prononce comme un [i] français.

#### 1.2.4 Signes orthographiques

Il y a sept signes orthographiques qui s'ajoutent aux consonnes, et elle les plus courants comme :

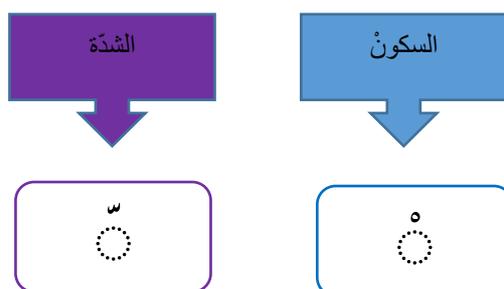


Figure 1-3: les signes alchadda et alsukun

**Sukun** : « $\overset{\text{ـْ}}$ » ce signe indique qu'une consonne n'est pas suivie (ou muet) par une voyelle. Il est noté toujours au-dessus de la consonne «مَكْتَبٌ/maktab» [11].

**Chadda** : « $\overset{\text{ـّ}}$ » Le signe de la chadda ّ peut être placé au-dessus de toutes les consonnes en position non- initiale. La consonne qui la reçoit est alors analysée en une séquence de deux consonnes identiques [9] «مَكَّنٌ/ makkana », «يُمَكِّنُ/ yumakkinu », «مَكِّنٌ/makkin ».

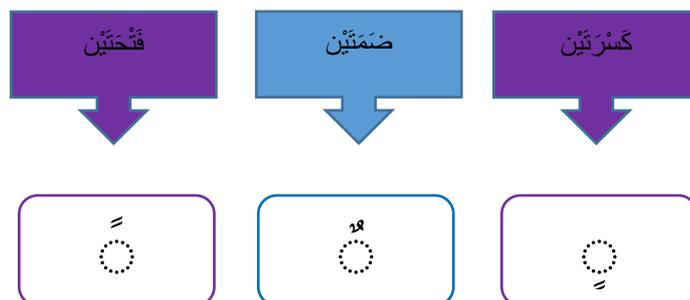


Figure 1-4 : signe du tanwin.

### Tanwin :

Le signe du tanwin est ajouté à la fin des mots indéterminés. Il est en relation d'exclusion avec l'article de détermination ال placé en début de mot [6]. Ce qui se traduit par l'ajout du phonème /n/ au niveau phonétique [9]. Les symboles du tanwin sont au nombre de trois et sont constitués par le [6] :

- [an] : «<» pour les Fathatan (ت/ان).
- [in] : «<» pour les Kasratan (ت/ان).
- [un] : «<» pour les Dammatan (ت/ان).

**Wasla** : « آ » quand la voyelle d'un Alif au commencement d'un mot doit être absorbée par la dernière voyelle du mot qui précède [11].

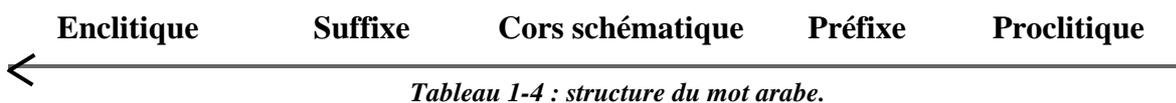
**Madda** : « آ » la madda (prolongation) se place sur l'Alif pour indiquer que cette lettre tient lieu de deux alifs consécutifs ou qu'elle ne doit pas porter le Hamza [11].

## 1.3 Morphologie arabe

Le lexique arabe comprend trois catégories de mots : verbes, noms et particules. Les verbes et noms sont le plus souvent dérivés d'une racine à trois consonnes radicales. Une famille de mots peut ainsi être générée d'un même concept sémantique à partir d'une seule racine à l'aide de différents schèmes. Ce phénomène est caractéristique à la morphologie arabe. On dit donc que l'arabe est une langue à racines réelles à partir desquelles on déduit le lexique arabe selon des schèmes qui sont des adjonctions et des manipulations de la racine [14].

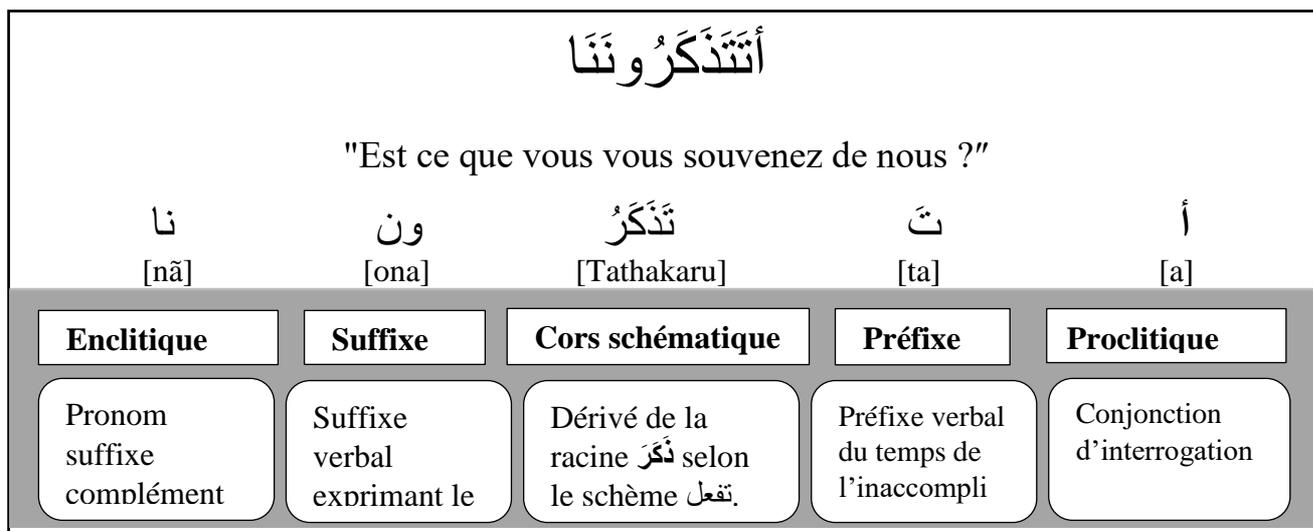
### 1.3.1 Structure d'un mot

Les mots peuvent avoir une structure composée, résultat d'une agglutination de morphèmes lexicaux et grammaticaux. En arabe un mot peut représenter toute une proposition. La représentation suivante schématise une structure possible de mot complexe. Notons bien que la lecture se fait de droite à gauche.



- Les proclitiques sont des prépositions ou des conjonctions.
- Les préfixes et suffixes expriment des traits grammaticaux, tels que les fonctions de noms, le mode du verbe, le nombre, le genre, la personne...etc.
- Les enclitiques sont des pronoms personnels.
- Le corps schématique représente la base de mot « radicale » [15].

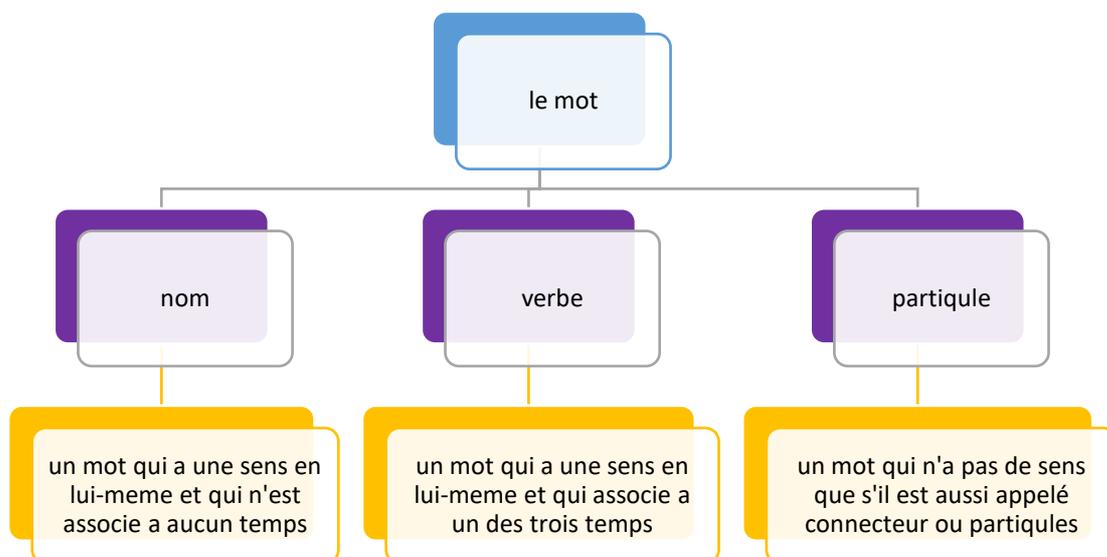
Exemple :



*Figure 1-5 : structure du mot arabe أتذكروننا*

### 1.3.2 Catégories des mots

L'arabe considère 3 catégories de mots :



*Figure 1-6 : catégories de mot*

### **Nom :**

Toute unité lexicale référant à un sens indépendant du temps [16], regroupe : les adjectifs féminin et masculin ; les noms démeritent, les noms prolongés ainsi que les noms réduits, les noms communs et les noms propres, les pronoms et leurs types (connectés et séparés), les noms de périphrases, les noms du verbe, les noms de voix [17].

### **Verbe :**

La plupart des mots en arabe, dérivent d'un verbe de trois lettres, par conséquent chaque verbe est la racine d'une famille de mots. Ces mots sont obtenus en ajoutant des suffixes ou des préfixes à leur racine. Le paradigme de la conjugaison est déterminé par certaines valeurs liées au genre, mode et structure morphosyntaxique du verbe. Ces valeurs peuvent être résumées comme suit [8] :

La conjugaison des verbes dépend de plusieurs facteurs :

- Le temps (accompli, inaccompli).
- Le nombre du sujet (singulier, duel, pluriel).
- Le genre du sujet (masculin, féminin).
- La personne (première, deuxième et troisième)
- Le mode (actif, passif) [25].

**Par exemple :** La conjugaison de verbe ( ك+ت+ب K+T+B donne le verbe كتب KaTaBa (Écrire)), le temps : accompli, le nombre du sujet : singulier, le genre du sujet : masculin, la personne : troisième personne, le mode : passif.

### Les mots outils :

Un mot outil est une entité invariable exprimant un sens dépendant de compréhension. La langue arabe contient un nombre limité ne dépasse pas 80 éléments, ils se nommaient en arabe les particules de sens (حروف المعاني) par contre l'alphabet arabe se nommait les particules de construction (حروف المباني).

Les particules de sens sont de type : unitaire, binaire, tertiaire, quaternaire ou quintette, Elles jouent un rôle important dans l'articulation et l'interprétation de la phrase ainsi la cohérence et l'enchaînement d'un texte [17].

On peut distinguer plusieurs types :

- Préposition : exemple (ك، ب، الی، علی، عن، من، حتی).
- Particules de coordination : exemple (و، ف، ثم، او).
- Particules interrogatives : exemple (ما، هل، أ).
- Particules d'affirmation : exemple (نعم، اجل، بلى).
- Particules de négation : exemple (لا، لن، لم).
- Particules distinctives : exemple (اي).
- Particules relatives : exemple (ما).
- Particule de subjonctif : exemple (لكيلا، كيلا، لئلا، لكي، كي، لئ، لن، حتى).
- Particule d'apocopé : exemple (لا، لما، ما، لم).
- Particules de futur : exemple (ان، س، لن، سوف).
- Particules conditionnelles : exemple (كيفما، من، اذا، لو، إن).
- Particule d'appel : exemple (أ، يا، ألا).
- Les conjonctions de subordination : (بينما، حيثما).
- Les quantificateurs : exemple (كل، بعض).
- Les adverbes : exemple (قد، أخيراً، أبداً).

### 1.3.3 Morphologie flexionnelle :

La langue arabe est aussi une langue flexionnelle, ce type de morphologie est employé, principalement, pour la déclinaison des noms et la conjugaison des verbes, des indices d'aspect, de temps, de mode, personne, de nombre, de cas, de mode, etc., qui sont présentés généralement sous forme de préfixes et suffixes [25].

- Le mode des verbes : par exemple, pour le verbe "ذهب" (aller), les formes à l'accompli sont repérables à l'aide de leurs suffixes tel que "ذهبت" (je suis allé) ou de leurs préfixations telles que "أذهب" (je vais).

- La fonction des noms à l'aide des suffixations tels que "رجلان" (deux hommes au nominatif) ou "رجلين" (deux hommes à l'accusatif ou génitif) [15].

#### Flexions des noms :

La déclinaison des noms se fait selon les règles suivantes :

- **Le féminin singulier** : On ajoute le ة, exemple صغير petit devient صغيرة petite
- **Le féminin pluriel** : De la même manière, on rajoute pour le pluriel les deux lettres, ات, exemple صغير petit devient صغيرات petites.
- **Le masculin pluriel** : Pour le pluriel masculin on rajoute les deux lettres ين ou ون dépendamment de la position du mot dans la phrase (sujet ou complément d'objet), exemple : الراجع revenant devient الراجعين ou الراجعون revenants [22].
- **Le dual** : c'est un nom conjugable, il caractérise deux choses ou deux personnes par l'insertion de (ان, An) en cas de nominatif, et (ين, yn) en cas de l'accusatif et génitif. Dans le cas des noms défectueux ou qui se termine par (و, w) ou (ي, Y) ; la terminaison se transforme devant la suffixation de dual, par exemple (مجرى, MajeraY, chemin) se transforme en (مجریان, MajerayaAne, chemins) [].
- **Les cinq noms** : sont des noms bilitères qui ? leur voyelle finale se prolonger quand ils sont définis par un complément : « أبو, أم, أخ, أخت, حم, فو, ثو », (Aabun, Aakhun, Hamun, fuw, thuw \_père, frère, le beau-père, bouche, propriétaire).
- **Le Pluriel irrégulier** : Il suit une diversité de règles complexes et dépend du nom. Exemple : طفل un enfant devient أطفال des enfants [22].

Le phénomène du pluriel irrégulier dans l'arabe pose un défi à la morphologie, non seulement à cause de sa nature non concaténative, mais aussi parce que son analyse dépend fortement de

la structure comme pour les verbes irréguliers. Certains dérivés nominaux associent une fonction au nom :

- Agent (celui qui fait l'action).
- Objet (celui qui a subit l'action).
- Instrument (désignant l'instrument de l'action).

Pour les pronoms personnels, le sujet est inclus dans le verbe conjugué. Il n'est donc pas nécessaire (comme c'est le cas en français) de précéder le verbe conjugué par son pronom. On distinguera entre singulier, duel (deux) et pluriel (plus de deux) ainsi qu'entre le masculin et féminin [22].

### Flexions des verbes :

La langue arabe possède trois temps :

#### ❖ L'accompli - الماضي :

Il indique que le déroulement de l'action exprimée par le verbe est achevé, ce qui implique le passé. Il se caractérise par une suffixation des marques de la personne, du genre, du nombre et du mode à la racine verbale. Par exemple, pour le pluriel féminin du verbe " كَتَبَ " (kataba – écrire), nous ajoutons le suffixe " ن " pour avoir la forme " كَتَبْنَ " (katabna - elles ont écrit). Et pour le pluriel masculin, nous ajoutons le suffixe " وا " pour avoir la forme " كَتَبُوا " (katabuwá, ils ont écrit) [25].

#### ❖ Inaccompli présent - مضارع :

Il sert à exprimer tout fait ou action qui n'est pas écoulé, c'est-à-dire le présent ou le futur. Il dispose de préfixes et de suffixes à ajouter à la racine du verbe [8] et nous allons ajouter devant le verbe l'une des lettres de l'inaccompli (حُرُوفُ الْمُضَارَعَةِ). Les lettres de l'inaccompli sont : ن ، ت ، أ ، ن ، ن ، ن on dit أَنْيْتُ pour les mémoriser facilement. [37].

L'inaccompli se caractérise par quatre modes flexionnelles :

- **L'inaccompli indicatif (مرفوع)** : employé dans une proposition principale ou isolée. Il se caractérise par une désinence (ضَمَّة) [dammat] et par des flexions longues [15]. par exemple :

« كَبُرَ - يَكْبُرُ », « صَعِدَ - يَصْعَدُ », « دَخَلَ - يَدْخُلُ »

- **L'inaccompli subjonctif (منصوب)** : utilisé en proposition subordonnée s'il est précédé par une particule de subjonctif (voir la section les mots outils),

il se caractérise par une désinence (فتحة) [fathat] et par des flexions courtes [15]. Par exemple :

(يُرِيدُ أَنْ يَكْتُبَ رَسَالَةً) il veut écrire une lettre).

- **L'inaccompli apocopé (مجزوم)** : il précède par une particule d'apocopé (voir la section les mots outils), Il se caractérise par l'absence de désinence (سكون) [sukun] et par des flexions courtes [15]. Par exemple :  
(لَمْ يَكْتُبْ) il n'a pas écrit).

**Remarque** : dans la particule d'apocopé que « mâ – ما », le verbe l'accompli devenir exprimé au passé [15]. Par exemple :

(مَا كَتَبَ) il n'a pas écrit).

- **Inaccompli futur - مُسْتَقْبَل** : la conjugaison d'un verbe au futur nécessite d'ajouter l'antéposition au début du verbe conjugué à l'inaccompli. En ajoutant l'antéposition à notre exemple : س on obtient (سَيَفْتَحُ il ouvrira), qui désigne le futur ; on peut également ajouter l'antéposition سوف on obtient (سَوْفَ يَفْتَحُ « il va ouvrir » [15].

#### ❖ L'impératif - أَمْر :

il exprime l'ordre, le commandement, la défense ou l'exhortation et dont les éléments n'existent qu'à la 2ème personne au singulier, féminin duel et pluriel [15]. La voyelle finale /i/ caractérise l'impératif (est structuré sur le soukoun) ou sur l'élimination du noun et de la lettre défectueuse du verbe non sain [8]. Dans le tableau suivant nous donnons un exemple de conjugaison pour le verbe « رسم » rasama 'dessin' :

'أَنْتِ' (tu)	'أَنْتِ' (tu)	'أَنْتُمْ' (vous-2)	'أَنْتُمْ' (vous)	'أَنْتُنَّ' (vous)
أَرْسِمِ	أَرْسِمِي	أَرْسِمَا	أَرْسِمُوا	أَرْسِمْنَ

Tableau 1-5 : conjugaison pour le verbe 'dessin' rasama', رسم'

#### ❖ Voix active - الْمَبْنِي لِلْمَعْلُوم :

Tous les verbes mentionnés ci-dessus sont des verbes actifs.

#### ❖ Voix passif - الْمَبْنِي لِلْمَجْهُول :

Le passif se distingue de l'actif par la vocalisation. Dans les textes non vocalisés, il est le plus souvent indiqué par la voyelle Damma placée sur la première lettre du mot, afin de le différencier de l'actif. L'accord du verbe passif avec son sujet grammatical se fait selon les mêmes règles que celui du verbe actif [38].

A l'**accompli**, le passif se caractérise par un kasra sous l'avant dernière radicale, et par un Damma sur toutes les consonnes qui précèdent l'avant-dernière radicale et qui n'ont pas de sukûn. Kataba - كَتَبَ = il a écrit → kutiba - كُتِبَ = il a été écrit [38].

A l'**inaccompli**, le passif se caractérise par un fatHa sur l'avant-dernière radicale, et un Damma sur le préfixe pronominal, le reste ne subissant pas de changement. Yaktubu - يَكْتُبُ = il écrit → yuktabu - يُكْتَبُ = il est écrit [38].

Le passif du **futur** se caractérise, pour tous les verbes, par un fatHa sur l'avant-dernière radicale, et un Damma sur le préfixe pronominal, le reste ne subissant pas de changement. Sayaktubu - سَيَكْتُبُ = il écrira → yuktabu - سَيُكْتَبُ = il sera écrit [38].

### 1.3.4 Les éléments essentiels de la morphologie arabe

La langue arabe a une morphologie riche et différente, par rapport aux langues occidentales. L'analyse morphologique d'un mot arabe, consiste principalement à déterminer la structure générale de ce mot, s'il existe, et les autres éléments utilisés pour construire ce mot (les affixes, les modèles). Les éléments essentiels de la morphologie de la langue arabe sont [1] :

- **Le schème**

L'Arabe est une langue sémitique dont la morphologie fonctionne sur le croisement des racines (généralement trilitères) avec un nombre de formes déterminées pour produire sa gamme de vocabulaire. Ces formes, appelées moules ou schèmes, sont essentiellement constituées par une suite de voyelles et consonnes qui viendront se placer avant, après et entre les lettres de la racine afin de former les différentes formes des flexions verbales et nominales. Une famille de mots peut ainsi être générée d'un même concept sémantique à partir d'une seule racine à l'aide de différents schèmes. Ce phénomène est caractéristique à la morphologie arabe. Le Tableau 3 donne quelques exemples de schèmes appliqués sur le mot « عمل ». On peut ainsi dériver un grand nombre de noms, de formes et de temps verbaux [32].

Schèmes	EML	عمل	Notion de travailler
<b>R1â-R2i-R3</b>	EaMiL	عَامِلٌ	ouvrier
<b>R1a-R2a-R3a</b>	EaMaLa	عَمَلَ	a travaillé
<b>maR1R2aR3</b>	maEMaL	مَعْمَلٌ	atelier
<b>R1uR2iR3a</b>	EuMiLa	عُمِلَ	a été travaillé

Tableau 1-6 : Exemples de schèmes appliqués au mot عمل Travailler [32].

Les lettres en majuscule (Ri) désignent les consonnes de base qui composent la racine.

Les voyelles (â, a, i,..) désignent les voyelles et les consonnes en minuscule (m,..) sont des consonnes de dérivation utilisées dans les schèmes. La majorité des verbes arabes ont une racine composée de 3 consonnes. L'arabe comprend environ 150 schèmes ou patrons dont certains plus complexes, tel le redoublement d'une consonne ou l'allongement d'une voyelle de la racine, l'adjonction d'un ou de plusieurs éléments ou la combinaison des deux [32].

- **Les racines « الجذر » :**

Une racine est purement consonantique, elle est formée par une suite de trois ou quatre (ou même cinq pour les noms) consonnes formant la base du mot. La racine est un élément important dans les langues dérivationnelles. En effet, à chaque racine correspond un champ sémantique et à l'aide de différents schèmes, on peut générer une famille de mots appartenant à ce champ sémantique [30].

Par exemple, la racine « كتب » (il a écrit) a la signification de base « écrire ». Plusieurs mots sont dérivés à partir de cette racine [15].

	La racine "كتب"(écrire)			
Verbes	كتب	Il a écrit	تكتب	Il écrit
	كتبنا	Nous avons écrit	يكتبون	Ils écrivent
	كتبت	Elle a écrit	تكتب	Tu écris
	نكتبون	Vous écrivez	نكتب	Nous écrivons
Noms	كاتب	Ecrivain	كتابة	Ecriture
	كتاب	Livre	مكتوب	Ecrit
	مكتب	Bureau	اكتتاب	Enregistrement

Tableau 1-7: quelque dérivation du verbe " كتب " [15].

- **Les affixes**

Les affixes sont des lettres qui s'ajoutent au début (les préfixes) ou à la fin des mots arabes (les suffixes). En général, Ils sont utilisés pour accorder aux mots des éléments syntaxiques. Ils marquent l'aspect verbal, le mode, les propriétés transitives, etc. Ils sont aux alentours de 150 [25].

### Les préfixes

Dépendent des mots auxquels ils s'attachent. En effet, la plupart des mots arabes commencent par le préfixe « التعريف », « al altâryif » « l'article de définition » qui est utilisé en tant que terme déclaratif. Pour cela, il y a trois types de préfixes. Premièrement, les préfixes nominaux qui sont réservés pour les noms et les adjectifs. Deuxièmement, les préfixes verbaux qui sont réservés aux verbes. Et troisièmement, les préfixes généraux qui sont utilisés indépendamment du type des mots. La Tableau présente des exemples de chaque type de préfixes [28].

Type	Les préfixes			
	Nom en français	Signification	Nom arabe	Transcription
Préfixes nominaux	L'article de définition	Le	ال	Al (Lamltaarif)
	Les prépositions	Avec	ب	B
		pour	ل	L
		comme	ك	K
.....	.....	.....	.....	
Préfixes verbaux	La particule du futur	Sera	سـ	S
	Les particules du subjonctif	Pour	ل	L
	.....	.....	.....	.....
Préfixes généraux	Les conjonctions de coordination	Et	ف	F
	L'article d'interrogation	Est-ce-que	أ	A

*Tableau 1-8 : un exemple des préfixes [29].*

Les préfixes peuvent s'enchaîner dans un mot pour former des préfixes composés qui peuvent atteindre jusqu'à quatre lettres (<وبال, wubal, et avec le|la|les>, <وال, wual, et le|la|les>, <بال, bal, avec le|la|les>, <كال, kal, comme le|la|les>, etc.).

Dans ce cas, certains préfixes ne peuvent prendre que la première position, l'article d'interrogation <أ, a> par exemple, d'autres peuvent prendre n'importe quelle position, l'article de définition <ال التعريف, al altâryif, l'article de définition > par exemple (Tableau 1.8) [29].

### Les suffixes

Il y a deux types de suffixes, les suffixes verbaux et les suffixes nominaux. Les premiers dépendent de la transitivité et de la personne conjuguée (Tableau 1.9). Les suffixes nominaux indiquent la flexion casuelle du nom (nominatif, accusatif, et génitif), le genre (masculin et féminin), le nombre (singulier, duel et pluriel), etc [27].

Type	Nombre	Suffixes		
		Signification	Nom en arabe	Transcription
Première personne	Singulier	Moi/mon	ني	Nyi
	Duel/Pluriel	Nous/Notre	نا	Na
Deuxième personne	Singulier	Toi/ton	ك	K

	Duel	Votre/vous	كما	Kma
	Pluriel	Votre/vous	كم	Km
		Votre/vous	كن	Kn
Troisième personne	Singulier	Lui/son	ه	H
	Duel	Eux/leur	هما	Hma
	Pluriel	Eux/leur	هم	Hm
		Eux/leur	هن	hn

Tableau 1-9 : un exemple des suffixes divisés selon leurs types [29].

## 1.4 La structure d'une phrase arabe

En langue arabe, il y a deux types de phrases : les phrases verbales et les phrases nominales. Les phrases verbales servent à indiquer un évènement ou une action. Elles commencent par un verbe suivi d'un sujet et d'un complément ; ce dernier est optionnel. La phrase verbale est celle que l'on rencontre le plus souvent dans l'expression courante. Par exemple *جلس الطالب* est traduit par l'étudiant s'est assis [21].

Les phrases nominales en arabe ne contiennent pas de verbe ; il est sous-entendu. En arabe, le verbe être est implicite, les verbes ne sont pas obligatoires pour construire une phrase. Les phrases nominales sont constituées d'un sujet et d'un attribut (adjectif qualificatif, complément circonstanciel, ...). Les phrases nominales sont affirmatives.

L'utilisation des phrases verbales, comme les phrases nominales, dépend du contexte dans lequel la phrase est exprimée. Dans le style journalistique, les phrases verbales sont les plus utilisées [21].

- **Flexibilité de l'ordre des mots dans une phrase simple**

L'ordre des mots dans une phrase simple en arabe est relativement flexible. Nous disposons, généralement, d'un libre choix du terme que nous voulons mettre en valeur, en tête de phrase ; la même phrase peut être ordonnée comme [25] :

a) **Verbe + sujet + complément :**

(«سافر الرئيس الى بريطانيا», *saāfara al-rrayiys ilaā briytaāniyāā*)

Le président s'est rendu en Grande Bretagne.

**b) Sujet + verbe + complément :**

(« الرَّئِيسِ سَافَرَ إِلَى بَرِيْطَانِيَا », al-rraýiys saāfara ílaa briytaāniyaā)

le président qui s'est rendu en Grande Bretagne.

**c) Complément + verbe + sujet :**

(« إِلَى بَرِيْطَانِيَا سَافَرَ الرَّئِيسِ », ílaa briytaāniyaā saāfara al-rraýiys)

C'est en Grande Bretagne que le président s'est rendu [25].

### 1.4.1 La syntaxe de la langue arabe

Elle étudie la structure correcte des phrases en analysant l'ordre des unités lexicales. La définition de la phrases, qui convient à l'anglais et au française, ne peut s'appliquer à tous les schémas de phrase de la langue arabe. [31]

#### Les types de phrase

##### ❖ Les phrases nominales

En langue arabe, une phrase nominale suit les règles suivantes :

- Elle commence soit par un nom ou soit par un pronom.
- Elle est composée de deux parties : la première partie appelée mubtada (المبتدأ) est le sujet de la phrase. La deuxième partie, appelée khabar (الخبر), apporte une information sur le sujet.

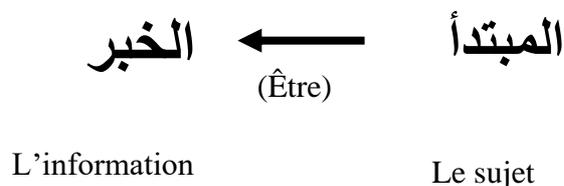


Figure 1-7 : la structure d'une phrase nominale [23].

#### Le mubtada : « المبتدأ »

Le sujet en arabe al-mubatada est toujours composé d'un nom ou d'un pronom. Il est toujours au cas nominatif « مرفوع ». Le mubtada est le sujet de la phrase. Il peut représenter une personne ou une chose.

**Le khabar : « الخبر »**

Le khabar quant à lui, n'a pas l'obligation d'être composé d'un nom ou d'un pronom mais lui aussi est toujours au cas nominatif – مرفوع

Exemple : « مُحَمَّدٌ مُجْتَهِدٌ »

مُحَمَّدٌ مُجْتَهِدٌ

المُبْتَدَأُ - Le sujet الخبر - L'information

Figure 1-8 : exemple d'une phrase nominale.

❖ **Les phrases verbales**

Elles servent à indiquer un évènement ou une action. Elles commencent par un verbe suivi d'un sujet et d'un complément ; ce dernier est optionnel. La phrase verbale est celle que l'on rencontre le plus souvent dans l'expression courante, Elle est composée de 3 parties [23] :

- **Le Verbe** : Appelé en arabe «الفعل»

C'est la partie qui décrit une action effectuée dans le passé, le présent, ou le futur.

- **Le Sujet** : Appelé en arabe «الفاعل»

C'est la personne ou la chose effectuant l'action décrite par le Verbe.

- **Le Complément** : Appelé en arabe « المفعول ».

Et il y a deux genres :

- Direct : Il correspond à la personne ou la chose sur laquelle s'applique le Verbe.
- Indirect : C'est le complément qui indique le temps, le lieu, les circonstances...etc. [23].

**Remarque :**

Le verbe est la seule partie **obligatoire** pour former une phrase verbale. Les deux autres parties peuvent ne pas être présentes.

Exemple : « يذهب سامي إلى الجامعة » [23].

يذهب محمد إلى الجامعة

Le Complément Le Sujet le verbe

Muhammad va à l'université

*Figure 1-9 : exemple d'une phrase verbale.*

❖ **La phrase composée :**

La phrase composée est une des phrases qui connecte plus d'une phrase, afin que le sens et l'idée de cette phrase soient conservés [32]

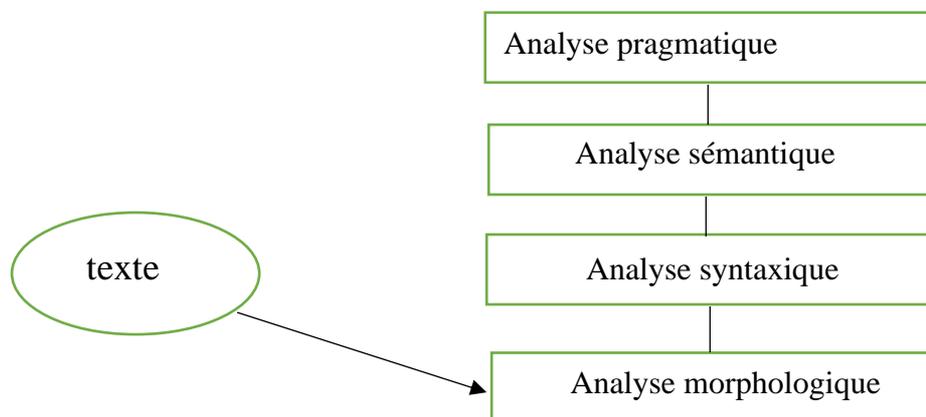
### 1.4.2 L'analyse syntaxique

Le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN) a fait l'objet de développement important ces dernières années.

L'analyse et la génération sont deux aspects différents pour le TALN écrite. L'analyse est une suite de traitements (morphologique, syntaxique, sémantique,...), elle consiste à construire une représentation formelle du texte en entrée, cette représentation doit être facile à manipuler par la machine.

Formellement, la langue écrite est un ensemble de chaînes de caractères. On convient d'appeler MOT toute chaîne de caractères délimitée par des blancs. Par conséquent on admet qu'une phrase est constituée par une succession de mots. A partir des séquences de chaînes de caractères, différents niveaux d'analyses (traitement) peuvent être envisagé. On parle dans la littérature d'analyse morphologique, d'analyse syntaxique, d'analyse sémantique, et d'analyse pragmatique.[17]

Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons plus particulièrement au niveau syntaxique Il convient donc, dans cette optique, de proposer dans ce qui suit un rapide survol des différents niveaux d'analyse.



*Figure 1-10 : Les différents niveaux d'analyse d'un texte.*

L'analyse syntaxique permet d'associer à un énoncé sa ou ses structures syntaxiques possibles, en identifiant ses différents constituants et les rôles que ces derniers entretiennent entre eux.

Toutefois, l'analyse syntaxique prend en entrée le résultat de l'analyse lexicale (éventuellement de l'étiquetage morphosyntaxique) et fournit en sortie une structure hiérarchisée des groupements structurels et des relations fonctionnelles qui unissent les groupements.

Enfin, il est à signaler que les ambiguïtés vocaliques et grammaticales, relatives à la non voyellation des mots, pose des difficultés au niveau de l'analyse syntaxique. ainsi, une phrase, en absence de la voyellation, peut être interprétée et traduite selon plusieurs interprétations qui sont toutes syntaxiquement correctes.

Plusieurs méthodes d'analyse syntaxique se sont développées, mais la plus célèbre est sans doute la notion de grammaire formelle. [33]

### Représentations formelles de la phrase

Plusieurs techniques sont utilisées pour représenter la phrase, notamment : [35]

#### ❖ Technique de la boîte

Diverses formes de schématisation de la phrase ont été utilisées par les linguistes formels. Le linguiste Charles F.Hockett a commencé par proposer d'utiliser une boîte :

الفتاة تنظر إلى القط						
تنظر إلى القط				الفتاة		
القط		تنظر إلى		فتاة		ال
قط	ال	إلى	تنظر	ة	فتا	ال

Tableau 1-10 : Technique de la boîte [35]

Il est toutefois plus fréquent dans la tradition de N. Chomsky d'utiliser un parenthésage. [35]

[Ph [SN [Dét ال] [N فتاة]] [SV [V تنظر] [SN[Dét ال] [N قط]]]]

#### ❖ Représentation des arbres [35]

La représentation la plus employée est sans aucun doute celle de l'arbre syntaxique communément appelé indicateur syntagmatique

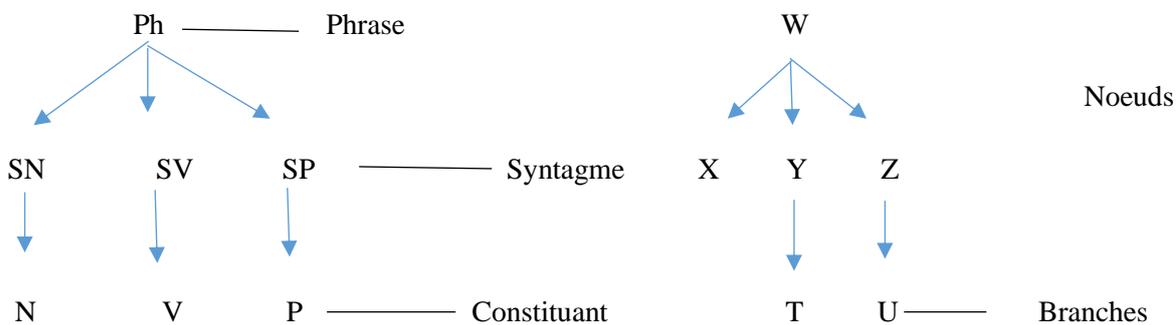


Figure 1-11 : Un arbre est constitué de branches et de nœuds.

### Le syntagme nominal : SN

- Le syntagme nominal est constitué en premier lieu d'un noyau nominal qui apparaît seul dans le cas de noms propres ou de pronoms.
- Ce noyau peut être accompagné d'un déterminant dans le cas des noms communs :

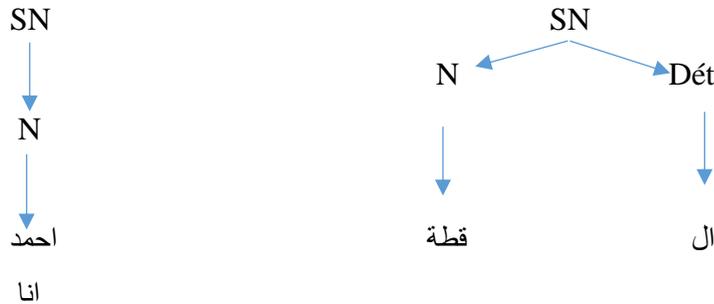


Figure 1-12 : Le syntagme nominal

### Le syntagme verbal : SV

Le syntagme verbal se constitue d'abord d'un noyau verbal :



Figure 1-13 : Le syntagme verbale

Il peut également y avoir des expansions aux groupe verbal (SN, SP, SAdv, SA, proposition relative)

Etant donn e une phrase, on peut donc l'analyser à l'aide des règles de la grammaire.

### Techniques d'analyse sont possibles

#### ➤ L'analyse descendante :

Consiste à partir de la racine (dans l'exemple pr c dent le nœud « PH ») et essayer toutes les dérivations pour aboutir à la phrase à analyser. Si après avoir essayé toutes les dérivations et on est toujours en situation de blocage, alors la phrase ne fait pas partie du langage engendré par la grammaire. [34]

➤ **L'analyse ascendante :**

Consiste à partir de la phrase à analyser et appliquer les règles de dérivation à l'envers pour remonter à la racine. Si après avoir essayé toutes les possibilités et que l'élément racine n'a pas été retrouvé, alors la phrase ne fait pas partie du langage engendré par la grammaire. [34]

## **1.5 Conclusion**

L'arabe, comme toutes les langues naturelles, est caractérisée par un ensemble de particularités créant des difficultés et des problèmes qu'il faut prendre en considération lors d'un traitement automatique comme l'ambiguïté, l'absence de voyelles, l'ordre des mots dans la phrase ...etc. Ce qui a conduit à l'absence d'un programme complet pour l'utiliser dans différentes applications.

Pour le chapitre suivant, nous allons en apprendre davantage sur l'une des théories appelée la théorie Néo-Khalilienne et les grammaires de pré-groupe qui permettent de développer le système TAL (traitement automatique de la langue).

# Chapitre 2 La théorie néo-khalilienne et la grammaire de pré-groupe

## 2.1 Introduction

La théorie néo khalilien est fondée par hadj Salah, propose un modèle de la description linguistique de la langue arabe selon les différents niveaux d'analyse. Elle se base sur les travaux des premières grammaires arabe tel que al Khalifa et Sibawayh. Parmi ces niveaux il y'a le niveau intra lexicale et celui de la lexie nominale ou verbale.

Dans ce travail, nous présenterons un modèle algébrique de grammaire sous forme de pré-groupe. Les modèles algébriques offrent une approche alternative intéressante pour les étudiants en langue plus enclins à la mathématique.

## 2.2 Modèle néo khalilien

Afin d'étudier la dénomination de verbe d'action chez les aphasiques nous allons commencer par définir ce qu'est le verbe dans la linguistique arabe représenté par le modèle de la lexie verbale. [41]

### 2.2.1 La définition de la lexie

La lexie est définie comme l'unité minimale qu'on peut retrouver isolée dans le discours. Il s'agit de « toute séquence qui admet à sa gauche et à sa droite tous les ajouts possibles sans que cela fasse perdre à l'ensemble le caractère de séquence insécable du point de vue de sa réalisation ».

Donc, la caractéristique principale de la lexie est la capacité de se retrouver seule dans le discours tout en maintenant l'intégrité de la structure ainsi formée. Elle est représentée par deux types de lexie : [41]

### La lexie nominale

C'est la séquence minimale qui supporte des ajouts à gauche et à droite tout en étant autonome dans sa réalisation. Elle peut être formée d'un nom.

Par exemple : « kitab ». [40]

### La lexie verbale

C'est la séquence minimale qui supporte des ajouts à gauche et à droite, tout en étant autonome dans sa réalisation. Contrairement à la lexie nominale, la lexie verbale est formée de deux unités liées entre elles par bina' (بناء). Ces deux unités sont représentées par le radical et le pronom-sujet.

La lexie verbale est considérée comme une unité lexicale complexe par rapport au nom. Ce dernier a plus de tamakkun (iso labilité) que le verbe car il peut s'actualiser seul dans le discours tel que: [kitāb, muhammad...], alors que le verbe, est toujours accompagné d'un nom ou d'un pronom référant au sujet. En effet, « les grammairiens arabes considèrent que l'élément le plus capable de supporter des incréments est aussi le moins dispendieux ('aḥaf أخف), Tel est le cas du nom commun. Le verbe est le moins économique ('atqal أثقل) parce qu'il ne peut s'actualiser sans le sujet. »

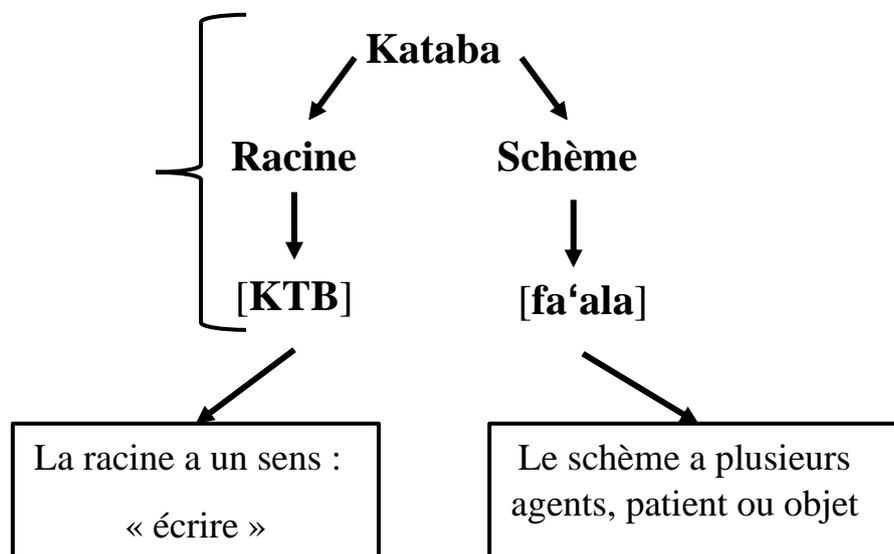
Si on prend les exemples suivants :

- Kataba : verbe + pronom sujet absent à la 3<sup>o</sup> personne du singulier.
- Ou katabtu : verbe + pronom affixe à la 2<sup>o</sup> personne du singulier.
- Ou kataba Mohammadun : verbe (kataba) + sujet du verbe (Mohammadun).

On ne peut éliminer un des éléments formant le noyau verbal, que ce soit le radical ou le pronom affixe, sans porter atteinte à son unité en tant que verbe structuré. Le verbe est formé d'un procès qui indique le déroulement de l'action dans le passé accompli (action échue), le présent ou dans le future inaccompli (action non échue) [40].

Exemple dans : « /dahaba] (il est parti) ou [qa'ada] (il est assis), on sait que le procès dont il est question a un lieu bien qu'on ne l'ait pas mentionné, de même qu'on sait qu'il y a eu acte de [dahāb] [dans le passé]... [l'indication] du temps dans le verbe est plus forte parce qu'on lui a conféré une structure comme marque de ce qui est échue ou non échue : il y a en lui l'indication que le procès a eu [ou aura] lieu ». [40]

Le noyau du verbe est formé, à son tour, d'une kalima ou segment signifiant minimal par rapport au schème de la lexie verbale c'est un élément de lexie. Il est analysable en racine et schème comme le montre la figure suivante :



*Figure 2-1 : Schéma représentant l'analyse de la kalima enracine et schème.*

La synthèse de la racine et du schème, nous donne une kalima. Le noyau du verbe, par conséquent, comporte une structure complexe issue de la synthèse de ces deux dénnotations : le sens de la racine qui est simple, et le sens du schème qui est complexe et non pas de leur simple amalgame.

Cependant, il ne faut pas confondre la kalima avec les éléments qui font partie du schème générateur des lexèmes tel que le [ya] de l'inaccompli. Ce dernier est une kalima mais ce n'est pas un monème car on ne peut le substituer ou le supprimer dans le cadre d'une substitution avec la marque zero : Trois schèmes sont proposés dans le modèle linguistique néo-khalilien pour le verbe en langue arabe. Nous présentons dans ce qui suit en détail, chaque schème en soulignant que dans le cadre de notre recherche nous nous intéressons à l'accompli et à l'inaccompli. [40]

**Le verbe à l’accompli (al-fi‘l al-mādiy) الفعل الماضي**

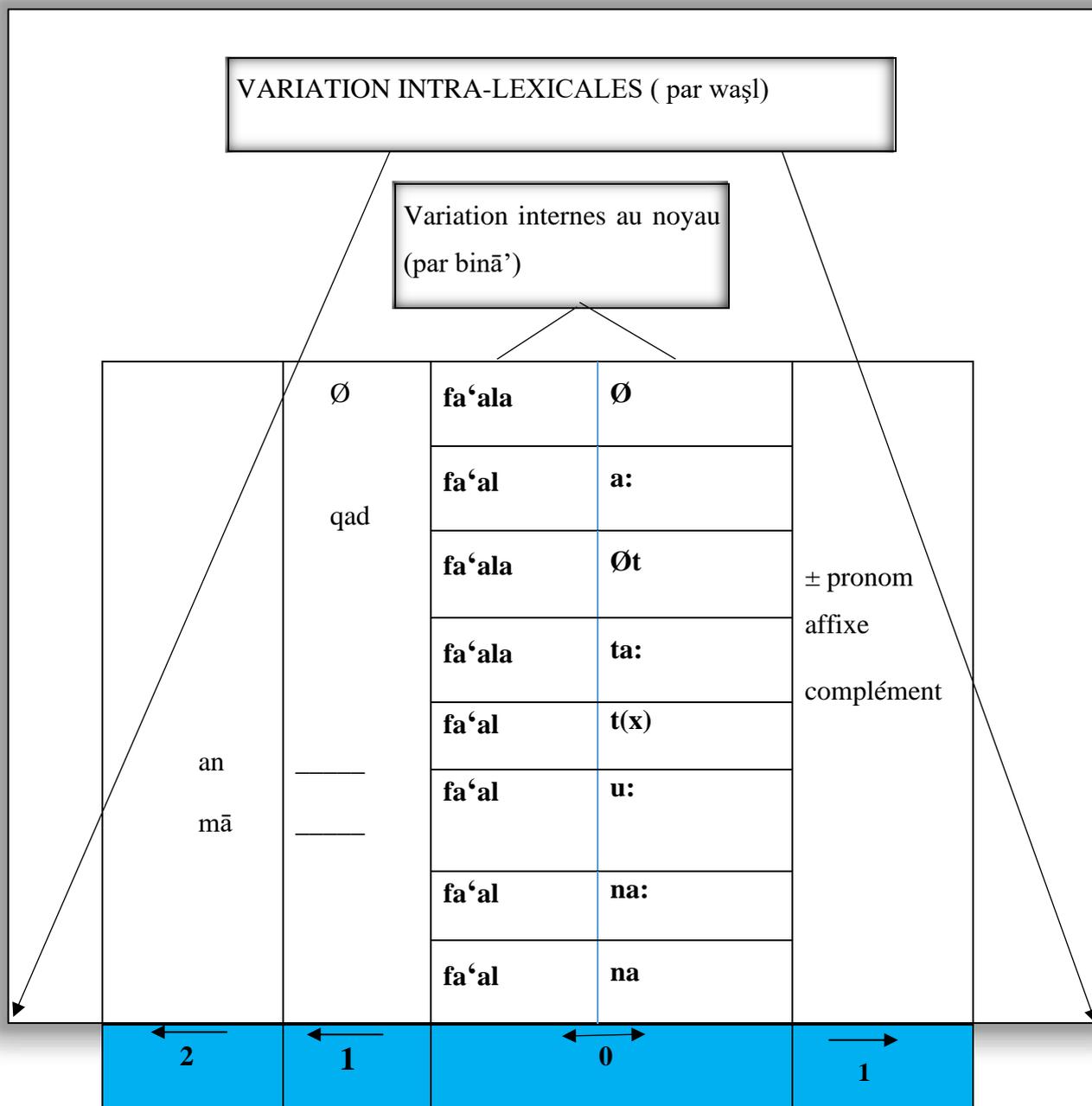


Tableau 2-1 : Schème du verbe trilitère à l’accompli selon le modèle néo-khalilien[41]

Pour simplifier n’avons représenté dans ce schème que le miṭāl مثال du verbe trilitère (fa‘ala فَعَلَ). Le symbole (x) marque ici les variations du pronom sujet qui a pour référent le locuteur ou l’allocutaire (ت-ta, ت-ti, ت-tu, etc.) [41]

- **La position 0** : Est celui de l’élément central ou noyau de la lexie verbal. L’ensemble des variations du noyau constitue un aṣl أصل ou séquence initiale par rapport aux

variations intra-lexicales mais à l'intérieur même de ce paradigme il y a aussi un *aṣl* c'est la forme du *غائب* *ġā'ib* : **fa'ala** ( 3<sup>e</sup> pers. masc. sing ). Ce noyau fonctionne eu égard aux ajouts inta-lexicaux comme un tout : les pronoms affixes sujets ne sont donc des ajouts déterminants ou *zawā'id* *زوائد* que par rapport au seul dénotant verbal.

- ←
- **La position 1** : Est celle du déterminant du verbe [qad] dont la fonction, sur le plan du code, est de renforcer la valeur de l'accompli. Cet élément alterne avec sa propre absence [kataba], [qad kataba]. La kalima est un segment signifiant mais non minimal du point de vue de la linguistique arabe car elle peut dénoter plus d'un sens : «.. Lorsqu'elle est analysable en une racine et un schème, elle n'est pas un segment signifiant minimal (elle n'est que sur le plan du texte : aucun de ses éléments ne dénote à lui seul son signifié).
- 
- **La position 2** : Est celle des convertisseurs (an et mä). L'ensemble formé par l'un de ces éléments et le verbe qui les suit sont substituables au nom.
- 
- **Le mawdi' 1** : Est Le lieu où fonctionnent les ajouts pronominaux qui déterminent, sur le plan communicationnel, l'identité du régime du verbe. Ils ne sont pas liés par intégration au noyau car leur élimination ne détruit pas la structure. [41]

### **Le verbe à l'inaccompli (al-fi'l al-mudäri') الفعل المضارع**

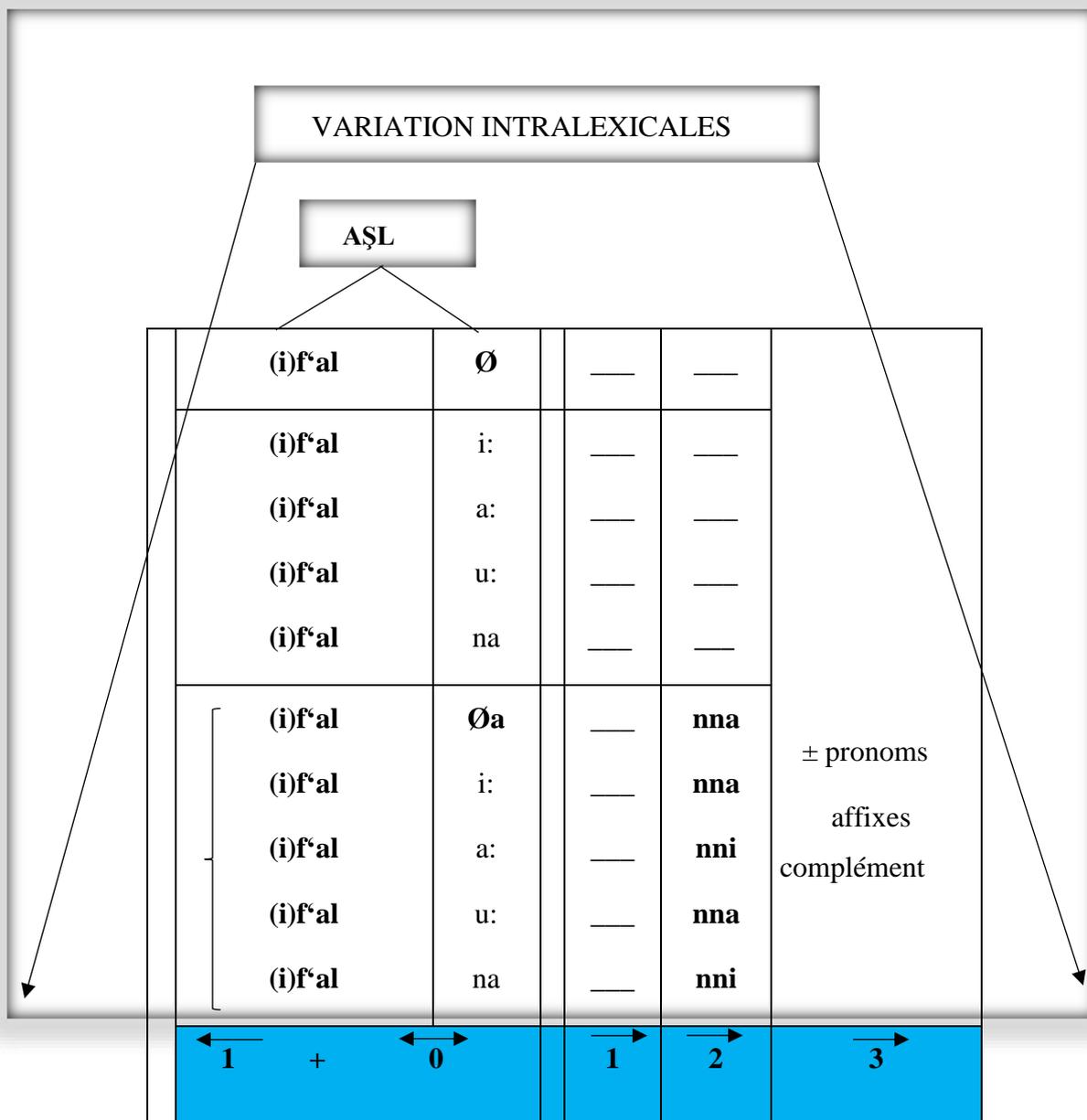
Le *miṭāl* lexical retenu ici est aussi celui du verbe trilitère primitif (en *ya-f'al* *يَفْعَلُ*). Le symbole Ca représente dans ce schème le préfixe spécifique de l'inaccompli : le C majuscule peut être l'une des consonnes suivantes : '-( 1<sup>re</sup> pers.sing), n-(1<sup>er</sup> pers.plur), y-(3<sup>e</sup> pers), t-(2<sup>e</sup> pers. Ou 3<sup>e</sup> pers.fém.duel ou plur). Le schème de l'inaccompli est, comme on le voit, beaucoup plus complexe que celui de l'accompli, voyons à quoi correspondent, sur le plan du code les *mawdi'-s* de l'inaccompli et de l'impératif : [41]

VARIATION INTRALEXICALES (par waṣl)							
Variation internes au noyau ( <b>binā'</b> )							
Exposants extérieurs au schème (=la)	qad qad lā sawfa sa- lā	∅	Ca-f'al	∅	u	—	
		ta-f'al	i:	na	—		
		ca-f'al	a:	ni	—		
		ca-f'al	u:	na	—		
		ca-f'al	na	—	—		
	lan li idan lam lamma lā	ca-f'al	∅	a / ∅	—		
		ta-f'al	i:	∅	—		
		ca-f'al	a:	∅	—		
		ca-f'al	u:	∅	—		
		Ca-f'al	∅a	—	nna		
	an ± la Kay ± lā hattā ± lā	ta-f'al	i(:)	(na)	nna		
		ca-f'al	a(:)	(ni)	nn(a)		
		ca-f'al	u(:)	(na)	nna		
		ca-f'al	na	—	nni		
	± pronoms affixes compléments						
			← 2	← 1	↔ 0	→ 1	→ 2

Tableau 2-2 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli selon le modèle néo-khalilien[41]

- ↔
- **La position 0** : Est aussi celui de l'unité mais centrale : mêmes remarque que pour le noyau du schème de l'accompli mais *ašl* interne à ce noyau est ici : Ca-f'al Ø (qui représente la 1<sup>ère</sup> pers sing ,la 2<sup>e</sup> pers.masc.sing. et la 3<sup>e</sup> pers. Sing.) et (i) f'al pour l'impréatif (2<sup>e</sup> pers.masc.sing).
  - **La position 1** : Est celui de la marque flexionnelle du *muḏāri'* (إعراب) que déterminent, en parité , comme dans la lexie nominale ,les exposants régissant qui affectent le noyau. Le *mawdi'1* dans le schème de l'impératif est vide : la séquence de ce schème ne comporte pas, en effet, de marques flexionnelle.
  - **La position 2** : Est la position de la marque (nna) qui dénote l'assertion énergique (*nün al-tawkid*). Sa présence provoque, sur le plan de l'actualisation, de grosse perturbation dans le noyau et dans l'*i'rāb*.
  - **La position 3** : Est semblable au *mawdi'1* du schème de l'accompli : c'est celui des ajouts pronominaux.
  - **La position 1** : Est celle des exposants qui fonctionnent par alternance exclusive et dont la fonction sémique principale est l'affirmation ou la négation de l'échéance du procès. «sa», « sawfa » et « qad » renforcent le shème initial mais les deux premiers projettent l'échéance du procès dans le futur tandis que « qad » fait de cette échéance un événement incertain et aléatoire. Les autres exposants, au contraire, dénotent la négation de cette échéance : « mā » dans le présent du locuteur, « lā » le futur ou un présent « habituel » (*alremporel*), « lan » dans le futur exclusivement, « lam » dans un passé révolu et absolu et « lammā » dans un passé proche du locuteur. « lā » et « li » (avec l'apocope ) ajoutent une valeur injonctive ( par opposition à d'autres exposants extérieurs).
  - **La position 2** : Est le lieu où apparaissent des « convertisseurs » qui confèrent à la lexie qui les statuts syntaxiques d'une lexie nominale (et à cette dernière la valeur d'un *mašdar*) exception de « mā » (qu'il faut distinguer « convertisseurs » de l'accompli. A l'exception de « mā » (qu'il faut distinguer du « mā » de position 1) ils régissent tous, le verbe au *našb*. Ce *mawdi'* est aussi complémentaire du précédent : « mā » et « an » par exemple ne peuvent se trouver avec les éléments de 1 dans une même lexie. Il existe, de même ici, des réalisations où « an » se rencontre avec « qad », « sa- », « lan », « lam », ect... [41]

**L'impératif (al-fi] al-'amr) الفعل الأمر**



*Tableau 2-3 : Schème du verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien*

La voyelle **(i)** représente ici l'élément prothétique : i ou u (le aŞl de l'impératif est d'après les autres arabes dérivés directement de l'inaccompli par la suppression des préfixes [ 'a, n, y, t]. [41]

**Le ḤADD general du Verbe**

Interdépendance structural (sémiogico-grammaticale) entre les différenciations sémiques de 1 et les alternances de 0 et de 1.

		Sèmes ou seconds	Sèmes primitifs	Alternances du noyau	Flexions modales		
		0 / + 1	0				
Exposants totalement ou partiellement Extérieurs au schème du verbe		Affirmation(0)	Indéterm./				
		Injonction(+1)	Présent				
		Négation(+1)	Passé				
		Incertitude(+1)	future				
∅		∅	_____	fa'ala	_____	_____	AŞL 1
∅		∅	∅	ya-f'al	u	_____	AŞL 2
	'if'al 'if'al-(a)					_____	AŞL 3
					_____	_____	nna
		← 1		← 0 →	→ 1	→ 2	

Tableau 2-4 : Schème du verbe trilitère à Le ḤADD general du Verbe.

### 2.2.2 Les concepts de base de la théorie néo-khalilienne

Dans le cadre de l'analyse des résultats, nous avons exploité un certain nombre de concepts propres à la théorie néo-khalilienne que nous allons présenter dans ce qui suit:

- **La racine** : représentée par l'ensemble des éléments formant les éléments de base de la kalima.
- **Le scheme** : le moule qui donne forme à la kalima.
- **La kalima** : le résultat de la combinaison de la racine et du schème.
- **Le qiyas** : nous entendons par qiyäs, la mise en correspondance des éléments entre eux pour déduire le schème auquel ils appartiennent.

En effet, nous pouvons déduire la grammaticalité ou l'agrammaticalité des unités produites d'après les schèmes générateurs qui caractérisent chaque type d'unités verbales. Par exemple : l'inaccompli de fa'ula فَعَّلَ n'apparaît jamais que dans le schème ya-f'ul يَفْعَلُ (avec u 'après la deuxième radicale). C'est ainsi que si l'on entendait un locuteur réaliser (ya-krum يَكْرُمُ) à côté de « karuma كَرُمَ » (avec ( اَ ) à l'inaccompli), on en conclurait que ce locuteur n'utilise que le langage des Arabes, qu'on les entendait dire «yakrum » ou non, car si l'on est certain que la deuxième radicale d'un verbe. quelconque est suivie d'un [u] à l'accompli, on peut en conclure alors qu'elle sera suivie de cette même voyelle à l'inaccompli, par adéquation au système de ce qui a été constaté [jusqu'à présent] et on n'a dans ce cas nul besoin du samä (de nouvelles constatations) bien que le samä' puisse encore confirmer l'acte du qivyäs qu'on vient d'effectuer. [41]

#### Tableau de transcription phonétique :

u	ḍamma ( الضمة )
a	Fatha ( الفتحة )
i	Kasra ( الكسرة )
u:	al- ḍamma al-mamdoda ( )
a:	al-fatha al-mamdoda ( وُ / وَا )
i:	al-kasra al-mamdoda ( ي )

ء	Al-hamza الهمزة
b	ب
t	ت
ʈ	ث
j	ج
ħ	ح
ħ	خ
d	د
ɖ	ذ
r	ر
z	ز
s	س
ʃ	ش
ʂ	ص
ɖ	ض
ʈ	ط
ɖ	ظ
ʕ	ع
ɡ	غ
f	ف
q	ق
k	ك
l	ل
m	م
n	ن
h	ه
w	و
y	ي

**Tableau 2-5 : de transcription phonétique.[40]**

la lexie verbale propose l'étude scientifique et structuralis de verbe à l'inaccompli (al-fi'1 al-mudäri (الفعل المضارع) et à l'accompli (al-fi'1 al-mädy (الفعل الماضي) et l'impératif (al-fi'1 al-'amr (الفعل الأمر)).

## 2.3 Grammairs de pregroupe

Les grammaires de pré-groupe fournissent une approche informatique des langues naturelles en attribuant à chaque mot du dictionnaire mental un type, à savoir un élément du pré-groupe généré librement par un ensemble partiellement ordonné de types de base. Dans ce travail, nous essayons de présenter aux linguistes une grammaire anglaise précédant le groupe en examinant les exemples les plus anciens de Chomsky.

### 2.3.1. Propriétés fondamentales

Nous rappelons la définition des pré-groupes, la construction d'un pré-groupe librement généré par [Lambek 1999] et la caractérisation géométrique des dérivations dans les grammaires de pré-groupe sous forme de graphiques de sous-liens. Un monoïde récommandé  $\langle P, 1, \cdot, \rightarrow \rangle$  est un ensemble  $P$  avec un élément distingué  $1$ , a opération binaire  $\cdot$ . Est une relation binaire  $\rightarrow$  satisfaisant pour tout  $a, b, c, u, v \in P$

- $1 \cdot a = a = a \cdot 1$
- $(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$
- $a \rightarrow a$
- $a \rightarrow b$  et  $b \rightarrow c$  implique  $a \rightarrow c$
- $a \rightarrow b$  implique  $u \cdot a \cdot v \rightarrow u \cdot b \cdot v$ .

Le point dénotant la multiplication est généralement omis. On dit que deux éléments  $a$  et  $b$  ne sont pas comparables si  $a \not\leq b$  et  $b \not\leq a$ . Et la notation d'un pré-groupe, un monoïde ordonné dans lequel chaque élément  $b$  un adjoint gauche  $b^l$  tel que :  $b^l b \leq 1 \leq b b^l$

Et un droit adjoint  $a^r$  tel que :  $b b^r \leq 1 \leq b^r b$

À partir des types de base, nous construisons des types simples :  $\dots, b^{ll}, b^l, b, b^r, b^{rr}, \dots$ .

Un type composé est une chaîne de types de base. [42]

### 2.3.2 Pré-grammaire

Développer une grammaire de pré-groupe pour un langage naturel consiste en deux étapes principales :

(i) attribuer un ou plusieurs types (de base ou composé) à chaque mot du dictionnaire.

(ii) vérifier la grammaticalité et la phrase d'une chaîne de mots par un calcul sur les types correspondants.

Où les seules règles impliquées sont : Contractions, postulats d'ordre prenant la forme

$\alpha \rightarrow \beta$  (types de base  $\alpha, \beta$ ) et conditions appropriées introduites dans le lexique, appelés métarules. La collection  $F(A)$  de tous les types de composés est partiellement ordonnée par la commande héritée de  $A = \{\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, S_1, S_2, P_1, P_2, O, \dots\}$  et par les règles suivantes [43] :

### Contractions et Extensions

Un type composé est une chaîne de types de base. La collection  $F(A)$  de tous les types de composés est partiellement ordonnée par la commande héritée de  $A$  et par les règles suivantes :

- Contractions :  $a^l a \rightarrow 1, a^l a^l \rightarrow 1, aa^r \rightarrow 1, \text{etc.},$
- Extensions :  $1 \rightarrow aa^l, 1 \rightarrow a^l a^l, 1 \rightarrow a^r a, \text{etc.}$

On dérive

- $a \rightarrow b$  si et seulement si  $b^l \rightarrow a^l$  si et seulement si  $b^r \rightarrow a^r,$
- $a \rightarrow b$  si et seulement si  $ab^r \rightarrow 1$  si et seulement si  $b^l a \rightarrow 1.$

On comprendra que la relation d'ordre de  $F(A)$  satisfait la règle de substitution : Si  $\alpha \leq \beta$  alors  $\gamma\alpha\delta \leq \gamma\beta\delta.$

$F(A)$  est notre hiérarchie de types ; techniquement parlant, il s'agit du pré-groupe libre généré par  $A$ , mais le lecteur sur le plan mathématique peut l'ignorer. Nous allons assigner des types composés aux mots anglais et autres entités grammaticales. Pour vérifier qu'une chaîne de mots, disons de type  $\alpha$ , est une phrase, disons un énoncé de type  $S$ , nous devons vérifier que  $\alpha \leq S.$  [44]

### 2.3.3 Le pré-groupe libre

Le pré-groupe libre  $P(B)$  généré par un ensemble partiellement ordonné de types de base  $B$  est caractérisé dans [Lambek 1999] en tant que monoïde libre généré à partir d'un ensemble de types simples  $\Sigma$  consistant en des jonctions itérées de types de base

$$\Sigma = \{a^{(z)} : a \in B, z \in \mathbb{Z}\}.$$

Nous appelons  $a$  la base et  $Z$  l'itérateur du type simple  $t = a^{(z)}$ . Les types de base  $a \in B$  sont identifiés avec  $a^{(0)} \in \Sigma$  et sont donc inclus dans les types simples. Les éléments de  $P(B)$  sont appelés types, ils sont de la forme.

$$a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)},$$

Où  $a_1, \dots, a_k$  sont des types de base et  $z_1, \dots, z_k$  sont des entiers. L'unité 1 indique la chaîne vide et la multiplication est identique à la concaténation. Les jointures gauche et droite d'un type sont définies par :

$$(a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)})^l = a_k^{(z_k-1)} \dots a_1^{(z_1-1)}$$

$$(a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)})^r = a_k^{(z_k+1)} \dots a_1^{(z_1+1)} .$$

Par conséquent, pour un type de base  $a$  nous avons :

$$a^{ll} = a^{(-2)}, a^l = a^{(-1)}, a = a^{(0)}, a^r = a^{(1)}, a^{rr} = a^{(2)}, \text{ etc. [42]}$$

### 2.3.4 Pré-groupes pour la linguistique

Nous reprenons ici un exemple linguistique dû à Lambek (Lambek, 2001). Ces exemples utilisent les types de base suivants :

- $\pi_i$  :  $i$  - la personne au singulier (tous les pluriels en anglais moderne étant donnés comme type 2 à vous).
- $S_i$  : une phrase au présent ( $i=1$ ) ou au passé ( $i=0$ ).
- $S$  : une phrase correcte,  $S_1 \leq S$  et  $S_2 \leq S$ .
- $P_i$  : un participe, avec  $i = 1$  pour le présent et  $i = 2$  pour le passé.
- $O$  : Complément d'objet direct.
- $q$  : question en oui ou non.
- $q_0$  : question.
- $n$  : un terme, avec  $n \leq \pi_3$  et  $n \leq O$ .

Dans l'intérêt d'une introduction douce, nous absorbons pour le moment le fait que  $A$  n'est qu'un ensemble, c'est-à-dire que l'ordre est discret.

$$A = \{\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, S_1, S_2, P_1, P_2, O, \dots\} .$$

Les exemples de phrases suivants traduiront l'idée principale :

❖ She goes

of type  $\pi_3 (\pi^r_3 S_1) = (\pi_3 \pi^r_3) S_1 \leq S_1,$

❖ you had gone

of type  $\pi_2 (\pi^r_2 S_2 P^l_2) P_2 = (\pi_2 \pi^r_2) S_2 (P^l_2 P_2) \leq S_2,$

❖ I saw her

of type  $\pi_1 (\pi^r_1 S_2 O^l) O = (\pi_1 \pi^r_1) S_2 (O^l O) \leq S_2,$

❖ he is seeing me

of type  $\pi_3 (\pi^r_3 S_1 P^l_1) (P_1 O^l) O = (\pi_3 \pi^r_3) S_1 (P^l_1 P_1) (O^l O) \leq S_1,$

❖ we were seen

of type  $\pi_2 (\pi^r_2 S_2 O^{ll} P^l_2) (P_2 O^l) = (\pi_2 \pi^r_2) S_2 (O^{ll} (P^l_2 P_2) O^l) \leq S_2,$

Ici le tiret dénote une trace de Chomsky.

Bien que les traces ne soient pas vraiment nécessaires pour notre description, nous les avons insérées pour les comparer à la littérature.

Le double l, O<sup>ll</sup> est la manière dont la théorie des types réfléchit les traces. Nous notons que les formes finies des verbes go, see, have etbe, peuvent être organisées dans matrices de conjugaison (en ignorant le subjonctif presque obsolète) :

<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">go</td><td style="padding: 2px 10px;">go</td><td style="padding: 2px 10px;">goes</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">went</td><td style="padding: 2px 10px;">went</td><td style="padding: 2px 10px;">went</td></tr> </table>	go	go	goes	went	went	went	of type $\pi^r_k S_i,$
go	go	goes					
went	went	went					
<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">see</td><td style="padding: 2px 10px;">see</td><td style="padding: 2px 10px;">sees</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">saw</td><td style="padding: 2px 10px;">saw</td><td style="padding: 2px 10px;">saw</td></tr> </table>	see	see	sees	saw	saw	saw	of type $\pi^r_k S_i O^l,$
see	see	sees					
saw	saw	saw					
<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">have</td><td style="padding: 2px 10px;">have</td><td style="padding: 2px 10px;">has</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">had</td><td style="padding: 2px 10px;">had</td><td style="padding: 2px 10px;">had</td></tr> </table>	have	have	has	had	had	had	of type $\pi^r_k S_i P^l_2,$
have	have	has					
had	had	had					
<table style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr><td style="padding: 2px 10px;">am</td><td style="padding: 2px 10px;">are</td><td style="padding: 2px 10px;">is</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">was</td><td style="padding: 2px 10px;">were</td><td style="padding: 2px 10px;">was</td></tr> </table>	am	are	is	was	were	was	of type $\pi^r_k S_i P^l_1$ or $\pi^r_k S_i O^{ll} P^l_2.$
am	are	is					
was	were	was					

Le choix dans la dernière assignation de type dépend du fait que le verbe auxiliaire soit utilisé pour l'aspect progressif ou la voix passive, respectivement. De plus, nous avons les formes non finies :

- Going, Gone de type  $P_i$
- Seeing, Seen de type  $P_i O^1$
- Being, Been de type  $P_i O^1 P^1_2$

Une fois que nous avons décidé de permettre aux types de base d'être commandés, nous pouvons en introduire d'autres.

- $S$  : pour les déclarations où le temps n'a pas d'importance,
- $\pi$  : pour les pronoms nominatifs quand la personne n'a pas d'importance,

Avec :  $\pi_k \leq \pi$ ,  $S_i \leq S$ . [45]

### Phrase question

Nous faisons la distinction entre les questions oui ou non de type  $q_1$  au présent et  $q_2$  au passé. Pour traiter les questions-réponses, nous introduisons le type  $q'$  pour la classe de toutes les questions.

Nous supposons que le temps d'une question n'est pas pertinent, qu'il s'agisse d'une demande actuelle d'informations sur le présent ou le passé. Lorsque le temps d'une question oui-ou-non n'est pas pertinent, nous lui attribuons un nouveau type de base  $q$  et postulons [45] :

$$q_1 \leq q, \quad q_2 \leq q, \quad q \leq q'.$$

Voici des exemples de questions oui ou non :

Does he see her ?

Did he see her ?

De types respectifs :

$(q_1 i^1 \pi^1_3) \pi_3 (i O^1) O$

$(q_2 i^1 \pi^1) \pi_3 (i O^1) O$

**Phrase nominale**

Jusqu'ici, les seules phrases nominales prises en compte étaient les pronoms de type  $\pi_k$  ( $k = 1,2,3$ ) et les pronoms accusatifs de type  $o$ , tels que *me* et *her*. Il faut ajouter à ces noms des noms tels que *Jane*, *Napoléon Bonaparte*, *l'inspecteur Morse*, etc., de type  $n$ , et il faut préciser :

$$n \leq \pi_3, \quad n \leq O,$$

La plupart des phrases nominales sont construites à partir de noms, où nous distinguons :

Noms de masse de type  $m$ , par exemple *water*, *pork* ;

Compter les noms de type  $c$ , par ex. *apple*, *pig* ;

Les pluriels de type  $p$ , par ex. *police*, *pigs*.

Les noms de masse et les pluriels peuvent apparaître sans déterminants[45].

Nous devons donc nous assurer que :

$$m \leq \pi_3, \quad m \leq O, \quad P \leq \pi_2, \quad P \leq O,$$

**Phrase négation**

La négation grammaticale d'une phrase anglaise s'obtient en introduisant le mot *not* de type  $xx^1$ , où  $x = i, j, P_1$  ou  $P_2$ , à un endroit approprié.

Cela devrait représenter :

- *She does not go*,
- *She is not going*,
- *I was not seen*–,
- *You have not gone*,
- *We will not be going* ;

Par exemple, le troisième exemple de phrase a le type :

$$\pi_1 (\pi^f S_2 O^l P_2) (P_2 P_2) (P_2 O^l) \leq S_2 O^l O^l \leq S_2,$$

Et le cinquième a le type :

$$\pi_2 (\pi^f S_1 j^l) (j j^l) (i P_1) P_1 \leq S_1, \quad \text{puisque } \pi \leq \pi \quad \text{et } i \leq j.$$

Nous avons tenté une formulation de la grammaire anglaise basée sur une affectation de types à des mots anglais, les types étant des éléments d'un pré-groupe, un monoïde ordonné dans lequel chaque élément possède à la fois un adjoint gauche et un adjoint droit [45].

## 2.4 Conclusions

La présente étude donne un bref sur que çu l'adéquation scientifique et didactique de la théorie Néo- khalilienne, élaborée par le linguiste Algérien, Abderrahmane Hadj Salah, tout en mettant l'accent sur les composantes de l'adéquation scientifique telle que (La lexie nominale et la lexie verbale .....).

La lexie comme entité sémio logico-grammaticale est constituée d'un noyau qui forme la racine du schème générateur lexical et d'incrémentes qui s'ajoutent à ce noyau en postposition ou en antéposition, selon des positions structurelles déterminées, pour former des séquences dérivées.

Elle est représentée par deux types de lexie : La lexie nominale et La lexie verbale. Le modèle linguistique néo-khalilien ont proposé trois schèmes pour le verbe en langue arabe : Le verbe à l'accompli (al-fi'1 al-mädrn), Le verbe à l'inaccompli (al-fi'1 al-mudäri'), L'impératif (al-fil al-'amr).

La grammaire de pré-groupe est un modèle algébrique de grammaire sous la forme d'un pré-groupe, fondé par le mathématicien canadien Joachim Lambek.

L'idée d'une grammaire de pré-groupe est d'attribuer à chaque mot un ou plusieurs types et vérifier si une chaîne de mots donné est une phrase bien formée en effectuant un calcul par dérivation chaîne de type correspondant.

# Chapitre 3 Pour l'analyse une approche algébrique de la structure des lexies verbales en arabe

## 3.1 Introduction

Les grammaires de pré-groupe ont été utilisées pour étudier la structure des phrases dans un certain nombre de langues européennes. Nous nous tournons ici vers l'arabe comme notre premier exemple de langue non européenne (et non indo-européenne). Nous utilisons la notion de grammaire de pré-groupe pour décrire la structure d'une lexie verbale dans un fragment de la langue l'arabe moderne standard basée sur la théorie Néo-Khalilienne, qui est une théorie linguistique contemporaine basée sur le travail des contributions des premiers grammairiens arabes ; elle a été fondée par la linguiste algérien Abderrahmane Hadj Salah.

## 3.2 La machinerie algébrique

L'idée principale est d'attacher à chaque mot, parfois aussi à des morphèmes, un ou plusieurs types. Pour commencer, on suppose qu'un ensemble partiellement ordonné de types de base est donné, par exemple,  $\mathbf{E}_0$  et  $\mathbf{E}_1$  pour les la lexie verbale au passé et au présent, respectivement, et  $\mathbf{E}$  pour ces lexies lorsque le temps n'est pas pertinent. On postule  $\mathbf{E}_0 \rightarrow \mathbf{E}$  et  $\mathbf{E}_1 \rightarrow \mathbf{E}$ , où la flèche indique l'ordre partiel donné.

A partir des types de base, on forme des types simples : on obtient ainsi  $a^l$  et  $a^r$ , que nous appelons les adjoints gauche et droit de  $a$  respectivement. Pour les langues européennes modernes, les doubles accolades  $a^{ll}$  et  $a^{rr}$  étaient également nécessaires, mais les jointures itérées ne semblent pas jouer un rôle dans le fragment d'arabe que nous avons étudié jusqu'à présent. Les types à attacher aux mots sont des chaînes de types de base.

- Par exemple : le mot qad aura le type  $\mathbf{E}_0\mathbf{E}^l_{00}$ , transformant le passé en le passé annulé.
- $a^l a \rightarrow 1, a a^r \rightarrow 1$ , Où 1 est la chaîne vide.

Par exemple:

❖ qad kataba

De type :  $(E_0 E_{100}) E_{00} = E_0 (E_{100} E_{00}) \rightarrow E_0 (1) = E_0$

Ce qui implique que cette expression est une lexie verbale au passé.

### 3.3 Types de base

Ce travail utilise les notions de grammaire de pré-groupe pour analyser la lexie du verbe arabe, comme suit :

- $\Pi_J$  = le J-ème pronom de la personne, où  $J = 1, 2M, 2F, 3M, 3F, 4, 5M, 5F, 6M, 6F, 7, 8M, 8F$  représente les trois personnes singulières suivies des trois personnes plurielles suivi des trois personnes du duel, m signifie masculin et f signifie féminin.
- $E$  = déclaration, où le temps est hors de propos.
- $E_I$  = énoncé dans le i -ème régime, où  $I = 0$  pour le passé et  $I = 1$  pour le présent,  $I = 2$  pour l'impératif et  $I = 4$  pour le futur.
- $O_J$  = objet direct, où  $J = 1, 2M, 2F, 3M, 3F, 4, 5M, 5F, 6M, 6F, 7, 8M, 8F$  indique trois personnes au singulier suivi des trois personnes du pluriel suivi des trois personnes du duel, m signifie masculin et f signifie féminin.

Malgré cette analyse, nous postulons les règles suivantes :

$\Pi_J \rightarrow \Pi, E_I \rightarrow E, O_J \rightarrow O.$

Tant que  $J = \{1, 2M, 2F, 3M, 3F, 4, 5M, 5F, 6M, 6F, 7, 8M, 8F\}$  et  $I = \{0, 1, 2, 4\}.$

Alors l'ensemble de type de base B égale,  $B = \{E, E_I, \Pi_J, O_J, \dots\}.$

### 3.4 Le pré-groupe libre

Le pré-groupe libre  $P(B)$  généré par un ensemble partiellement ordonné de types de base B

$$\Sigma = \{ a^{(z)} / a \in B, z \in Z \}.$$

Nous appelons B la base et z l'itérateur du type simple  $t = a^{(z)}.$

Les types de base  $a \in B$ , avec  $a^{(0)} \in \Sigma$  et sont donc inclus dans les types simples. Les éléments de  $P(B)$  sont appelés types, ils sont de la forme.

$$a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)},$$

Où  $a_1, \dots, a_k$  sont des types de base et  $z_1, \dots, z_k$  sont des entiers. L'unité 1 indique la chaîne vide et la multiplication est identique à la concaténation. Les jointures gauche et droite d'un type sont définies par :

$$(a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)})^l = a_k^{(z_k-1)} \dots a_1^{(z_1-1)}$$

$$(a_1^{(z_1)} \dots a_k^{(z_k)})^r = a_k^{(z_k+1)} \dots a_1^{(z_1+1)}.$$

Par conséquent, pour un type de base  $a$  nous avons :

$$a^{ll} = a^{(-2)}, a^l = a^{(-1)}, a = a^{(0)}, a^r = a^{(1)}, a^{rr} = a^{(2)}, \text{ etc.}$$

### 3.5 La structure du verbe arabe

Elle est basée sur ce que nous avons étudié au chapitre 1 en morphologie arabe (structure d'un mot, catégorie de verbe et morphologie flexionnelle des verbes), on peut conclure la représentation suivante qui schématise une structure du verbe arabe. Notons bien que la lecture se fait de gauche à droite

Préfixe	La racine	Suffixe	Enclitique
---------	-----------	---------	------------

Tableau 3-1 : structure du verbe arabe.

- Les préfixes et suffixes expriment le verbe conjugué qui varient selon la personne, le nombre et le genre.
- Les enclitiques sont de pronom suffixe complément.
- La racine représente la racine de verbe.

Exemple de la structure du verbe arabe :

تَكْتُوبُنَا qui est phonétiquement [Ta] [ktub] [u:na] [na:]

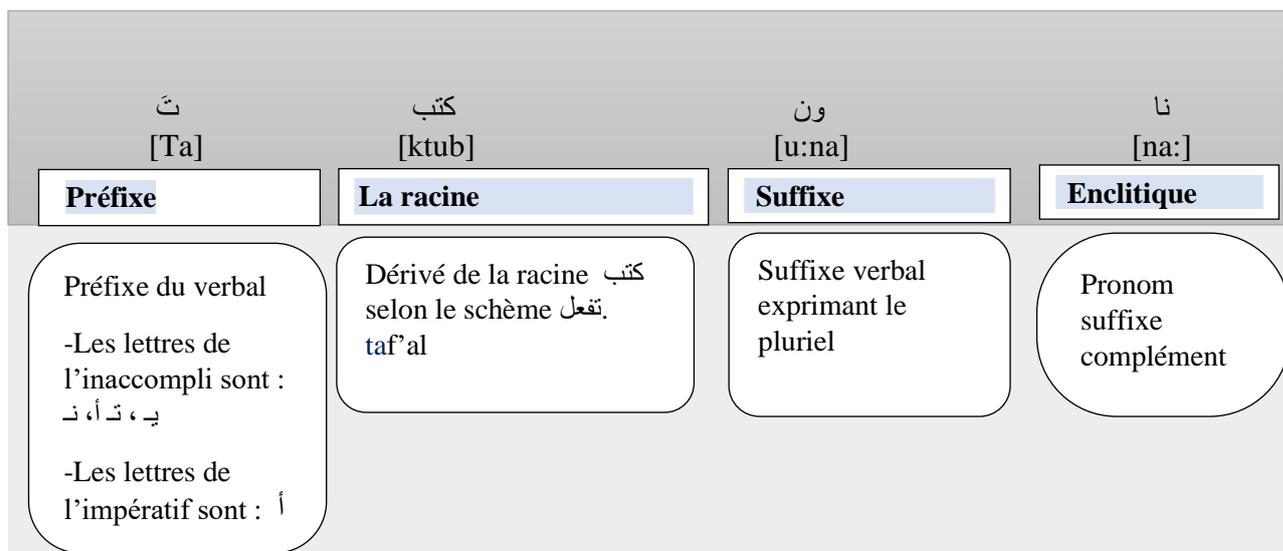


Figure 3-1 : structure du verbe arabe تَكْتُوبُنَا

### 3.6 La structure des lexies verbales en arabe

Elle est basée sur ce que nous avons étudié au chapitre 2 en la théorie néo-khalilinne ( Schème du Le HADD général du verbe ). on peut conclure la représentation suivante schématise une structure des lexies verbales en arabe. Notons bien que la lecture se fait de gauche à droite.



Tableau 3-2 : structure des lexies verbes en arabe.

- La position  $\overleftarrow{1}$  exprime les mots outils.
- La position  $\overleftrightarrow{0}$  est la base de la dérivation du verbe notée noyau, il contient deux position : la position  $\overleftarrow{0}$  exprime le schème de verbe et la position  $\overrightarrow{0}$  exprime le pronom affixe sujet.
- La position  $\overrightarrow{1}$  est la position de la marque flexionnelle.
- La position 2 : est la position de la marque (nna) qui dénote l'assertion énergique (nün al-tawkid)
- La position  $\overrightarrow{3}$  : Est celle des ajouts pronom suffixe complément.

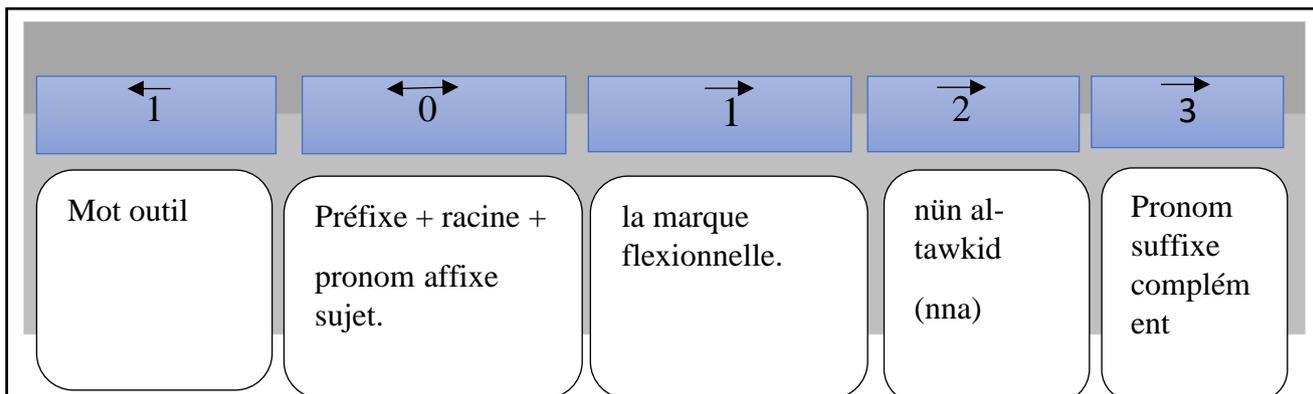


Figure 3-2 : structure des lexies verbes en arabe.

### 3.7 Des expressions formelles par approche algébrique

En faisant correspondre la structure du verbe arabe et la structure de la lexie verbe nous obtenons la structure de la lexie verbale que nous allons adopter (schème de la lexie verbale selon la théorie néo-khalilinne)

Mot Outil ← 1	Noyau ←0→		La marque flexionnelle → 1	(nna) → 2	Pronom affixe complément → 3
	Préfixe	Racine	Suffixe		Enclitique
	Schème				
	Verbe Conjuguée				
Mot Outil	Verbe Conjuguée				Enclitique
<b>Structure de la lexie verbale</b>					

Cette structure va nous permettre de déduire à partir des positions, les types de chaque morphème du mot par une approche algébrique.

### 3.7.1 Expressions formelles des mots outils

Elles jouent un rôle important dans l'articulation et dans l'interprétation de la lexie ainsi que la cohérence et le temps. On peut distinguer plusieurs types :

$$E_I E_I^L$$

$I = 0$  pour le passé.

$I = 1$  pour le présent.

$I = 4$  pour le futur.

$I = \{0, 00\}$  pour à l'accompli.

$I = 1$  pour à l'inaccompli de l'indicatif.

$I = 11$  pour à l'inaccompli de subjonctif.

$I = 111$  pour à l'inaccompli de l'apocopé.

$I = 2$  pour l'impératif.

### 3.7.2 Expression formelle de schème

Schème notée  $S_{II}(V)$  = préfixe de verbe + la racine de verbe ; est le type de schème est notée  $TS_{II}(V)$ .

$$S_{II}(V) = \text{préfixe de verbe} + \text{la racine de verbe}$$

$$TS_{II}(V) = E_I + (\pm O^L) + (\pm N^L) + (A_J^L / \emptyset) + (\Pi_J^L / \emptyset)$$

$\emptyset$  : pour pronoms personnels cachés.

$A_J^L$  : pour la présence de la marque flexionnelle.

$\emptyset$  : pour l'absence de la marque flexionnelle.  $N^L$  : pour la présence ou l'absence de nün al-tawkid.

$\pm O^L$  : pour la présence ou l'absence de pronom affixe complément.

### 3.7.3 Expression formelle de suffixe du verbe

Le type de suffixe du verbe est notée **T.suffixe**

**Suffixe du verbe = pronoms affixe sujet + la marque flexionnelle + nün al-tawkid.**

$$T.\text{suffixe} = (\Pi_J / \emptyset) + (A_J / \emptyset) + (\pm N)$$

$\emptyset$  : pour pronoms personnels cachés.

$A_J$  : pour la présence de la marque flexionnelle.

$\emptyset$  : pour l'absence de la marque flexionnelle

$\Pi_J$  : pour pronoms personnels collés.

$\pm N$  : pour la présence ou l'absence de nün al-tawkid.

### 3.7.4 Expression formelle du verbe conjuguée notée $C_{KJI}(V)$

Nous avons étudié les formes verbales finies ailleurs et montré qu'elles peuvent toutes être calculées à partir d'une expression formelle  $C_{KJI}(V)$ ; Le type de  $C_{KJI}(V)$  est Notée  $TC_{KJI}(V)$ .

$$C_{KJI}(V) = S_{JI}(V) + \text{suffixe}$$

$$TC_{KJI}(V) = TS_{JI}(V) + T.\text{suffixe}$$

$$TC_{KJI}(V) = E_I + (\pm O^L) + (\pm N^L) + (A_J^L / \emptyset) + (\Pi_J^L / \emptyset) + (\Pi_J / \emptyset) + (A_J / \emptyset) + (\pm N)$$

(1)  $V$  est la racine du verbe, généralement donnée par trois consonnes (radicaux) et deux voyelles caractéristiques. (Il y a aussi des verbes à quatre consonnes).

fa'al - لَ عَ َ ف

Deux voyelles ( a )- َ et Trois consonnes ( f ) ( ' ) ( l ) – ل ع ف

(2)  $J = 1, 2M, 2F, 3M, 3F, 4, 5M, 5F, 6M, 6F, 7, 8M, 8F$  indique trois personnes au singulier suivi des trois personnes du pluriel suivi des trois personnes du duel, m signifie masculin et f signifie féminin. (Il existe également des formes doubles, mais nous les ignorerons dans cet travail).

(3)  $I = 0, 1, 2, 4$  représente le temp, 0 pour le passé, 1 pour présent. Plus tard, nous rencontrerons également  $J = 4$  pour l'avenir, qui peut être obtenu à l'aide d'un préfixe sa + du présent.

(4)  $K =$  représente le motif, généralement appelé « forme ».

Exemple : la forme du verbe à l'inaccompli de l'indicatif, à la 3° personne du masculin pluriel :

yaf'alu:na – يَفْعُلُونَ

Ces modèles sont construits à partir du modèle de base ( $k = 1$ ) sous lequel ils se trouvent dans les dictionnaires standard et auxquels ils ont une signification approximative.

### 3.7.5 Expression formelle de la lexie verbale

La lexie verbale est notée  $L_{KJI}(V)$  et le type général de lexie verbale est notée  $TL_{KJI}(V)$ .

$$L_{KJI}(V) = \text{mot outil} + C_{KJI}(V) + \text{pronom affixe complément.}$$

$$TL_{KJI}(V) = (E_I E_I^L / \emptyset) + E_I + (\pm O^L) + (\pm N^L) + (A_J^L / \emptyset) + (\Pi_J^L / \emptyset) + (\Pi_J / \emptyset) + (A_J / \emptyset) + (\pm N) + (O^L)$$

### 3.8 Type du verbe intransitifs et le verbe transitif ( الفعل اللازم و الفعل المتعدي )

Nous distinguons les verbes transitifs, qui nécessitent un objet, des verbes intransitifs, qui ne le sont pas. Comme en anglais, de nombreux verbes peuvent être transitifs ou intransitifs.

Tout d'abord, considérons les verbes intransitifs dont l'une expression formelle est  $S_{II}(V)$ , dont le type est  $TS_{II}(V) = E_I + (\pm N^L) + (A_J^L/\emptyset) + (\Pi_I^L/\emptyset)$ . Ici  $\Pi_I$  est le type du sujet. Dans les lexies verbales le sujet et l'objet sont incorporés dans le verbe, comme supposé ci-dessus.

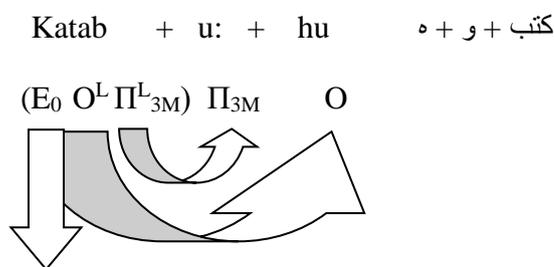
Pour les verbes transitifs dont l'une expression formelle est  $S_{II}(V)$ , dont le type est

$TS_{II}(V) = E_I + O^L + (\pm N^L) + (A_J^L/\emptyset) + (\Pi_I^L/\emptyset)$  eu remplaçant  $E_I$  par  $E_I O^L$  ci-dessus, où  $O$  est le type de l'objet.

### 3.9 Les formes de la lexie verbale en arabe

La langue arabe a deux types de lexie : lexie verbale et lexie nominale. Le prototype de lexie verbale commence avec juste un verbe conjugué. La forme de lexie verbale en arabe est Verbe + Sujet (Pronom personnels الضمائر التي تحل محل الفاعل) + Pronom affixe complément (الضمائر التي تحل محل المفعول به).

La 1<sup>er</sup> forme de lexie verbale en arabe commence par un verbe conjugué + pronom affixe complément. Le verbe est en accord avec le sujet, Exemple de lexie (katabūhu كتبو + و + ه).

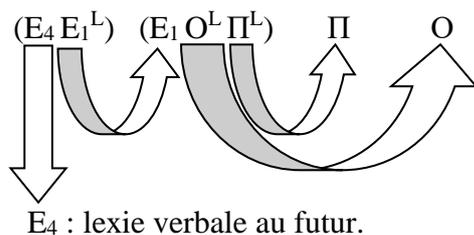


E<sub>0</sub> : lexie verbale au passé.

Ici, la lexie est (lexie E<sub>0</sub>), elle commence par le verbe (katab - كتب) au passé, comme  $i = 0$ , suivi du sujet (u:) de type  $\Pi_{3M}$  et objet (hu). La lexie déduite en E<sub>0</sub> implique que cette lexie est une lexie verbale au passé.

La 2-ème forme de la lexie verbale en arabe : « sawfa » et le préfixe « sa+ » a le type E<sub>4</sub>E<sub>1</sub> transforment le présent au futur ; en arabe il y a des morphèmes qui changent le contexte de la forme verbale. Prenant exemple de sentence comme (sawfa yaktubu: hu) verbale

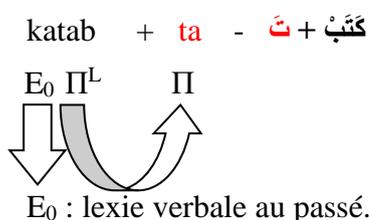
sawfa yaktub + u: + hu - ه + و + يكتب + سوف



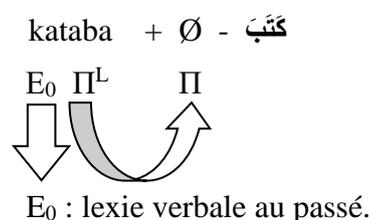
Ici, la lexie est verbale au futur, elle commencé par un modificateur de temps sawfa (ou volonté) qui change yaktubu:hu – يكتب du présent au futur.

La 3-ème forme de la lexie verbale en arabe, commencé par un verbe conjugu e (verbe suivi d'un sujet). Exemple

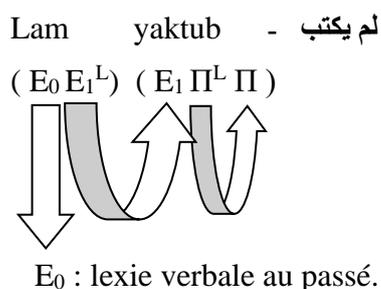
Verbe + Pronom personnel coll es.



Verbe + Pronom personnel cach es.



La 4-ème forme de la lexie verbale en arabe, commencé par un modificateur de temps. Exemple (lam - لم) qui change yaktub présent dans temps du passé, suivi d'un verbe conjugu e. Exemple :



### 3.10 Pronoms personnels

Le pronom personnel  $P_{ic}$  peut apparaître dans le nominatif lors de la désignation du sujet (bien qu'il soit généralement absorb e dans le verbe). Ces derniers sont identiques, sauf à la première personne du singulier, et sont respectivement attach es au verbe et au nom. Le pronom génitif peut également être attach e à une préposition.

**Pronom personnels collés (الضَّمَائِرِ الْمُتَّصِلَةِ)** : Ce type de pronoms personnels collé aux verbes. On a 3 sous types :

**Pronom pour Arraf' ( الرفع ) qui colle au verbe :**

1-/ Wew El jama3a ( واو الجماعة ) en français c'est « la terminaison du verbe (ils) »

Ex == يَشْرَبُونَ > Ils boivent.

2-/ Alif el ithnayne ( ألف الاثنين ) en français c'est « la terminaison du verbe (ils/elles) ».

Ex == يَشْرَبَان > Ils/Elles boivent (2 personnes).

3-/ Noun Anniswa ( نون النسوة ) en français c'est la terminaison du verbe (elles) » 2 ou plus personnes fem. Ex == يَأْكُلْنَ > Elles mangent.

4-/ Ta' El motakalim ( تاء المتكلم ) en français c'est « la terminaison du verbe (je) ».

Ex == أَكَلْتُ > Je mange.

5-/ Ta' El mokhataba ( تاء المخاطبة ) en français c'est « la terminaison du verbe (tu) » et il caractérise un verbe **au passé**. Ex == أَكَلْتِ > Tu mangeais.

6-/ Ya' el mokhatab ( ياء المخاطب ) en français c'est « la terminaison du verbe 2<sup>ème</sup> personne singulier » et il caractérise un verbe **à l'impératif**. Ex == اشْرَبِي > bois.

**Pronom pour Annasbe ( النصب ) et El jar ( الجر ) qui collent au nom :**

1-/ Kaf el khitab ( كاف الخطاب ) en français c'est « ton, ta, tes, votre, vos ».

Ex == أَبُوك > ton père.

2-/ Ha' El gha'yba ( هاء الغيبة ) en français c'est « son, sa, ses ». Ex == أَخُوهُ > son frère.

3-/ Ya' El motakalim ( ياء المتكلم ) en français c'est « mon, ma, mes ».

Ex == أَبِي > mon père.

**Pronom pour Arraf' et Annasb et El jar qui collent au nom et au verbe :**

1-/ Noun El motakallimine ( نون المتكلمين ) en français c'est «notre, nos, nous (nom) nous (verbe) ». Ex == Nom ; ضَرَبْنَا > il nous a frappé. Ex == Verbe ; أَكَلْنَا > Nous avons mangé.

P<sub>11</sub> : pour pronom détaché isolé - الضمائر المنفصلة

P<sub>12</sub> : pour pronom affixe sujet (pour pronom personnel collés, pour pronom personnel cachés)

P<sub>13</sub> : pour pronom affixe complément

Le pronom accusatif sera donné par : P<sub>12</sub> → O. P<sub>13</sub> → II.

Transformant ainsi une lexie verbale incomplète de type E<sub>1</sub>O<sup>L</sup> en une lexie complète :

(E<sub>1</sub>O<sup>L</sup>) P<sub>12</sub> → E<sub>1</sub>O<sup>L</sup>O → E<sub>1</sub>. (E<sub>1</sub>P<sup>L</sup><sub>13</sub>) P<sub>13</sub> → (E<sub>1</sub>II<sup>L</sup>) II → E<sub>1</sub>.

I	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>		I	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>
1	ana	+(ū)ni: (و) ني	∅	tu ت	5M	antum	+kum كُمْ	u: / و / tum تُمْ
2M	anta	+ka ك	∅	ta ت	5F	antunna	+kunna كُنَّ	na ن / tunna تَنْ
2F	anti	+ki كِ		ti / i: تِ / يِ	6M	hum	+hum هُمْ	u: / و /
3M	hua	+hu هُ	∅		6F	hunna	+hunna هُنَّ	na ن
3F	hia	+ha: هَا	∅		7	antuma:	+kuma: كَمَا	a: / ا / tuma: تَمَّا
4	nahnu	+na: نَا	∅	na: نَا	8M	huma:	+huma: هُمَا	a: ا
					8F	huna:	+huma: هُمَا	a: ا

Tableau 3-3 : Les types de pronoms personnels.

### 3.11 Une approche algébrique des schèmes de la lexie verbale selon le modèle néo-khalilien

#### 3.11.1 Approche algébrique du verbe trilitère à l'accompli (al-fi'1 al-mädiy) الفعل الماضي

an mä	qad	∅	fa'ala	∅	± pronom affixe complément
			fa'al	a:	
			fa'ala	∅t	
			fa'ala	ta:	
		fa'al	t(x)		
		fa'al	u:		
		fa'al	na:		
		fa'al	na		
		← 2	← 1	noyau	→ 1

Tableau 3-4 : Schème du verbe trilitère à l'accompli selon le modèle néo-khalilien.

Ce noyau fonctionne eu égard aux ajouts intra-lexicaux (ou extra-segmentaux) comme un tout : les pronoms affixes sujets ne sont donc des ajouts déterminants ou **zawā'id** que par rapport au seul dénotant verbale. Le tableau par bina' est divisé en trois sections comme suit

- 1- Dans les cases vertes : les formes des verbes à l'accompli par bina' sur la voyelle fatha ( a - َ )
- 2- Dans les cases bleues : les formes des verbes à l'accompli par bina' sur la voyelle Damma ( u - ُ )
- 3- Dans les cases oranges : les formes des verbes à l'accompli par bina' sur suku:n ( ِ )

Le 'alif de la 3° personne du masculin pluriel est un 'alif orthographique. Il ne se prononce pas et disparaît si le verbe a pour complément d'objet direct un pronom affixe : **فَعَلُوهُ = فَعَلُوا هُ** = ils l'ont fait. Quand la 2° personne du masculin pluriel est suivie par un pronom affixe complément, on ajoute un **و** pour liaison : **هُ = فَعَلْتُمُوهُ = فَعَلْتُمْ وَ** = vous l'avez fait. Si la dernière radicale d'un verbe est **ت** (se taire = **سَكَتَ**) ou **ن** (habiter = **سَكَنَ**), à l'écrit, cette radicale ne s'écrira qu'une fois, surmontée d'un shadda, aux personnes où le suffixe commence par la même lettre : (je me suis tû = **سَكَنْتُ** - nous avons habité = **سَكَنَّا**).

Le tableau suivant montre les conjugaison du verbe à l'accompli :

		pluriel	duel	Singulier
1° personne – المُنكَّم		<b>fa'alna: - II<sub>4</sub> - فَعَلْنَا</b>		<b>fa'altu - II<sub>1</sub></b> فَعَلْتُ
2° personne المُخَاطَب	masculin	<b>fa'altum - II<sub>5M</sub></b> فَعَلْتُمْ	<b>fa'altuma: - II<sub>7</sub></b> فَعَلْتُمَا	<b>fa'alta - II<sub>2M</sub></b> فَعَلْتَ
	féminin	<b>fa'altunna - II<sub>5F</sub></b> فَعَلْتُنَّ		<b>fa'alti - II<sub>2F</sub></b> فَعَلْتِ
3° personne الغَائِب	masculin	<b>fa'alu: - II<sub>6M</sub></b> فَعَلُوا	<b>fa'ala: - II<sub>8M</sub></b> فَعَلَا	<b>fa'alaØ - II<sub>3M</sub></b> فَعَلَ
	féminin	<b>fa'alna - II<sub>6F</sub></b> فَعَلْنَ	<b>fa'alata: - II<sub>8F</sub></b> فَعَلَاتَا	<b>fa'alaØt - II<sub>3F</sub></b> فَعَلَتْ

Tableau 3-5 : concernant les Conjugaison du verbe a l'accompli.

Les verbes faibles concaves et défectueux, la conjugaison des 3° personnes (cases grisées), sauf féminin pluriel, sera modifiée différemment de celle des autres personnes, dont la

radicale porte un suffixe. Certains verbes ont une seule forme d'accompli, celle de la 3<sup>o</sup> personne du masculin singulier. Les lettres en noir varient selon la racine du verbe et des ajouts déterminants ou zawā'id; à l'accompli correspond, en français, le plus souvent au passé (composé ou simple). Il se conjugue à l'aide de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.

**Les types des mots outils :**

- **qad** : de type  $E_4E^{L_1}$  transformant le présent en futur et de type  $E_0E^{L_{00}}$  transformant le passé en le passé annulé . Cette particule sert à renforcer un verbe à l'accompli. Employée avec l'inaccompli indicatif, elle signifie "parfois", "il arrive que ...", "il se peut que ...".  
 $قَدْ يَنْزِلُ ثَلْجٌ فِي الرَّبِيعِ$  = il se peut qu'il tombe de la neige au printemps.
- **an** : de type  $E_0E^{L_{00}}$  transformant le passé en le passé annulé.
- **mā** : de type  $E_0E^{L_{00}}$  transformant le passé en le passé annulé.

Le tableau suivant montre comment prendre les types de chaque position :

← 2	← 1	noyau		→ 1
an $E_0E^{L_{00}}$	∅  qad $(E_0E^{L_{00}})$	fa'ala	∅	± pronom affixe complément  ± O
		$E_1 \Pi_{3M}^L / E_1 O^L \Pi_{3M}^L$ I = {0,00}	$\Pi_{3M}$	
		fa'al	a:	
		$E_1 \Pi_{8M}^L / E_1 O^L \Pi_{8M}^L$ I = {0,00}	$\Pi_{8M}$	
		fa'alat	∅	
	$E_1 \Pi_{3F}^L / E_1 O^L \Pi_{3F}^L$ I = {0,00}	$\Pi_{3F}$		

mā E <sub>0</sub> E <sub>00</sub> <sup>L</sup>	fa'alat	a:
	$E_I \Pi_{8F}^L / E_I O^L \Pi_{8F}^L, I = \{0,00\}$	$\Pi_{8F}$
	fa'al	t(x) = {tu, ta, ti, tum, tunna, tuma: }
	$E_I \Pi_J^L / E_I O^L \Pi_J^L$ I = {0,00}. J = {1,2M, 2F,5M, 5F, 7}.	$\Pi_J$ J = {1,2M, 2F,5M, 5F, 7}.
	fa'al	u:
	$E_I \Pi_{6M}^L / E_I O^L \Pi_{6M}^L,$ I={0,00}	$\Pi_{6M}$
	fa'al	na
	$E_I \Pi_{6F}^L / E_I O^L \Pi_{6F}^L, I = \{0,00\}$	$\Pi_{6F}$
	fa'al	na:
	$E_I \Pi_4^L / E_I O^L \Pi_4^L, I = \{0,00\}$	$\Pi_4$

Tableau 3-6 : Les types possibles de la lexie verbale (al-fi'l al-mädiy).

**Les exemples sur les schémes du verbe à l'accompli.**

- ✓ fa'al + tu + ki → fa'altuki: - فَعَّلْتُكَ  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup> Π<sub>1</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>1</sub>)(O) → E<sub>0</sub> (O<sup>L</sup> (Π<sub>1</sub><sup>L</sup>Π<sub>1</sub>) O) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + ta → fa'ata - فَعَّلْتَ  
(E<sub>0</sub> Π<sub>2M</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>2M</sub>) → E<sub>0</sub> (Π<sub>2M</sub><sup>L</sup>Π<sub>2M</sub>) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + ti + hum → fa'altihum - فَعَّلْتَهُمْ  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup> Π<sub>2F</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>2F</sub>)(O) → E<sub>0</sub> (O<sup>L</sup> (Π<sub>2F</sub><sup>L</sup>Π<sub>2F</sub>) O) → E<sub>0</sub>

- ✓ fa'ala → fa'ala - فَعَلَ  
E<sub>0</sub> → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'alat → fa'alat - فَعَلَتْ  
E<sub>0</sub> → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + na: → fa'alna: - فَعَلْنَا  
(E<sub>0</sub> Π<sub>4</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>4</sub>) → E<sub>0</sub> (Π<sub>4</sub><sup>L</sup>Π<sub>4</sub>) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + u: + hu → fa'alūhu - فَعَلُوا + هُ = فَعَلُوا هُ  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup>Π<sup>L</sup>)(Π<sub>6M</sub>)(O) → E<sub>0</sub> (O<sup>L</sup> (Π<sup>L</sup>Π<sub>6M</sub>) O) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + na → fa'alna - فَعَلْنَا  
(E<sub>0</sub> Π<sub>6F</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>6F</sub>) → E<sub>0</sub> (Π<sub>6F</sub><sup>L</sup>Π<sub>6F</sub>) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'al + a: → fa'ala: - فَعَلَا  
(E<sub>0</sub> Π<sub>8M</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>8M</sub>) → E<sub>0</sub> (Π<sub>8M</sub><sup>L</sup>Π<sub>8M</sub>) → E<sub>0</sub>
- ✓ fa'alat + a: → fa'alata: - فَعَلَاتَا  
(E<sub>0</sub> Π<sub>8F</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>8F</sub>) → E<sub>0</sub> (Π<sub>8F</sub><sup>L</sup>Π<sub>8F</sub>) → E<sub>0</sub>

Ce qui implique que cette expression est une lexie verbale au passé.

**Voici quelques exemples de la lexie verbale au passé :**

- tarak + tu + ki → taraktuki - تَرَكَتُكِي = تَرَكَ + ت + كِي  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup>Π<sub>1</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>1</sub>)(O) → E<sub>0</sub>
- tarak + ti + ni: → taraktini: - تَرَكَتِنِي = تَرَكَ + ت + نِي  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup>Π<sub>2F</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>2F</sub>)(O) → E<sub>0</sub>
- tarak + tum + (ū)ni: → taraktumūnii - تَرَكَتُمْوْنِي = تَرَكَ + تُمْ + نِي  
(E<sub>0</sub>O<sup>L</sup>Π<sub>5M</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>5M</sub>)(O) → E<sub>0</sub>

Ce qui implique que cette expression est une lexie verbale au passé.

**Quelques exemples de la lexie verbale au passé (verbe intransitif - الفعل اللازم):**

- raja' + tunna → raja'tunna - رَجَعْنَا  
(E<sub>0</sub> Π<sub>5F</sub><sup>L</sup>)(Π<sub>5F</sub>) → E<sub>0</sub>

- na:mat + a: → na:mata: - نَامَتَا  
 $(E_0 \Pi_{8F}^L)(\Pi_{8F}) \rightarrow E_0$
- nazal + tum → nazaltum - نَزَلْتُمْ  
 $(E_0 \Pi_{5M}^L)(\Pi_{5M}) \rightarrow E_0$

**Quelques exemples de la lexie verbale au passé (verbes transitifs - الفعل المتعدي )**

- katab + u: + hu → katabūhu - كَتَبُوا + هُ = كَتَبُوهُ  
 $(E_0 O^L \Pi_{6M}^L)(\Pi_{6M})(O) \rightarrow E_0 (O^L (\Pi_{6M}^L \Pi_{6M}) O) \rightarrow E_0$
- baray + tu + hu → baraytuhu - بَرَيْتُهُ  
 $(E_0 O^L \Pi_1^L)(\Pi_1)(O) \rightarrow E_0 (O^L (\Pi_1^L \Pi_1) O) \rightarrow E_0$
- qataf + u: + ha: → qatafūha: - قَطَفُوا + هَا = قَطَفُوهَا  
 $(E_0 O^L \Pi_{6M}^L)(\Pi_{6M})(O) \rightarrow E_0 (O^L (\Pi_{6M}^L \Pi_{6M}) O) \rightarrow E_0$

**Quelques exemples qui ne sont pas une lexie verbale :**

- akala + qad → akala qad - أَكَلَ قَدْ  
 $(E_{00} O^L \Pi^L \Pi)(E_0 E^L_{00}) \rightarrow E_{00} O^L E_0 E^L_{00}$
- an qad ktab → an qad ktab - أَنْ قَدْ كَتَبَ  
 $(E_0 E^L_{00}) (E_0 E^L_{00}) (E_{00} \Pi^L) \rightarrow E_0 E^L_{00} E_0 E^L_{00} E_{00} \Pi^L$
- tarak + hu + tu → tarakhutu - تَرَكَ + هُ + تْ  
 $(E_0 O^L \Pi^L) (O) (\Pi) \rightarrow E_0 O^L \Pi^L O \Pi$
- fa'alat + ti \_ فعَلَتْ + تِ  
 $(E_0 \Pi_{8F}^L)(\Pi_{2F}) \rightarrow E_0 \Pi_{8F}^L \Pi_{2F}$
- fa'alat + na \_ فعَلَتْ + نِ  
 $(E_0 \Pi_{8F}^L)(\Pi_4) \rightarrow E_0 \Pi_{8F}^L \Pi_4$
- fa'ala + a: → fa'alaa: - فَعَلَ + ا  
 $(E_0)(\{ \Pi_7^L, \Pi_{8M}^L, \Pi_{8F}^L \}) \rightarrow \{ E_0 \Pi_7^L, E_0 \Pi_{8M}^L, E_0 \Pi_{8F}^L \}$

Ces lexies ne sont pas des lexies verbales.

### 3.11.2 Approche algébrique de verbe trilitère à l'inaccompli (al-fi'1 al-mudäri' الفعل المضارع)

L'inaccompli existe sous différents modes :

- 1) Indicatif مَرْفُوع .
- 2) subjonctif مَنصُوب .
- 3) apocopé جَزْم .

#### L'inaccompli de l'indicatif : الفعل المضارع المرفوع

	Ø	Ca-f'al	Ø	u	_____	± Pronoms affixes compléments
	qad	ta-f'al	i:	na	_____	
	qad lā		a:	ni	_____	
	sawfa	ca-f'al	u:	na	_____	
	sa-lā	ca-f'al	na	_____	_____	
		ca-f'al				
	← 2	← 1	↔ 0	→ 1	→ 2	→ 3

Tableau 3-7 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli de l'indicatif selon le modèle néo-khalilien.

Correspond en français le plus souvent à l'indicatif présent, parfois au futur. Il se conjugue à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre. Il se différencie des autres temps de l'inaccompli par la voyelle Damma u - ة (sur la dernière radicale s'il n'y a pas de suffixes), et par la présence de la marque flexionnelle (na, ni نَ نِ).

Le tableau suivant montre les conjugaisons du verbe à l'inaccompli de l'indicatif :

		pluriel	duel	singulier
1° personne - الْمُتَكَلِّم		naf'al <u>Ø</u> u - Π <sub>4</sub> A <sub>4</sub> - نَفَعَلْ		'af'al <u>Ø</u> u - Π <sub>1</sub> A <sub>1</sub> - أَفَعَلَ
2° personne المُخَاطَب	masculin	taf'al <u>u</u> :na - Π <sub>5M</sub> A <sub>5M</sub> - تَفَعَّلُونَ	taf'ala:ni - Π <sub>7</sub> A <sub>7</sub> - تَفَعَّلَانِ	taf'al <u>Ø</u> u - Π <sub>2M</sub> A <sub>2M</sub> - تَفَعَّلْ
	féminin	taf'alna - Π <sub>5F</sub> - تَفَعَّلْنَ		taf'ali:na - Π <sub>2F</sub> A <sub>2F</sub> - تَفَعَّلَيْنِ
3° personne الغَائِب	masculin	yaf'al <u>u</u> :na - Π <sub>6M</sub> A <sub>6M</sub> - يَفَعَّلُونَ	yaf'ala:ni - Π <sub>8M</sub> A <sub>8M</sub> - يَفَعَّلَانِ	yaf'al <u>Ø</u> u - Π <sub>3M</sub> A <sub>3M</sub> - يَفَعَّلْ
	féminin	yaf'alna - Π <sub>6F</sub> - يَفَعَّلْنَ	taf'ala:ni - Π <sub>8F</sub> A <sub>8F</sub> - تَفَعَّلَانِ	taf'al <u>Ø</u> u - Π <sub>3F</sub> A <sub>3F</sub> - تَفَعَّلْ

Tableau 3-8 : concernant la conjugaison du l'inaccompli de l'indicatif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.

Les lettres en bleu marquent les préfixes, les lettres en rouge et vert marquent les suffixes de la conjugaison de verbe à l'inaccompli de l'indicatif (les lettres en rouge marquent les pronoms affixes sujets et les lettres en vert pour la marque flexionnelle). Celles en noir varient selon la racine du verbe.

La 2° personne du masculin singulier et la 3° personne du féminin au singulier, et au duel sont identiques. C'est le contexte qui permet de faire la différence.

Dans les cases blanches, on trouve les formes simples, par la voyelle Damma **u** - **ُ** sur la dernière radicale, dans les cases gris clair les formes du féminin pluriel, dans les cases gris foncé les cinq verbes - الأفعال الخمسة - avec un suffixe dont la marque flexionnelle ( na, ni , ن , نْ ) disparaît au subjonctif et à l'apocopé.

Les tableaux suivants montrent comment prendre les types de chaque position :

**L'inaccompli de l'indicatif par la voyelle Damma u - ة**

← 2	← 1	← 0	→ 1	→ 2	→ 3	
	$\emptyset$ qad ( $E_4 E^{L_1}$ ) qad lā ( $E_4 E^{L_1}$ ) sawfa ( $E_4 E^{L_1}$ ) sa- ( $E_4 E^{L_1}$ ) lā ( $E_2 E^{L_1}$ )	ʾafʿal	$\emptyset$	<b>u</b>	-	
		$E_1 U^L \Pi_1^L / E_1 O^L U^L \Pi_1^L$	$\Pi_1$	U	-	- O / + O
		tafʿal	$\emptyset$	<b>u</b>	-	
		$E_1 U^L \Pi_{2M}^L / E_1 O^L U^L \Pi_{2M}^L / E_1 U^L \Pi_{3F}^L / E_1 O^L U^L \Pi_{3F}^L$	$\Pi_{2M} / \Pi_{3F}$	U	-	- O / + O
		yafʿal	$\emptyset$	<b>u</b>	-	
		$E_1 U^L \Pi_{3M}^L / E_1 O^L U^L \Pi_{3M}^L$	$\Pi_{3M}$	U	-	- O / + O
		nafʿal	$\emptyset$	<b>u</b>	-	
		$E_1 U^L \Pi_4^L / E_1 O^L U^L \Pi_4^L$	$\Pi_4$	U	-	- O / + O

Tableau 3-9 : les types possibles de l'inaccompli de l'indicatif par la voyelle Damma u - ة

**Voici quelques exemples de la lexie verbale :**

- yadfaʿ + u → yadfaʿu - يَدْفَعُ  
 $(E_1 U^L)(U) \rightarrow (E_1 U^L)(U) \rightarrow E_1$  (lexie verbale au présent)
- sawfa + yadfaʿ + u + hu → sawfa yadfaʿuhu - سوف يدفعه  
 $(E_4 E^{L_1})(E_1 O^L U^L)(U)(O) \rightarrow E_4 (E^{L_1} E_1)(O^L (U^L U) O) \rightarrow E_4$  (lexie verbale au futur)

**Quelques exemples qui ne sont pas une lexie verbale :**

- yadfaʿ + u + hu + sawfa → yadfaʿuhu sawfa - يدفعه سوف  
 $(E_1 O^L U^L)(U)(O) (E_4 E^{L_1}) \rightarrow E_1 (O^L (U^L U) O) E_4 E^{L_1} \rightarrow E_1 E_4 E^{L_1}$
- yadfaʿ + a: + u → yadfaʿa:u - يدفع + ا + ة  
 $(E_1 U^L)(\Pi_7)(U) \rightarrow E_1 U^L \Pi_7 U$

L'inaccompli de l'indicatif pour les cinq verbes - الأفعال الخمسة - ثبوت النون ( na, ni )

← 1	← 2	↔ 0	→ 1	→ 2	→ 3	
∅	qad (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> ) qad lā (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> ) sawfa (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> ) sa- (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> ) lā (E <sub>2</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )	taf'al	i:	na	-	
		E <sub>1</sub> A <sub>2F</sub> <sup>L</sup> Π <sub>2F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>2F</sub> <sup>L</sup> Π <sub>2F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>2F</sub>	A <sub>2F</sub>	-	- O / + O
		taf'al	u:	na	-	
		E <sub>1</sub> A <sub>5M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>5M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>5M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>5M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>5M</sub>	A <sub>5M</sub>	-	- O / + O
		yaf'al	u:	na	-	
		E <sub>1</sub> A <sub>6M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>6M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>6M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>6M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>6M</sub>	A <sub>6M</sub>	-	- O / + O
		taf'al	a:	ni	-	
		E <sub>1</sub> A <sub>7</sub> <sup>L</sup> Π <sub>7</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>7</sub> <sup>L</sup> Π <sub>7</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>7</sub>	A <sub>7</sub>	-	- O / + O
		E <sub>1</sub> A <sub>8F</sub> <sup>L</sup> Π <sub>8F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>8F</sub> <sup>L</sup> Π <sub>8F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>8F</sub>	A <sub>8F</sub>	-	- O / + O
		yaf'al	a:	ni	-	
E <sub>1</sub> A <sub>8M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>8M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O <sup>L</sup> A <sub>8M</sub> <sup>L</sup> Π <sub>8M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>8M</sub>	A <sub>8M</sub>	-	- O / + O		

Tableau 3-10 : les types possibles du l'inaccompli de l'indicatif pour les cinq verbes (الأفعال الخمسة).

Voici quelques exemples de la lexie verbale :

- lā + yaktub + a: + ni → lā yaktuba:ni -

$$(E_1 E_1^L)(E_1 A_{8M}^L \Pi_{8M}^L)(\Pi_{8M})(A_{8M}) \rightarrow E_1 (E_1^L E_1) (A_{8M}^L (\Pi_{8M}^L \Pi_{8M}) A_{8M}) \rightarrow E_1$$

- taktub + a: + ni + nā → taktuba:ninā

$$(E_1 O^L A_7^L \Pi_7^L)(\Pi_7)(A_7)(O) \rightarrow E_1 (O^L (A_7^L (\Pi_7^L \Pi_7) A_7) O) \rightarrow E_1$$

$$(E_1 O^L A_{8F}^L \Pi_{8F}^L)(\Pi_{8M})(A_{8M})(O) \rightarrow E_1 (O^L (A_{8M}^L (\Pi_{8M}^L \Pi_{8M}) A_{8M}) O) \rightarrow E_1$$

- qad + yaktub + u: + na + ki → qad yaktubu:naki

$$(E_4 E_1^L)(E_1 O^L A_{6M}^L \Pi_{6M}^L)(\Pi_{6M})(A_{6M})(O) \rightarrow E_4 (E_1^L E_1)(O^L (A_{6M}^L (\Pi_{6M}^L \Pi_{6M}) A_{6M}) O) \rightarrow E_4$$

**Contre-Exemple :**

yaktub + u: + na + ki + qad → yaktubu:nakiqad

$$(E_1 O^L A_{6M}^L \Pi_{6M}^L)(\Pi_{6M})(A_{6M})(O)(E_4 E_1^L) \rightarrow E_1 (O^L (A_{6M}^L (\Pi_{6M}^L \Pi_{6M}) A_{6M}) O) E_4 E_1^L \rightarrow E_1 E_4 E_1^L$$

- taktub + ni + nā → taktuba:ninā

$$(E_1 O^L A_7^L \Pi_7^L)(A_7)(O) \rightarrow E_1 O^L A_7^L \Pi_7^L A_7 O$$

- yaktub + u: + ki + na

$$(E_1 O^L A_{6M}^L \Pi_{6M}^L)(\Pi_{6M})(O)(A_{6M}) \rightarrow E_1 O^L A_{6M}^L (\Pi_{6M}^L \Pi_{6M}) O A_{6M} \rightarrow E_1 O^L A_{6M}^L O A_{6M}$$

**L'inaccompli par binā'sur suku:n ( ن ) par la présence d'un pronom affixe sujet Noun Anniswa ( نُون النَّسْوَة )**

←	←	↔	→	→	→
1	2	0	1	2	3
	∅	taf'al	na		-
	qad (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )	E <sub>1</sub> Π <sub>5F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O Π <sub>5F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>5F</sub>		- O / + O
	qad lā (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )				
	sawfa (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )	yaf'al	na		-
	sa- (E <sub>4</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )				
	lā (E <sub>2</sub> E <sub>1</sub> <sup>L</sup> )	E <sub>1</sub> Π <sub>6F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>1</sub> O Π <sub>6F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>6F</sub>		- O / + O

Tableau 3-11 : les types possibles de l'inaccompli par le pronom affixe sujet na – (نون النسوة).

**Voici quelques exemples de la lexie verbale :**

- qad lā + yas'ay + na → qad lā yas'ayna

$$(E_4 E_1^L)(E_1 \Pi_{6F}^L)(\Pi_{6F}) \rightarrow E_4 \text{ (lexie verbale au futur)}$$

- tal'ab + na → tal'abna

$$(E_1 \Pi_{5F}^L)(\Pi_{5F}) \rightarrow E_1 \text{ (lexie verbale au présent)}$$

**Contre-Exemple :**

- $l\bar{a} + qad + yas'ay + na \rightarrow l\bar{a} qad yas'ayna$   
 $(E_2 E_1^L)(E_4 E_1^L)(E_1 \Pi_{6F}^L)(\Pi_{6F}) \rightarrow E_2 E_1^L E_4$
- $na + tal'ab$   
 $(\Pi_{5F})(E_1 \Pi_{5F}^L) \rightarrow \Pi_{5F} E_1 \Pi_{5F}^L$

**Les types des mots outils :**

- **qad** قد: de type  $E_4 E_1^L$  transformant le présent en futur ou de type  $E_0 E^L_{00}$  transformant le passé en le passé annulé . **qad lā** لا قد: de type  $E_4 E^L_1$  transformant le présent en futur.
- **Sawfa** سوف - **Sa** س : et le préfixe de type  $E_4 E^L_1$ , transformant le présent en futur.  
 $sawfa yaktubu - سَوَفَ يَكْتُبُ > il \acute{e}crira, sa yaktubu - سَيَكْتُبُ > il \acute{e}crira.$
- **lā** - لا = ne pas : لا تَكْتُبْ = n'écris pas !, Cette particule sert à exprimer l'interdiction, l'impératif négatif. **lā - لا** : de type  $E_2 E^L_1$ .

**L'inaccompli subjonctif : الفعل المضارع المنصوب**

<b>an ± la</b> <b>Kay ± lā</b> <b>hattā ± lā</b>	lan	ca-f'al	∅	a	—	<b>± pronoms</b> <b>affixes compléments</b>
	li idan	ta-f'al	i:	∅	—	
		ca-f'al	a:	∅	—	
		ca-f'al	u:	∅	—	
		↔		→	→	→
		0		1	2	3

Tableau 3-12 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli subjonctif selon le modèle néo-khalilien.

Se conjugue à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne le nombre et le genre. Il se différencie des autres temps du à l'inaccompli par la voyelle fatha ( **a - ا** ) sur la

dernière radicale (s'il n'y a pas de suffixes) et par l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni -ن, ن ), notée  $\emptyset$ .

Le tableau suivant montre les conjugaisons du verbe à l'inaccompli subjonctif :

		pluriel - جَمْع	duel - مُتَنَّى	singulier - مُفْرَد
1° personne		naf'al $\emptyset$ a - $\Pi_4A$ - نَفَعَلْ		'af'al $\emptyset$ a - $\Pi_1A$ - أَفَعَلْ
2° personne	masculin	taf'alu: $\emptyset$ - $\Pi_{5M}$ - تَفَعَّلُوا	taf'ala: $\emptyset$ - $\Pi_7$ - تَفَعَّلَا	taf'al $\emptyset$ a - $\Pi_{2MA}$ - تَفَعَّلْ
	féminin	taf'alna - $\Pi_{5F}$ - تَفَعَّلْنَ		taf'ali: $\emptyset$ - $\Pi_{2F}$ - تَفَعَّلِي
3° personne	masculin	yaf'alu: $\emptyset$ - $\Pi_{6M}$ - يَفَعَّلُوا	yaf'ala: $\emptyset$ - $\Pi_{8M}$ - يَفَعَّلَا	yaf'al $\emptyset$ a - $\Pi_{3MA}$ - يَفَعَّلْ
	féminin	yaf'alna - $\Pi_{6F}$ - يَفَعَّلْنَ	taf'ala: $\emptyset$ - $\Pi_{8F}$ - تَفَعَّلَا	taf'al $\emptyset$ a - $\Pi_{3FA}$ - تَفَعَّلْ

Tableau 3-13 : concernant les conjugaison du l'inaccompli subjonctif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.

### Particules du subjonctif :

Le subjonctif s'emploie automatiquement après un certain nombre de particules dites "particules du subjonctif", dont les plus employées sont :

- **an - أَنْ = que** : يُرِيدُ أَنْ يَكْتُبَ رِسَالَةً = il veut écrire une lettre. Cette particule s'emploie après des verbes comme pouvoir, vouloir, refuser, essayer, craindre, aimer, souhaiter, espérer, etc. Elle permet de se passer de la connaissance du masdar du verbe.  
**an** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.
- **an la** : équivalent négatif. **an la** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.
- **lan - لَنْ** = négation à sens futur : لَنْ يَكْتُبَ رِسَالَةً = il n'écrira pas de lettre.  
**lan** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.
- **hattā - حَتَّى** = jusqu'à ce que : سَيَبْقَى فِي عُرْفَتِهِ حَتَّى يَكْتُبَ رِسَالَةً = il restera dans sa chambre jusqu'à ce qu'il écrive une lettre.  
**hattā** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.

Si le verbe qui précède la particule hattâ - حَتَّى est à l'accompli, celui qui la suit se met aussi à l'accompli. ما خَرَجْتُ حَتَّى شَرِبْتُ قَهْوَةً = je ne suis pas sorti avant d'avoir bu un café, alors **hattâ** : de type  $E_0E^{L00}$  transformant le passé en le passé annulé .

- **hattâ lā** - لا حَتَّى = équivalent négatif. **hattâ lā** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.
- **Idan** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.
- **Idan lā** : négation à sens futur de type  $E_4E^{L11}$ .
- **li - لـ**, **kay - كَي**, **likay - لِكَي**, **li'allā - لَيْلَا**, **kaylā - كَيْلَا**, **likaylā - لِكَيْلَا** : de type  $E_4E^{L11}$  transformant le présent en futur.

pour que ..., afin que ... pour + infinitif		pour que ... ne ... pas.	
li - لـ	أَعْطَتْهُ قَلَمًا لِيَكْتُبَ رِسَالَةً = Elle lui a donné un crayon pour qu'il écrive une lettre.	لَيْلَا - li'allā	أَخَذَتْ قَلَمَهُ لَيْلَا يَكْتُبَ رِسَالَةً = elle a pris son crayon pour qu'il n'écrive pas de lettre.
kay - كَي		kaylā - كَيْلَا	
likay - لِكَي		likaylā - لِكَيْلَا	

Les tableaux suivants montrent comment prendre les types de chaque position :

**L'inaccompli subjonctif par la voyelle fatha ( a - ا )**

← 2	← 1	← 0		→ 1	→ 2	→ 3
أن ± لا an ± la (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> ) كَي ± لا Kay ± lā (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	لَنْ - lan (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	'af'al	∅	a	-	
	لِي - li (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	E <sub>11</sub> A <sup>L</sup> Π <sub>1</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> A <sup>L</sup> Π <sub>1</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>1</sub>	A	-	- O / + O
	_____	taf'al	∅	a	-	
	_____	E <sub>11</sub> A <sup>L</sup> Π <sub>2M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> A <sup>L</sup> Π <sub>2M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>2M</sub>	A	-	- O / + O
	_____	yaf'al	∅	a	-	
_____	E <sub>11</sub> A <sup>L</sup> Π <sub>3M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> A <sup>L</sup> Π <sub>3M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>3M</sub>	A	-	- O / + O	

حتى ± لا hattā ± lā (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	إذن - idan (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	taf'al	∅	a	-	
		E <sub>11</sub> A <sup>L</sup> Π <sub>3F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> A <sup>L</sup> Π <sub>3F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>3F</sub>	A	-	- O / + O
		naf'al	∅	a	-	
		E <sub>11</sub> A <sup>L</sup> Π <sub>4</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> A <sup>L</sup> Π <sub>4</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>4</sub>	A	-	- O / + O

Tableau 3-14 : les types possibles de l'inaccompli subjonctif par la voyelle fatha ( a - ء ).

La voyelle fatha ( a - ء ) : de type = { A }.

**Exemple de la lexie verbale :**

lan + yaqbal + a → lan yaqbalā - َ + يقبل + لن → لن يقبلَ

(E<sub>4</sub> E<sub>11</sub><sup>L</sup>)( E<sub>11</sub>A<sup>L</sup>)(A) → E<sub>4</sub> ( lexie verbale au futur )

**L'inaccompli subjonctif pour les cinq verbes - الأفعال الخمسة - avec l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni - نَ، نِ ) حذف النون notée ∅ .**

←	←	↔	→	→	→	
1	2	0	1	2	3	
أن ± لا an ± la (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> ) كي ± لا Kay ± lā	لن - lan (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> ) لي - li (E <sub>4</sub> E <sub>11</sub> <sup>L</sup> )	taf'al	i:	∅	-	
		E <sub>11</sub> Π <sub>2F</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> Π <sub>2F</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>2F</sub>		-	- O / + O
		taf'al	u:	∅	-	
		E <sub>11</sub> Π <sub>5M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> Π <sub>5M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>5M</sub>		-	- O / + O
		yaf'al	u:	∅	-	
		E <sub>11</sub> Π <sub>6M</sub> <sup>L</sup> / E <sub>11</sub> O <sup>L</sup> Π <sub>6M</sub> <sup>L</sup>	Π <sub>6M</sub>		-	- O / + O
taf'al	a:	∅	-			

$(E_4 E_{11}^L)$ حتى ± لا hattā ± lā $(E_4 E_{11}^L)$	_____ idan - إذن $(E_4 E_{11}^L)$	$E_{11}\Pi_7^L /$ $E_{11}O^L\Pi_7^L$	$\Pi_7$		-	- O / + O
		$E_{11}\Pi_{8F}^L /$ $E_{11}O^L\Pi_{8F}^L$	$\Pi_{8F}$		-	- O / + O
		yaf'al	a:	∅	-	
		$E_{11}\Pi_{8M}^L /$ $E_{11}O^L\Pi_{8M}^L$	$\Pi_{8M}$		-	- O / + O

Tableau 3-15: les types possibles du à l'inaccompli subjonctif pour les cinq verbes - الأفعال الخمسة .

→  
 Dans la position 1 : le symbole ∅ notée l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni - ن - حذف النون ) .

**Exemple de la lexie verbale :**

Kay + ta'mal + i: → Kay ta'mali: كي تعلمي → كي + تعمل + ي

$(E_4 E_{11}^L)(E_{11}\Pi_{2F}^L)(\Pi_{2F}) \rightarrow E_4$

**L'inaccompli de l'apocopé – الفعل المضارع المجزوم**

lam lamma li lā	ca-f'al	∅	∅	_____	± pronoms affixes compléments
	ta-f'al	i:	∅	_____	
	ca-f'al	a:	∅	_____	
	ca-f'al	u:	∅	_____	
	Ca-f'al	∅a	_____	nna	
←	←	↔	→	→	→
2	1	0	1	2	3

Tableau 3-16 : Schème du verbe trilitère à l'inaccompli selon le modèle néo-khalilien.

L'inaccompli l'apocopé se conjugue à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre. Il se différencie des autres temps du à l'inaccompli par la

présence d'un suku:n ( ◌ ) sur la dernière radicale (s'il n'y a pas de suffixes) et par l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni -ن, نِ ), notée Ø .

Le tableau suivant montre les conjugaisons du verbe à l'inaccompli de l'apocopé :

		pluriel - جَمْع	duel - مُتَنَّى	singulier - مُفْرَد
1° personne		نَفَعَلْ - naf'alØ		أَفَعَلْ - 'af'alØ
2° personne	masculin	تَفَعَّلُوا -- taf'alu:	تَفَعَّلَا -- taf'ala:	تَفَعَّلْ - taf'alØ
	féminin	تَفَعَّلْنَ -- taf'alna		تَفَعَّلِي - taf'ali:
3° personne	masculin	يَفَعَّلُوا -- yaf'alu:	يَفَعَّلَا -- yaf'ala:	يَفَعَّلْ - yaf'alØ
	féminin	يَفَعَّلْنَ -- yaf3'alna	تَفَعَّلَا -- taf'ala:	تَفَعَّلْ - taf'alØ

Tableau 3-17 : concernant la conjugaison du à l'inaccompli de l'apocopé à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.

La 2° personne du masculin singulier et la 3° personne du féminin au singulier, et au duel, sont identiques. C'est le contexte qui permet de faire la différence.

### Particules de l'apocopé :

L'apocopé s'emploie automatiquement après un certain nombre de particules dites "particules de l'apocopé", dont les plus employées sont :

- **lam** - لَمْ = négation à sens passé, لَمْ يَكْتُبْ = il n'a pas écrit = مَا كَتَبَ (on préfère souvent employer lam - لَمْ et l'apocopé que mā - مَا et l'accompli pour exprimer la négation au passé).  
lam – لَمْ : de type E<sub>0</sub>E<sup>L</sup><sub>111</sub> transformant le présent en passé.
- **lā** - لَا = ne pas : لَا تَكْتُبْ = n'écris pas !, Cette particule sert à exprimer l'interdiction, l'impératif négatif.  
lā – لَا : de type E<sub>2</sub>E<sup>L</sup><sub>111</sub> .
- **lammā** - لَمَّا = ne ... pas encore, Cette particule est une négation à sens passé. Elle signifie "ne ... pas encore".  
lammā – لَمَّا : de type E<sub>0</sub>E<sup>L</sup><sub>111</sub> transformant le présent en passé.

Les tableaux suivants montrent comment prendre les types de chaque position :

**L'inaccompli de l'apocopé par la présence d'un suku:n (◌) sur la dernière radicale (s'il n'y a pas de suffixes)**

← 2	← 1	↔ 0	→ 1	→ 2	→ 3	
	لم lam ( $E_0 E^{L_{111}}$ )	'af'al	∅	∅	-	
		$E_{111}\Pi_1^L / E_{111}O^L\Pi_1^L$	$\Pi_1$		-	- O / + O
		taf'al	∅	∅	-	
	لما lammā ( $E_0 E^{L_{111}}$ )	$E_{111}\Pi_{2M}^L / E_{111}O^L\Pi_{2M}^L$	$\Pi_{2M}$		-	- O / + O
		yaf'al	∅	∅	-	
		$E_{111}\Pi_{3M}^L / E_{111}O^L\Pi_{3M}^L$	$\Pi_{3M}$		-	- O / + O
	لا lā ( $E_2 E_{111}^L$ )	taf'al	∅	∅	-	
		$E_{111}\Pi_{3F}^L / E_{111}O^L\Pi_{3F}^L$	$\Pi_{3F}$		-	- O / + O
		naf'al	∅	∅	-	
		$E_{111}\Pi_4^L / E_{111}O^L\Pi_4^L$	$\Pi_4$		-	- O / + O

Tableau 3-18 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par la présence d'un suku:n :

Exemple de la lexie verbale :

lam ta'mal لم تعمل

$(E_0 E^{L_{111}})(E_{111}) \rightarrow E_0$  (lexie verbale au passé)

L'inaccompli de l'apocopé pour les cinq verbes - الأفعال الخمسة - avec l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni - ن, نِ ) حذف النون notée  $\emptyset$  .

← 1	← 2	↔ 0		→ 1	→ 2	→ 3
	لَم lam ( $E_0 E_{111}^L$ )	taf'al	i:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_{2F}^L / E_{111}O^L\Pi_{2F}^L$	$\Pi_{2F}$		-	- O / + O
	لَمَّا lammā ( $E_0 E_{111}^L$ )	taf'al	u:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_{5M}^L / E_{111}O^L\Pi_{5M}^L$	$\Pi_{5M}$		-	- O / + O
	يَمَّا iā ( $E_2 E_{111}^L$ )	yaf'al	u:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_{6M}^L / E_{111}O^L\Pi_{6M}^L$	$\Pi_{6M}$		-	- O / + O
	يَمَّا iā ( $E_2 E_{111}^L$ )	taf'al	a:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_7^L / E_{111}O^L\Pi_7^L$	$\Pi_7$		-	- O / + O
	يَمَّا iā ( $E_2 E_{111}^L$ )	yaf'al	a:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_{8F}^L / E_{111}O^L\Pi_{8F}^L$	$\Pi_{8F}$		-	- O / + O
	يَمَّا iā ( $E_2 E_{111}^L$ )	yaf'al	a:	$\emptyset$	-	
		$E_{111}\Pi_{8M}^L / E_{111}O^L\Pi_{8M}^L$	$\Pi_{8M}$		-	- O / + O

Tableau 3-19 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par les cinq verbes - الأفعال الخمسة -

Exemple de la lexie verbale :

Lam + yaktub + a:

$(E_0 E_{111}^L)(E_{111}\Pi_{8M}^L)(\Pi_{8M}) \rightarrow E_0$

L'inaccompli de l'apocopé par binā' مبني في محل جزم par la présence de la marque (nna) (nün al-tawkid)

← 2	← 1	↔ 0	→ 1	→ 2	→ 3	
	لم lam (E <sub>0</sub> E <sup>L</sup> <sub>111</sub> ) لما lammā (E <sub>0</sub> E <sup>L</sup> <sub>111</sub> ) لا lā (E <sub>2</sub> E <sup>L</sup> <sub>111</sub> )	'af'ala / taf'ala / yaf'ala / naf'ala	∅	—	nna	± pronom affixe complément
		E <sub>111</sub> N <sup>L</sup> Π <sup>L</sup> / E <sub>111</sub> O <sup>L</sup> N <sup>L</sup> Π <sup>L</sup>	Π	—	N	- O / + O

Tableau 3-20 : les types possibles de l'inaccompli de l'apocopé par binā' et la marque (nna) (nün al-tawkid)

La marque (nna) (nün al-tawkid) de type = { N }.

Voici quelques exemples de la lexie verbale :

- lam yas'aya + nna → yas'ayanna – لم يسعَى = نَّ + يسعَى + لم  
(E<sub>0</sub> E<sup>L</sup><sub>111</sub>)(E<sub>111</sub>N<sup>L</sup>)(N) → E<sub>111</sub>

Contre-Exemple :

- yas'ay + nna → yas'aynna يسعَى + نَّ  
(E<sub>1</sub> Π<sub>6F</sub><sup>L</sup>)(N) → E<sub>1</sub> Π<sub>6F</sub><sup>L</sup>N
- tal'ab + a + nna → tal'abanna  
(E<sub>111</sub>N<sup>L</sup>)(A)(N) → E<sub>111</sub>N<sup>L</sup>AN

3.11.3 Une approche algébrique de verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien **الفعل الأمر**

(i)f'al	∅	—	—	± pronoms affixes complement
(i)f'al	i:	—	—	
(i)f'al	a:	—	—	
(i)f'al	u:	—	—	
(i)f'al	na	—	—	
(i)f'al	∅a	—	nna	
(i)f'al	i:	—	nna	
(i)f'al	a:	—	nni	
(i)f'al	u:	—	nna	
(i)f'al	na	—	nni	
← 1 + 0 →		→ 1	→ 2	→ 3

Tableau 3-21 : Schème du verbe trilitère à l'impératif selon le modèle néo-khalilien.

L'impératif ne s'emploie qu'à la deuxième personne. L'impératif se conjugue à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon le nombre et le genre. Conjugaison de la première forme du verbe sain régulier fa'ala (a) - فَعَلْ = faire. Les lettres en rouge marquent les préfixes et suffixes de la conjugaison. Celles en noir varient selon la racine du verbe, et sa forme. Le tableau suivant montre les conjugaison du verbe l'impératif :

		pluriel - جَمْع	duel - مثنى	singulier - مُفْرَد
2° personne	masculin	if'alu: - II <sub>5M</sub> - فَعَلُوا	if'ala: - II <sub>7</sub> - فَعَلَا	if'al - II <sub>2M</sub> - فَعَلْ
	féminin	if'alna - II <sub>5F</sub> - فَعَلْنَ		if'ali: - II <sub>2F</sub> - فَعَلِي

Tableau 3-22 : concernant les conjugaison du verbe trilitère à l'impératif à l'aide de préfixes et de suffixes qui varient selon la personne, le nombre et le genre.

Les tableaux suivants montrent comment prendre les types de chaque position :

**L'impératif par binā' sur suku:n -**

←+1		←0		→1	→2	→3
(i)f'al	∅					± pronom affixe complément
$E_2 \Pi_{2M}^L / E_2 O^L \Pi_{2M}^L$	$\Pi_{2M}$					- O / + O
(i)f'al	na				—	± pronom affixe complément
(i)f'al	$\Pi_{5F}$				—	- O / + O

Tableau 3-23 : les types possibles de l'impératif par binā' sur suku:n -

**Exemple de la lexie verbale :**

'uktub + hu → 'uktubhu    أكتب + هُ → أكتبه      'i'mal + na → 'i'malna    اعمل + نَ → اعملن

$(E_2 O^L)(O) \rightarrow E_2$

$(E_2 \Pi_{5F}^L)(\Pi_{5F}) \rightarrow E_2$

**L'impératif par binā' sur l'absence de la marque flexionnelle ( na, ni ) par des cinq verbes الأفعال الخمسة**

←+1		←0		→1	→2	→3
(i)f'al	i:			—	—	± pronom affixe complément
$E_2 \Pi_{2F}^L / E_2 O^L \Pi_{2F}^L$	$\Pi_{2F}$			—	—	- O / + O
(i)f'al	a:			—	—	± pronom affixe complément
$E_2 \Pi_7^L / E_2 O^L \Pi_7^L$	$\Pi_7$			—	—	- O / + O
(i)f'al	u:			—	—	± pronom affixe complément
$E_2 \Pi_{5M}^L / E_2 O^L \Pi_{5M}^L$	$\Pi_{5M}$			—	—	- O / + O

Tableau 3-24 : les types possibles de l'impératif par binā' sur absence de la marque flexionnelle na,ni

**Exemple de la lexie verbale :**

ihsin + i: → ihsini: احسني → احسن + ي

$(E_2 \Pi_{2F}^L)(\Pi_{2F}) \rightarrow E_2$

**L'impératif par binā' sur la voyelle fatha ( a - ا ) par la présence de la marque (nna) (nün al-tawkid)**

←+1	←0	→1	→2	→3
(i)f'al	∅	_____	nna	± pronom affixe complément
$E_2 N^L \Pi^L / E_2 O^L N^L \Pi^L$	$\Pi$		N	- O / + O
(i)f'al	i:	_____	nna	± pronom affixe complément
$E_2 N^L \Pi_{2F}^L / E_2 O^L N^L \Pi_{2F}^L$	$\Pi_{2F}$	_____	N	- O / + O
(i)f'al	a:	_____	nna	± pronom affixe complément
$E_2 N^L \Pi_7^L / E_2 O^L N^L \Pi_7^L$	$\Pi_7$	_____	N	- O / + O
(i)f'al	u:	_____	nna	± pronom affixe complément
$E_2 N^L \Pi_{5M}^L / E_2 O^L N^L \Pi_{5M}^L$	$\Pi_{5M}$	_____	N	- O / + O
(i)f'al	n:		nna	± pronom affixe complément
$E_2 N^L \Pi_{5F}^L / E_2 O^L N^L \Pi_{5F}^L$	$\Pi_{5F}$		N	- O / + O

Tableau 3-25 : les types possibles de l'impératif par binā' sur la voyelle fatha ( a - ا ).

**Exemple de la lexie verbale :**

'i'mala + nna → 'i'malanna اعملنَّ + نَّ

$(E_2 N^L)(N) \rightarrow E_2$ .

### **3. 4 Conclusions**

La principale contribution de ce travail est de développer la première phase de l'analyseur de grammaire pré-groupe pour Langue arabe basée sur l'analyse formelle des lexies verbales en arabes introduites par hadj Salah.

Le travail construit des approches algébrique de la structure des lexies verbales en arabe, contient des verbes à l'accompli, l'inaccompli et l'indicatif, chaque verbe contient une approche algébrique unique, variant en fonction de l'expression et du temps.

Pour le chapitre suivant nous présenterons les différentes étapes de la partie d'implémentation de cette approche, pour qu'on explique le langage qui utilise dans l'implémentation et le développement d'environnement.

# Chapitre 4 Application et Résultats

## 4.1 Introduction :

Dans ce dernier chapitre, nous allons présenter la partie implémentation de notre projet. Nous commençons tout d'abord par la présentation de l'environnement de développement, en décrivant le langage de programmation utilisé et ensuite en détaillant les différents outils et ressources utilisés dans chaque étape. Puis nous montrons les différentes étapes de déroulement de l'application et enfin les résultats obtenus.

## 4.2 Environnement de développement

Dans cette partie, nous allons d'abord définir ce qu'est un langage de programmation. Nous verrons ensuite brièvement l'histoire de ce langage, et puis nous allons présenter l'environnement de développement

### 4.2.1 Définition de python

**Python** est un **langage de programmation**. Il est l'un des langages de programmation les plus intéressants du moment. Facile à apprendre, [21] Il s'agit d'un **langage de programmation interprété**, qui ne nécessite donc pas d'être compilé pour fonctionner. Un programme « interpréteur » permet d'exécuter le code Python sur n'importe quel ordinateur. Ceci permet de voir rapidement les résultats d'un changement dans le code. En revanche, ceci rend ce langage plus lent qu'un langage compilé comme le C [22].

Python a été créé au début des années 1990 par Guido Van Rossum au CWI (centre national de recherches) aux Pays-Bas dans le cadre du projet Amoeba, un système d'exploitation distribué qui avait besoin d'un langage de script. Guido faisait précédemment partie de l'équipe en charge de développer le langage ABC dans ce même laboratoire, et Python en est fortement inspiré.

Python a ensuite été rendu public, pour devenir un logiciel libre en 2000 (version 1.6.1) pour évoluer jusqu'à la version 2.5 actuelle. Son devenir est toujours géré par Guido, entouré d'une

équipe de contributeurs, et ses intérêts protégés par la Python Software Foundation, association créée en 2001 et détentrice du langage [A].

Python dispose d'un type dynamique de système automatique de gestion de la mémoire . Il prend en charge plusieurs paradigmes de programmation , y compris orienté objet , impératif, fonctionnel et procédural, et dispose d' une grande bibliothèque complète et standard [22].

#### **4.2.2 PyCharm**

PyCharm [26], est un environnement de développement intégré (IDE) utilisé pour la programmation en Python. Il fournit une analyse de code, un débogueur graphique, un testeur d'unité intégré, une intégration aux systèmes de contrôle de version (VCS) et prend en charge le développement Web avec Django. PyCharm est développé par la société tchèque JetBrains.

Il fonctionne sur plusieurs plates-formes Windows, Mac OS X et Linux. PyCharm a une édition professionnelle, publiée sous une licence propriétaire et une édition communautaire.

PyCharm permet de compléter le code de manière intelligente, d'inspecter le code, de mettre en évidence à la volée les erreurs et de les corriger rapidement, ainsi que la refactorisation du code automatiquement et offre des fonctionnalités de navigation avancées.

Il s'intègre à IPython Notebook, dispose d'une console Python interactive et ainsi que de nombreux packages scientifiques, notamment matplotlib et NumPy.

Outre Python, PyCharm offre un support de premier ordre pour divers frameworks de développement Web Python, des langages de gabarit spécifiques, JavaScript, CoffeeScript, TypeScript, HTML / CSS, AngularJS, Node.js, etc.

Il a de nombreuses fonctionnalités telles que :

- Assistance et analyse du codage, avec complétion du code, mise en évidence de la syntaxe et des erreurs, intégration de l'interface et solutions rapides.
- Navigation de projet et de code : vues de projet spécialisées, vues de structure de fichiers et sauts rapides entre fichiers, classes, méthodes et usages.

- Test unitaire intégré, avec une couverture ligne par ligne.

### **4.3 Matériaux utilisés**

- **La machine 1**

Nom de l'ordinateur : DELL -PC

Processeur : Intel(R) Core(TM) i3-7020U CPU @ 2.30GHz 2.30 GHz

Mémoire installée (RAM) : 4.00 Go

Type du système : Système d'exploitation 64 bits

Windows 10 professionnel

- **La machine 2 :**

Nom de l'ordinateur : LENOVO -PC

Processeur : Intel(R) Core(TM) i3-4005U CPU @ 1.70GHz 1.70 GHz

Mémoire installée (RAM) : 4.00 Go

Type du système : Système d'exploitation 64 bits

Windows 10.

### **4.4 D'analyse de reconnaissance d'une lexie verbale**

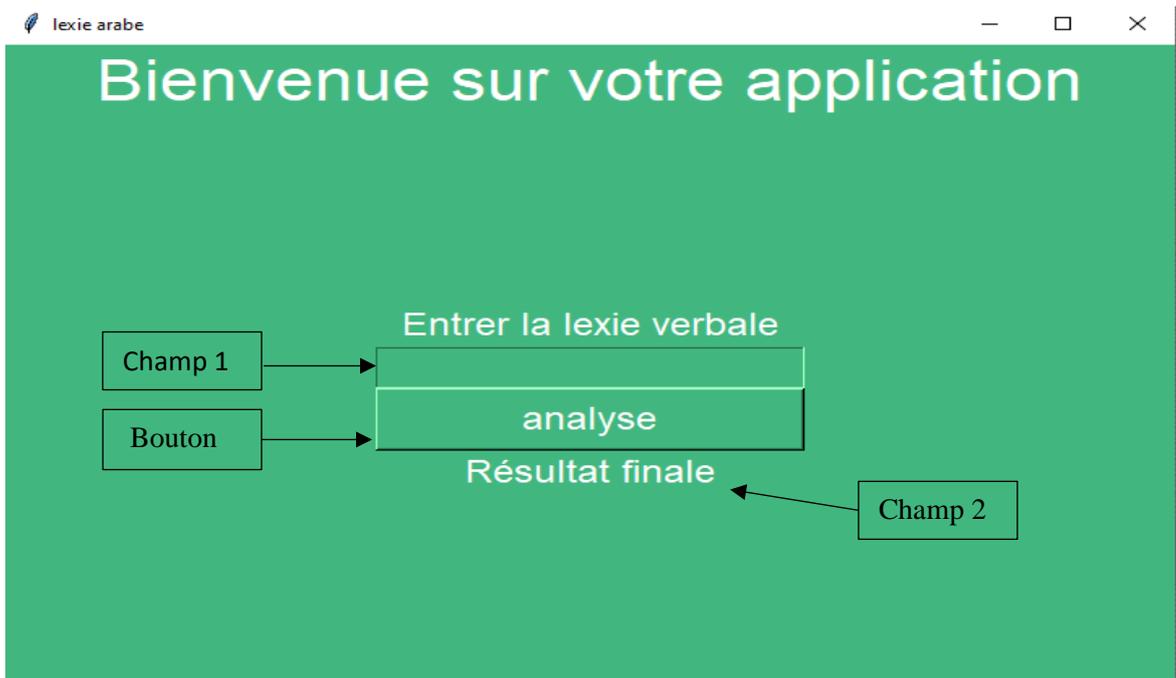
Pour l'implémentation de notre solution, nous avons opté pour le langage python 3.7, et nous avons utilisé Pycharm comme environnement de développement qui nous permet d'utiliser différentes API (Application Programming Interfaces) à partir de plusieurs langages de programmation comme Java et C++...etc.

Nous avons utilisé dans notre application quelques bibliothèques pour assurer certaines fonctionnalités. Citons :

#### **4.4.1 Déroulement**

Dans cette section, nous allons expliquer les différentes étapes de déroulement de notre programme qui débute par entrer une structure de lexie verbale Arabe (phonétiquement) et permet d'extraire en sortie, la vérification que la lexie est verbale et le temps de la lexie vrai et définition de chaque position de la structure de la lexie verbale.

La figure qui suit, illustre l'interface globale de notre système :



*Figure 4-1 : interface globale*

Champ 1 : pour entrer la lexie verbale que nous allons analyser dans notre système.

Bouton : pour exécuter le processus analyse de la structure des lexies verbales en arabe.

Champ 2 : pour afficher le résultat de l'analyse de la structure des lexies verbales en arabe.

alphabet arabe	l'alphabet phonétique	diacritique arabe	diacritique phonétique
ا	'	أ	a
ب	b	ب	u
ت	t	ت	i
ث	ʔ	ا	a:
ج	j	و / و	u:
ح	h	ي	i:
خ	h		
د	d		
ذ	d		
ر	r		
ز	z		
س	s		
ش	ʃ		
ص	s		
ض	d		
ط	t		
ظ	d		
ع	'		
غ	g		
ف	f		
ق	q		
ك	k		
ل	l		
م	m		
ن	n		
ه	h		
و	w		
ي	y		

Figure 4-2 : l'interface de transcriptions d'alphabet phonétiques.

L'objectif de cette l'interface (figure4.2) est comment transformer l'alphabet arabe phonétiquement.

- **Etape 1** : entré la lexie verbale

Dans le champ 1 nous allons écrire la lexie verbale de manière phonétique qui sue analysée pour que la lexie soit divisée en fonction de sa structure. La figure ci-dessous explique cette étape :



*Figure 4-3 : l'interface globale du programme.*

- **Etape 2 :** Analysé de la structure de la lexie verbale

Dans cette étape en appuyant sur le bouton analyse que donner le résultat final et pour affiche ce dernier il faut suivi les phases suivantes :

**Phase 1 :** tokenisation

Le programme suivant permet de fractionner la structure de la lexie verbale en des token.

```

Algorithme tokenisation :
S : [] tableau de chaine de caractères ; I, J=entier, Ch.='' ; T : [] tableau de chaine de
caractères
Début :
Tant que (s[i] <>\0) faire
  Si s[i] =''
    Alors i++
  Fin si
  Tant que(S[i] <>'') et (S [I] <>\0) faire
    Concaténation (Ch, S [I])
    I++
  Fait
  Si (ch. <>'')
    Alors T [J ]←Ch.
  J ++
  Fin si
Fait
End

```

**Input:**

lan taktub i : na :

**Output:**

['lan', 'taktub', 'i:', 'na:']

**Phase 2 :** extraction du schème approprié

Premièrement nous vérifions si le token est mot outil dans ce cas on passe à la phase suivante, mais si le token représente le Noyau (position 0) on passe à la méthode de l'extraction de schème approprié.

L'explication de l'extraction de schème est comme suivant :

Il faut d'abord calculer la taille du noyau pour trouver une liste des schèmes qui contient la même taille de ce noyau et après on calcule la similarité entre le noyau et la liste qui ont été obtenus du 1<sup>er</sup> cas et avec cette opération le schème optimal est choisi en choisissant le rapport de similarité le plus élevé entre le noyau et tous les schèmes qui suit dans liste.

Nous l'avons utilisé cette méthode pour analyse tous les noyaux qui contiennent le même schème de la même manière d'éviter d'analyser chaque mot seul.

## Algorithme wazn

Schèmes : [fa'ala, fa'al, taf'al, yaf'al, 'af'ala, 'af'al,.....], i, j, k, l : entier, s  
 []:tableau de chaine de caractères , sch []:tableau de chaine de caractères , nb  
 []:tableau de entier , Similarité []:tableau , grand Similarité :[]tableau ,scheme : ‘

Début

i=0

Tant que (s[i] <>'0') faire

    Si taille(s[i])=taille (schèmes[i])

        Alors liste mtaille (sch,schemes[i])

    Finsi

    i++

    j=0

    Tant que (sch[j] <>'0') faire

        Si (sch[j]=s[j])

            Alors ajouter (1, nb[j])

        Sinon ajouter (0, nb[j])

        Finsi

        j++

    K,l=0

    Similarité [k,l]←parcour(sum(nb[j]),sch[j])

    k++

    l++

    gradSimilarité [k,l]←max(sim[k,l])

    Scheme← gradSimilarité [l]

    Fait

Fait

End

**Input:**

['lan', 'taktub', 'i:', 'na:']

**Output:**

lan → lan

taktub → taf<sup>u</sup>l

i: → i:

na → na

['lan', ' taf<sup>u</sup>l', 'i:', 'na:']

**Phase 3** : trouver les types de structure de la lexie verbale

Après avoir trouvé le schème approprié du noyau de la structure de la lexie verbale, nous allons donner des types à ce schème et pour chaque position de la structure de la lexie verbale, pour que ces types existent dans notre base de donne (figure4.). Et on peut expliquer tout ça dans l'exemple suivant :

90	taf al	E1A5MLP5ML
91	taf al	E1OLA5MLP5ML
92	taf al	E1A7LP7L
93	taf al	E1OLA7LP7L
94	taf al	E1A8FLP8FL
95	taf al	E1OLA8FLP8FL
96	taf al	E11AL
97	taf al	E11OLAL
98	taf al	E11P2FL

*Figure 4-4 : exemple sur base de donne.*

**Input :**

['lan', 'taf<sup>u</sup>al', 'i:', 'na:']

**Output:**

{'lan': [('E4E11L'),], 'taf<sup>u</sup>al': [('E1UL'), ('E1OLUL'), ('E1A2FLP2FL'), ('E1OLA2FLP2FL'), ('E1A5MLP5ML'), ('E1OLA5MLP5ML'), ('E1A7LP7L'), ('E1OLA7LP7L'), ('E1A8FLP8FL'), ('E1OLA8FLP8FL'), ('E11AL'), ('E11OLAL'), ('E11P2FL'), ('E11OLP2FL'), ('E11P5ML'), ('E11OLP5ML'), ('E11P7L'), ('E11OLP7L'), ('E11P8FL'), ('E11OLP8FL'), ('E111'), ('E111OL'), ('E111P2FL'), ('E111OLP2FL'), ('E111P5ML'), ('E111OLP5ML'), ('E111P7L'), ('E111OLP7L'), ('E111P8ML'), ('E111OLP8ML')], 'i:': [('P2F'),], 'na:': [('P4'), ('O')]}

**Phase 4** : concaténation des types de chaque position

Dans cette phase on va faire une concaténation avec chaque type de chaque position a cette structure de la lexie verbale. La liste après la concaténation est comme suit :

**Input :**

{'lan': [('E4E11L'), 'taf'al': [('E1UL'), ('E1OLUL'), ('E1A2FLP2FL'), ('E1OLA2FLP2FL'), ('E1A5MLP5ML'), ('E1OLA5MLP5ML'), ('E1A7LP7L'), ('E1OLA7LP7L'), ('E1A8FLP8FL'), ('E1OLA8FLP8FL'), ('E11AL'), ('E11OLAL'), ('E11P2FL'), ('E11OLP2FL'), ('E11P5ML'), ('E11OLP5ML'), ('E11P7L'), ('E11OLP7L'), ('E11P8FL'), ('E11OLP8FL'), ('E111'), ('E111OL'), ('E111P2FL'), ('E111OLP2FL'), ('E111P5ML'), ('E111OLP5ML'), ('E111P7L'), ('E111OLP7L'), ('E111P8ML'), ('E111OLP8ML')], 'i:': [('P2F')], 'na:': [('P4'), ('O')]}

**Output :**

Liste de concaténation = ['E4E11LE1ULP2FP4', 'E4E11LE1OLULP2FP4', 'E4E11LE1A2FLP2FLP2FP4', 'E4E11LE1OLA2FLP2FLP2FP4', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FP4', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FP4', 'E4E11LE1A7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FP4', 'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FP4', 'E4E11LE11ALP2FP4', 'E4E11LE11OLALP2FP4', 'E4E11LE11P2FLP2FP4', 'E4E11LE11OLP2FLP2FP4', 'E4E11LE11P5MLP2FP4', 'E4E11LE11OLP5MLP2FP4', 'E4E11LE11P7LP2FP4', 'E4E11LE11OLP7LP2FP4', 'E4E11LE11P8FLP2FP4', 'E4E11LE11OLP8FLP2FP4', 'E4E11LE111P2FP4', 'E4E11LE111OLP2FP4', 'E4E11LE111P2FLP2FP4', 'E4E11LE111OLP2FLP2FP4', 'E4E11LE111P5MLP2FP4', 'E4E11LE111OLP5MLP2FP4', 'E4E11LE111P7LP2FP4', 'E4E11LE111OLP7LP2FP4', 'E4E11LE111P8MLP2FP4', 'E4E11LE111OLP8MLP2FP4', 'E4E11LE1ULP2FO', 'E4E11LE1OLULP2FO', 'E4E11LE1A2FLP2FLP2FO', 'E4E11LE1OLA2FLP2FLP2FO', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FO', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FO', 'E4E11LE1A7LP7LP2FO', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FO', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FO', 'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FO', 'E4E11LE11ALP2FO', 'E4E11LE11OLALP2FO', 'E4E11LE11P2FLP2FO', 'E4E11LE11OLP2FLP2FO', 'E4E11LE11P5MLP2FO', 'E4E11LE11OLP5MLP2FO', 'E4E11LE11P7LP2FO', 'E4E11LE11OLP7LP2FO', 'E4E11LE11P8FLP2FO', 'E4E11LE11OLP8FLP2FO', 'E4E11LE111P2FO', 'E4E11LE111OLP2FO', 'E4E11LE111P2FLP2FO', 'E4E11LE111OLP2FLP2FO', 'E4E11LE111P5MLP2FO', 'E4E11LE111OLP5MLP2FO', 'E4E11LE111P7LP2FO', 'E4E11LE111OLP7LP2FO', 'E4E11LE111P8MLP2FO', 'E4E11LE111OLP8MLP2FO']

**Phase 5** : utilisation les conditions de table de traitement

Il y a des conditions il faut utiliser pour purifier la liste de concaténation qui résulte de la phase précédente et ces condition de purification et résumés dans une liste appelée tabTraitm, comme ci-dessous :

**Input :**

```
tabTraitm = ["E0LE0", "E00LE00", "E1LE1", "E11LE11", "E111LE111", "E2LE2",
"OLO", "P1LP1", "P2MLP2M", "P2FLP2F", "P3MLP3M", "P3FLP3F", "P4LP4",
"P5MLP5M", "P5FLP5F", "P6MLP6M", "P6FLP6F", "P7LP7", "P8MLP8M",
"P8FLP8F", "ALA", "ULU", "A2FLA2F", "A5MLA5M", "A6MLA6M", "A7LA7",
"A8MLA8M", "A8FLA8F", "NLN",]
```

```
Liste de concaténation= ['E4E11LE1ULP2FP4', 'E4E11LE1OLULP2FP4',
'E4E11LE1A2FLP2FLP2FP4', 'E4E11LE1OLA2FLP2FLP2FP4', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FP4',
'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FP4', 'E4E11LE1A7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FP4',
'E4E11LE1A8FLP8FLP2FP4', 'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FP4', 'E4E11LE11ALP2FP4',
'E4E11LE11OLALP2FP4', 'E4E11LE11P2FLP2FP4', 'E4E11LE11OLP2FLP2FP4',
'E4E11LE11P5MLP2FP4', 'E4E11LE11OLP5MLP2FP4', 'E4E11LE11P7LP2FP4',
'E4E11LE11OLP7LP2FP4', 'E4E11LE11P8FLP2FP4', 'E4E11LE11OLP8FLP2FP4',
'E4E11LE11P2FP4', 'E4E11LE111OLP2FP4', 'E4E11LE111P2FLP2FP4',
'E4E11LE111OLP2FLP2FP4', 'E4E11LE111P5MLP2FP4', 'E4E11LE111OLP5MLP2FP4',
'E4E11LE111P7LP2FP4', 'E4E11LE111OLP7LP2FP4', 'E4E11LE111P8MLP2FP4',
'E4E11LE111OLP8MLP2FP4', 'E4E11LE1ULP2FO', 'E4E11LE1OLULP2FO',
'E4E11LE1A2FLP2FLP2FO', 'E4E11LE1OLA2FLP2FLP2FO', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FO',
'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FO', 'E4E11LE1A7LP7LP2FO', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FO',
'E4E11LE1A8FLP8FLP2FO', 'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FO', 'E4E11LE11ALP2FO',
'E4E11LE11OLALP2FO', 'E4E11LE11P2FLP2FO', 'E4E11LE11OLP2FLP2FO',
'E4E11LE11P5MLP2FO', 'E4E11LE11OLP5MLP2FO', 'E4E11LE11P7LP2FO',
'E4E11LE11OLP7LP2FO', 'E4E11LE11P8FLP2FO', 'E4E11LE11OLP8FLP2FO',
'E4E11LE11P2FO', 'E4E11LE111OLP2FO', 'E4E11LE111P2FLP2FO',
'E4E11LE111OLP2FLP2FO', 'E4E11LE111P5MLP2FO', 'E4E11LE111OLP5MLP2FO',
'E4E11LE111P7LP2FO', 'E4E11LE111OLP7LP2FO', 'E4E11LE111P8MLP2FO',
'E4E11LE111OLP8MLP2FO']
```

**Output :**

Liste Pure ['E4E11LE1ULP2FP4', 'E4E11LE1OLULP2FP4', 'E4E11LE1A2FLP4',  
'E4E11LE1OLA2FLP4', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FP4', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FP4',  
'E4E11LE1A7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FP4',  
'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FP4', 'E4ALP2FP4', 'E4OLALP2FP4', 'E4P4', 'E4OLP4',  
'E4P5MLP2FP4', 'E4OLP5MLP2FP4', 'E4P7LP2FP4', 'E4OLP7LP2FP4', 'E4P8FLP2FP4',  
'E4OLP8FLP2FP4', 'E41P2FP4', 'E41OLP2FP4', 'E41P4', 'E41OLP4', 'E41P5MLP2FP4',  
'E41OLP5MLP2FP4', 'E41P7LP2FP4', 'E41OLP7LP2FP4', 'E41P8MLP2FP4',  
'E41OLP8MLP2FP4', 'E4E11LE1ULP2FO', 'E4E11LE1OLULP2FO', 'E4E11LE1A2FLO',  
'E4E11LE1OLA2FLO', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FO', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FO',  
'E4E11LE1A7LP7LP2FO', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FO', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FO',  
'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FO', 'E4ALP2FO', 'E4OLALP2FO', 'E4O', 'E4', 'E4P5MLP2FO',  
'E4OLP5MLP2FO', 'E4P7LP2FO', 'E4OLP7LP2FO', 'E4P8FLP2FO', 'E4OLP8FLP2FO',  
'E41P2FO', 'E41OLP2FO', 'E41O', 'E41', 'E41P5MLP2FO', 'E41OLP5MLP2FO', 'E41P7LP2FO',  
'E41OLP7LP2FO', 'E41P8MLP2FO', 'E41OLP8MLP2FO']

**Phase 6 :** comment obtenir le résultat final ?

Dans notre programme nous avons une condition qui dit :

Si la liste pure contient l'un de ces types suivants {E0, E1, E2, E4}, la structure de la lexie verbale que nous avons entrée dans le programme est considéré comme vrai.

Liste Pure ['E4E11LE1ULP2FP4', 'E4E11LE1OLULP2FP4', 'E4E11LE1A2FLP4',  
'E4E11LE1OLA2FLP4', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FP4', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FP4',  
'E4E11LE1A7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FP4', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FP4',  
'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FP4', 'E4ALP2FP4', 'E4OLALP2FP4', 'E4P4', 'E4OLP4',  
'E4P5MLP2FP4', 'E4OLP5MLP2FP4', 'E4P7LP2FP4', 'E4OLP7LP2FP4', 'E4P8FLP2FP4',  
'E4OLP8FLP2FP4', 'E41P2FP4', 'E41OLP2FP4', 'E41P4', 'E41OLP4', 'E41P5MLP2FP4',  
'E41OLP5MLP2FP4', 'E41P7LP2FP4', 'E41OLP7LP2FP4', 'E41P8MLP2FP4',  
'E41OLP8MLP2FP4', 'E4E11LE1ULP2FO', 'E4E11LE1OLULP2FO', 'E4E11LE1A2FLO',  
'E4E11LE1OLA2FLO', 'E4E11LE1A5MLP5MLP2FO', 'E4E11LE1OLA5MLP5MLP2FO',  
'E4E11LE1A7LP7LP2FO', 'E4E11LE1OLA7LP7LP2FO', 'E4E11LE1A8FLP8FLP2FO',  
'E4E11LE1OLA8FLP8FLP2FO', 'E4ALP2FO', 'E4OLALP2FO', 'E4O', 'E4', 'E4P5MLP2FO',  
'E4OLP5MLP2FO', 'E4P7LP2FO', 'E4OLP7LP2FO', 'E4P8FLP2FO', 'E4OLP8FLP2FO',  
'E41P2FO', 'E41OLP2FO', 'E41O', 'E41', 'E41P5MLP2FO', 'E41OLP5MLP2FO', 'E41P7LP2FO',  
'E41OLP7LP2FO', 'E41P8MLP2FO', 'E41OLP8MLP2FO']

La structure «lan taktub i : na :» est vrai

Après la validation de la structure de la lexie verbale nous passons maintenant à la définition de chaque position de cette structure, et nous voulons dire par définition de chaque position c'est «الإعراب – al'i'rab), l'analyse» et on peut analyser la structure de la lexie verbale par suivi la position de type E4 comme dans la liste pure et extraire le type principal avant la purification c.-à-d. le type qui dans la liste de concaténation et grâce à ce type on peut analyser notre structure de la lexie verbale comme suit :

Le type principal d'E4 c'est :

Le type E4= ['E4E11L E11OLP2FL P2F O'] c'est le type de la structure «lan taktub i : na :» pour que ; « E4E11L » le type de mot outil «lan » et « E11OLP2FL » c'est le type de noyau taktub et « P2F » le type de « i : » et « O » le type de « na : » par le type de noyau « E11OLP2FL » on a conclure l'analyse globale de structure de la lexie verbale et on peut analyser cette structure comme suit :

### Input:

lan taktub i : na :

### Output:

حرف نصب

فعل مضارع منصوب بحرف نصب وعلامة نصبه حذف التّون لأنه من الأفعال الخمسة والياء ياء المخاطبة ضمير متّصل مبني في محل رفع فاعل

ضمير متّصل مبني في محل رفع فاعل

ضمير متّصل مبني في محل نصب مفعول به

Pour le cas où la structure de la lexie verbale est faux, le programme affiche automatiquement elle n'est pas une lexie verbale

- **Etape 3 :** résultat final

Le champ 2 est permet d'afficher l'étape finale de notre programme analyse pour dans les deux cas :

Le 1 er cas où le structure de la lexie est vrai, et son analyse dans la figure 4. qui exprime ce cas :



*Figure 4-5 : le résultat final de cas vrai.*

Et la figure 4. Suivant présente le 2 ème cas où la structure de la lexie est fausse



*Figure 4-6 : le résultat final de cas faux..*

## **4. 5 Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre l'environnement de développement ainsi que le langage de programmation et son histoire. Le python c'est le langage utilisé pour implémenter et développer notre programme. En dernier, quelques captures sont présentées pour expliquer le programme d'analyse de lexie verbele.

Nous concluons que notre système d'analyse qui donne la validation de la structure de la lexie verbale et son analyse de bons résultats.

## Conclusion générale

Le traitement automatique de l'Arabe est un domaine de recherche stimulant. Il combine en effet plusieurs défis intéressants, parmi lesquels on peut citer la complexité morphologique de la langue, l'objectif du traitement automatique des langues est la conception de logiciels capables de traiter de façon automatique des données exprimées dans une langue dite « naturelle ». Les langues naturelles se fondent sur des règles grammaticales, syntaxiques et morphologiques. Le niveau de difficulté et de complexité dépend de la langue elle-même.

Lors de l'analyse du langage, les premiers grammairiens arabes n'ont pas confondu la structure grammaticale de la lexie avec les concepts qui se réfèrent aux seules significations. Ils ont jugé nécessaire de procéder à l'analyse du langage à partir du lexique sans recourir au sens souhaité. Il semble que les premiers grammairiens arabes aient commencé à étudier la lexie puis le sens, car le sens est compris dans la lexie. Les arabes ont distingué la lexie du sens [46].

Les premiers grammairiens arabes ont commencé par analyser le langage à partir du niveau de lexie : le niveau auquel sont déterminées l'unité sémiologique et l'unité communicationnelle [47].

Nous pouvons dire que les premiers grammairiens arabes ne sont pas passés du niveau des mots, et de la phrase, mais du niveau de la lexie : le niveau central, en tant que plus petite unité du langage, qui être séparé et indivisible [48].

La principale contribution de ce travail est de développer la première phase de l'analyseur de grammaire pré-groupe pour la langue arabe basée sur l'analyse formelle des lexies arabes.

Cette travail construit la lexie verbale en arabe qui contient les verbes au présent et au passé, et applique un algorithme basé sur une approche algébrique pour vérifier les lexies verbales arabes.

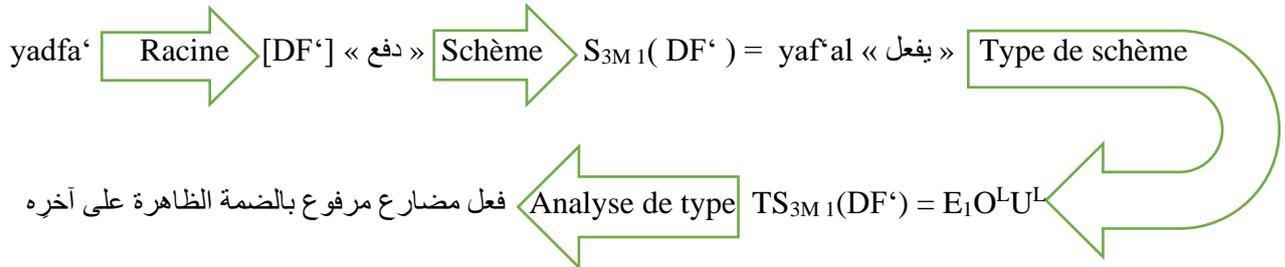
A l'avenir, grâce à l'outil développé, l'analyseur peut être complété afin d'analyser plus de lexies arabes telles que les verbes transitifs et les verbes intransitifs, des verbes à quatre consonnes ...etc.

Exemples de la lexie verbale :

$L_{KJI}(V) = \text{sawfa} + \text{yadfa}' + u + \text{hu} \rightarrow \text{sawfa yadfa}'\text{uhu} \text{ سوف يدفعُهُ}$

$TL_{KJI}(V) = (E_4 E^L_1)(E_1 O^L U^L)(U)(O)$

$TL_{KJI}(V) = E_4 (E^L_1 E_1) (O^L (U^L U) O) = E_4 \{ \text{lexie verbale au futur} \}$



Grace à cet outil qui vérifie la structure de la lexie verbale, on peut aussi fournir une analyse intraléxicale de la lexie verbale, comme on peut fournir les arbres syntaxiques de ces lexies. De la même manière, les structures des lexies nominales peuvent être vérifiées ...

## Références bibliographiques

- [1] : Abd El Salam AL HAJJAR, "extraction et gestion de l'information a partir des documents arabes", thèse de Doctorat, UNIVERSITE PARIS VIII, SAINT DENIS ,2010.
- [2] : <http://www.anti-k.org/2015/07/29/conjoncture-economique-dans-le-monde-arabe-les-ide-en-baisse-de-8/>, heure:17 :15, date : 01/10/2019
- [4] : <http://dictionnaire.sensagent.leparisien.fr/Alphabet%20arabe/frfr/>, dictionnaire.sensagent.leparisien, heure : 15 :20date :07/10/2019
- [5] : BENZATER Nebia, « Analyse Morphologique du Texte Arabe pour Son Indexation Sémantique », Université des Sciences et de la Technologie - Mohamed Boudiaf – Oran, 2014-2015
- [6] : Amrouche Aissa, « Contribution à l'amélioration du signal de synthèse dans un système TTS pour la langue Arabe », Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 09/02/2017.
- [7] : Azzeddine Lazrek, « Vers un système de traitement du document scientifique Arabe », Université Cadi Ayyad, 18 février 2002.
- [8] : Saadane Houda, « Le traitement automatique de l'Arabe dialectalisé : aspects méthodologiques et algorithmiques » UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES, 14 décembre 2015.
- [9] : Chouchaoui Maissa, Mme.Brahimia, Yamna Affaf, « Détection Automatique De La Cohésion Lexicale Entre Phrases Dans Les Textes Arabes » Université de Djilali BOUNAAMA KHEMIS MILIANA. 01/06/2016.
- [10] : Mohamed Yaakoubi « Sur l'étude et la réalisation d'un système de justification du e-document scientifique multilingue » UNIVERSTE CADI AYYAD 2009
- [11] : MAROUF ARAIBI Mohammed el amine, ABDELMOUMENE Imene L'automatisation de la segmentation thématique de textes arabes, 2016/2017.
- [14] : Baloul Sofiane « Développement d'un système automatique de synthèse de la parole à partir du texte arabe standard voyellé ». Université de Maine, France, le 27 mai 2003.
- [15] : Ed-dariouache Adnane, " Etude et réalisation d'un analyseur morphologique de la langue Arabe", université Sidi Mohamed Ben Abdellah" ,24 juin 2015.

- [16] : Ahmed Al-hamlawi, "شذا العرف في فن الصرف", livre publié en 17 décembre 2005
- [17] : Mostapha Al-Glayini, "جامع الدروس العربية", livre édité en 2007 en Bierut, Lebanon.
- [21] : Souhir Gahbiche-Braham , Amélioration des systèmes de traduction par analyse linguistique et thématique Application à la traduction depuis l'arabe , thèse de doctorat en informatique, soutenue le 30 Septembre 2013, École Doctorale d'Informatique, Université Paris Sud.
- [22] : Larkey L. S., Ballesteeros L. and Connell M., improving stemming for Arabic information retrieval: light stemming and co-occurrence analysis, in proceeding of the 25th annual international conference on research and development in information retrieval (SIGIR 2002), tampere, finland, august 2002, pp.275-282.
- [23] : <https://www.al-dirassa.com/lessons/la-phrase-nominale-et-la-phrase-verbale-en-arabe-lecon-8/> , al-dirassa heure :21 :00, date : 08/10/2019
- [25] : Slim MESFAR, " Analyse Morpho-Syntaxique Automatique et Reconnaissance des entités nommées En Arabe Standard", thèse de Doctorat présenté en 24 Novembre 2008, Université De Franche-Comté.
- [27] : Abd El Salam AL HAJJAR, "extraction et gestion de l'information a partir des documents arabes", thèse de Doctorat, UNIVERSITE PARIS VIII, SAINT DENIS ,2010.
- [28] : Sanan, M., " Etude Des Methodes De La Recherche D'information Et De L'indexation Sur Les Documents Electroniques : Cas De La Langue Arabe", UNIVERSITE PARIS VIII - SAINT DENIS, 2008.
- [29] : Aissa Bourezg, « Implémentation d'une méthode d'analyse morpho-lexicale pour la langue Arabe basée sur la position des lettres », Université Mohamed Boudiaf - M'sila, 30/01/2018.
- [30] : BENZATER Nebia, « Analyse Morphologique du Texte Arabe pour Son Indexation Sémantique », Université des Sciences et de la Technologie - Mohamed Boudiaf – Oran, 2014-2015
- [32] : Fouad Soufiane Douzidia, Résumé automatique de texte arabe, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de M.Sc en informatique, Université de Montréal, Septembre, 2004

- [33] : Université de Ferhat Abbess, Algérie, Juin 2007. ben gharbia, 2011, les schémas de phrases en arabe et en française. Revue syntaxe et sémantique 1/2011 n0/12. Caim, info, 49-72.
- [34] : J-H. JAYEZ, Compréhension automatique du langage naturel le cas du Groupe nominal en français, Masson, 1985
- [35] : Une brève introduction à l'analyse syntaxique en grammaire générative.  
<http://linguistes.com/syntaxe/roberge/>.
- [37] : <https://www.institut-anwar.fr/conjugaison-arabe-a-l-inaccompli/>, institut-anwar, heure :12 :30, date : 09/10/2019
- [38] : <https://monsieurboursier.fr/arabe/grammaire/verbe/temps/passif.html>, monsieur boursier, heure :10 :15, date :08/10/2019
- [40] : Fouzia Badaoui, Les troubles de la denomination de la lexie verbale : Analyse linguistique de son fonctionnement chez les aphasique de broca arabophones. Centre de recherche scientifique et technique pour le développement de la langue arabe, 2016
- [41] : Hadj Salah Abderrahman, Linguistique générale et linguistique arabe : essai d'épistémologie du ilm al- arabiyya, Sorbonne 1979, tome 2, PP 212-228 , P 27 « Linguistique et phonétique arabes », Al-Lisāniyyāt, nmr 8, 2003
- [42] : [Buszkowski] Wojciech Buszkowski, Lambek Grammars based on pregroups, in: P. de Groote et al., editors, Logical Aspects of Computational Linguistics, LNAI 2009, Springer, 2001
- [43] : Buszkowski, W., Lambek grammars based on pregroups. In P. de Groote, G. Morrill and C. Retoré (eds.), Logical Aspects of Computational Linguistics, 95-109, Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- [44] : Cardinal, K., An algebraic study of Japanese grammar, Master's Thesis, McGill University, Montreal 2002.
- [45] : Dans A. Lecomte, Type Grammars as Pregroups JOACHIM LAMBEK McGill University, Department of Mathematics, 805 Sherbrooke Street W., Burnside Hall, Montréal QC, Canada
- [46] : سيوييه: الكتاب، ج 1، ص 02-01
- [47] : عبد الرحمن الحاج صالح : بحوث و دراسات في اللسانيات العربية، ج 1، ص 326

صالح بلعيد: اللغة العربية العلمية، دار هومة للطباعة و النشر و التوزيع الجزائر، طبع في 2004. ص 111. : [48]

[49] : Joachim Lambek, *Type Grammar Revisited*, Logical Aspects of Computational Linguistics (1999)