

DICTAR

Logiciel de dictée pour les élèves du cycle élémentaire

BENBELLIL Khoudir
DROUA-HAMDANI Ghania
FERRAT Kamel
CRSTDLA, Alger

Résumé

Le projet DICTAR (DICTation of ARabic) vise à contribuer au développement dans le domaine des NTIC par la mise au point d'un logiciel de dictée pour les élèves du cycle élémentaire. Il s'agit d'une dictée supervisée par ordinateur, qui s'effectue à travers une lecture automatique de textes arabes, grâce à un lecteur automatique de textes arabes et nombres. DICTAR dispose d'une interface conviviale et attractive dotée d'animations et de messages vocaux, mettant l'enfant apprenant dans une ambiance propice à une bonne assimilation.

1. Introduction

Les Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication NTIC ont envahi aujourd'hui presque tous les domaines de notre vie quotidienne: la téléphonie mobile, la médecine, l'industrie numérique, le commerce, etc. Ces nouvelles technologies qui évoluent de jour en jour, se sont imposées et ont atteint toutes les sphères de développement socio-économique. Leur impact dans la société contemporaine est considérable. Il est donc naturel et logique de penser que ces nouvelles technologies recèlent un potentiel intéressant, pouvant être mis à profit dans le milieu scolaire afin de motiver les élèves à l'apprentissage des langues (Karsenti & Collin, 2013; Pelgrum & Law, 2004).

L'intégration des NTIC dans le processus de l'enseignement et de l'apprentissage des langues à l'école est devenue une nécessité incontournable et ne pourra échapper ou rester indifférente au processus d'informatisation de la société contemporaine. L'apprentissage des langues doit nécessairement s'adapter et bénéficier des évolutions toujours plus rapides du monde des NTIC. Il faudra tout de même faire attention et imposer certaines limites, car avec la prolifération des logiciels éducatifs, les enfants pourront développer une "cyberdépendance. En d'autres termes, l'outil informatique doit servir un projet didactique rigoureusement mis au point par le professeur, dans le cadre de la formation classique à l'école. Les NTIC doivent s'intégrer aux activités pédagogiques courantes. *Le professeur reste encore une grande source non négligeable de connaissances, mais à l'ère des NTIC et de l'internet, il n'est plus le seul à avoir le monopole de ces connaissances.*

Pour l'apprentissage de la langue arabe, peu de travaux ont été réalisés dans le domaine de l'exploitation des NTIC. Ainsi, nous avons essayé, à travers le projet que nous présentons dans cet article, d'apporter notre contribution dans le domaine. Pour cela, nous avons mis au point un logiciel de dictée pour les élèves du cycle élémentaire, dénommé DICTAR (**DI**CTation of **AR**abic). Il s'agit d'une dictée supervisée par ordinateur, qui s'effectue à travers une lecture automatique de textes arabes, grâce à la présence, en arrière plan, d'un lecteur automatique de textes et nombres dénommé ARPHON et mis au point au niveau du laboratoire de phonétique et traitement automatique du CRSTDLA.

Cette technique d'apprentissage de la langue arabe, de part son aspect attractif, peut remédier considérablement aux problèmes, notamment d'inattention et quelques fois de rejet, que connaît l'élève face à son professeur lors des séances de

cours à l'école. Grâce à cette dictée supervisée par ordinateur, l'élève apprend seul tout en s'amusant.

DICTAR dispose d'une interface conviviale et attractive au moyen d'animations et de messages vocaux, mettant l'élève dans une ambiance propice à une bonne assimilation.

DICTAR est un support éducatif et attractif dont les atouts sont:

- l'interactivité (animations, effets sonores, etc.);
- la flexibilité (adaptation au niveau scolaire);
- le libre choix du texte à dicter grâce à la lecture automatique de textes;
- le suivi de la progression de l'élève grâce à un module d'évaluation (en phase de conception);
- la Solution au problème de la réticence des élèves envers cette matière.

Les objectifs principaux visés, à travers ce projet, sont respectivement:

- L'amélioration du niveau de l'apprentissage de la langue Arabe Standard;
- La généralisation de l'utilisation quotidienne de la langue Arabe Standard;
- L'exploitation des TIC et la familiarisation de l'enfant avec ces technologies.

La section 2 est une brève introduction aux diverses notions connues de l'Arabe Standard (AS) et aussi un prélude à la présentation du module de traitement de textes qui est une phase importante dans la préparation à la lecture automatique de ces textes. Ce module avec le module de la synthèse de la parole, sont responsables des deux principaux processus de fonctionnement du logiciel DICTAR, à savoir, le traitement

textuel et sa conversion en parole synthétique. Nous traitons uniquement les textes voyellés dont la lecture automatisée est assez simple. En section 3, nous décrivons d'une manière succincte la lecture automatique de textes. Dans la section 4, nous décrivons la génération de l'onde acoustique correspondante au texte. Dans la section 5, nous décrivons en détails le fonctionnement de la dictée supervisée par DICTAR et l'article est clôturé par une conclusion.

2. Notions sur l'Arabe Standard

L'arabe est une langue sémitique (Janet & Watson, 2002). Les mots de l'arabe sont composés de consonnes (حروف) et de voyelles (حركات). Contrairement aux langues latines, les textes arabes sont généralement dépourvus de signes diacritiques, représentant les voyelles, et s'écrivent et se lisent de droite à gauche. L'absence des voyelles dans la plupart des textes écrits, est une source d'ambiguïtés assez difficiles à surmonter. Dans cet article, nous ne traitons que des textes voyellisés.

L'arabe standard (AS) comprend 34 phonèmes dont 6 sont des voyelles (3 voyelles courtes et leurs versions longues (حركة ممدّ)). C'est une langue consonantique contrairement à l'Anglais ou le Français qui présentent beaucoup plus de voyelles. Elle se compose d'un certain nombre de symboles ou graphèmes que nous résumons comme suit:

- 28 consonnes ;
- trois voyelles brèves /a/, /i/ et /u/ ;
- trois voyelles longues /ā/, /ī/ et /ū/ (également transcrite /a:/, /i:/ et /u:/) ;
- le 'sukūn' (سكون) symbolisé par un petit rond (°) apposé sur une consonne lorsque celle-ci n'est liée à aucune voyelle (بَعْدَ) ;
- la 'chadda' /ّ/ pour désigner les consonnes géminées.

Les trois signes représentant des voyelles dédoublées qui apparaissent **à la fin des noms indéterminés** se prononcent comme les voyelles ordinaires correspondantes suivies du son nasal /n/. Cette représentation qu'on appelle /tanwīn/ n'apparaît jamais avec l'article de détermination "ألّ" placé en début du **nom**. Les symboles de /tanwīn/ sont respectivement:

- /an/ : signe َ (بَ /ban/).
- /un/ : signe ُ (بُ /bun/).
- /in/ : signe ِ (بِ /bin/).

En Arabe Standard, toute voyelle suit une consonne et toute consonne est suivie d'une voyelle ou **d'une consonne au plus**. La première des deux consonnes est alors suivie d'un sukun explicite (سكون حِيّ). Lorsqu'une consonne est suivie d'une voyelle longue, le harf représentant l'allongement (المَدّ) de la voyelle, c'est-à-dire l'un des trois huruf (ا،و،ى) est implicitement suivi d'un sukun virtuel ou implicite (سكون ميّت) (Droua-Hamdani G. 2004, Ferrat K. (2000).

3. Lecture automatique de textes

Pour convertir un texte en parole, on décompose le texte à lire en segments. Chacun de ces segments possède sa contrepartie sonore dans un dictionnaire appelé **dictionnaire acoustique**. Il suffit alors d'aligner ces segments sonores les uns à la suite des autres pour obtenir le signal global correspondant au texte en entrée.

Au préalable, il est nécessaire de transcrire le texte dans un code approprié (que nous avons désigné sous le nom « ARPHON »). Ce code possède la propriété importante de faire correspondre **à chaque graphème arabe un et seul caractère** comme le stipule le tableau ci-dessous :

Harf en Arabe	Code ARPHON	Harf en Arabe	Code ARPHON
ء	?	ك	k
ب	b	ل	L
ت	T	في لفظ الجلالة الله	L
ث	Ç	م	m
ج	G	ن	n
ح	H	ه	h
خ	K	و	w
د	d	ي	y
ذ	D	فتحة	a
ر	R	ضمة	u
ز	Z	كسرة	I
س	S	فتحة + مد	A
ش	C	ضمة + مد	U
ص	\$	كسرة + مد	I
ض	µ	فتحة + تنوين	@
ط	T	ضمة + تنوين	&
ظ	£	كسرة + تنوين	=
ع	§	مد	~
غ	E	شدة	*
ف	F	#	Virgule
ق	q	# #	Point

Table. 1 : Code ARPHON pour la transcription des polysyllabes (Benbellil et al., 2003).

Les caractères du code ARPHON en gras ('@', '&', '=', '~', '*') ne participent pas à la nomenclature des unités sonores du dictionnaire acoustique. Par conséquent, il faudrait opérer certaines règles de lecture permettant l'élimination de ces caractères dans le treillis phonétique final tout en conservant l'intégralité du message linguistique.

3.1 Règles de lecture

Pour qu'un texte soit lu, il faut suivre un ensemble de règles de lecture permettant de passer du texte codé brut vers un texte à même d'être décomposé en segments significatifs c'est-à-dire les segments répertoriés dans le dictionnaire acoustique du programme de lecture automatique. Par exemple le mot 'الولدُ' une fois codé donne le syntagme /~lwaladu/. Ce syntagme ne peut être lu car dans le dictionnaire acoustique, il n'y a pas de

segment sonore portant une étiquette comportant le symbole ‘~’ (alif). En appliquant la règle de la détermination (du déterminant ‘ال’), ce syntagme est transformé en /?alwaladu/ qui peut être décomposé en /?a+alwa+ala+ad+du/. Toutes les unités figurant dans cette décomposition sont répertoriées dans le dictionnaire acoustique et la lecture du mot devient donc possible.

Dans notre étude, nous avons considérée quatre règles de lecture :

- La règle de la détermination (التعريف)
- La règle du tachdid (التشديد)
- La règle du tanwin (التنوين)
- La règle du madd (المد)

Cette liste n’est certainement pas exhaustive mais présente les règles les plus pertinentes pour une lecture correcte.

3.2 Mots d’exception

Certains mots de la langue arabe ne sont pas assujettis à ces règles et ce pour des considérations autres que linguistiques comme par exemple les adjectifs démonstratifs (أسماء الإشارة). Ces mots peuvent être recensés dans une liste et remplacés durant l’étape du codage du texte par leur prononciation correcte. La même idée prévaut pour la lecture des acronymes.

4. Génération de la parole synthétique

Pour générer l’onde acoustique correspondante au texte écrit, plusieurs méthodes et techniques existent (Lemetty, 1999). Notre choix s’est porté sur la concaténation de polysons qui sont des diphones généralisés. Le diphone est défini comme le segment du signal parole allant de la partie stable (spectralement) d’un phonème jusqu’à la partie stable du phonème adjacent (Emerard, 1977), alors que le polyson est le segment allant d’une partie stable (au sein d’un phonème)

jusqu'à la partie stable suivante (qui peut se trouver au delà du phonème adjacent). Par conséquent, un polyson peut couvrir plusieurs phonèmes (d'où le nom). En effet, l'expérience montre que certains phonèmes comme les liquides et les semi-voyelles ne présentent pas de partie stable (ou suffisamment stable). Ils sont donc tout simplement épargnés par la segmentation (Figure 1).

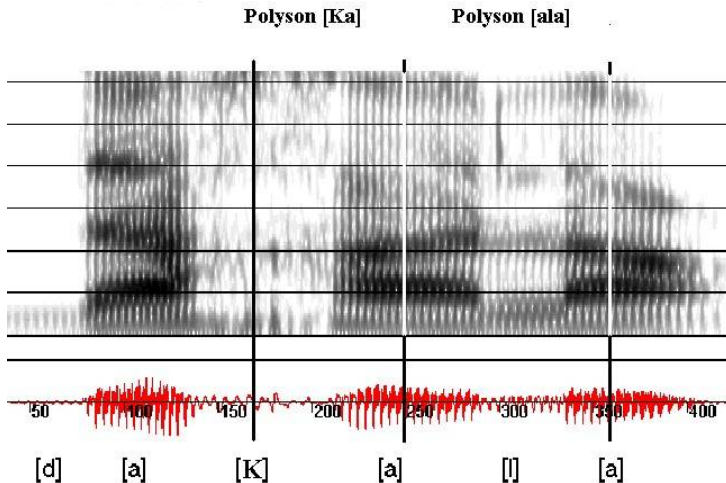


Figure 1. Extraction d'un polyson à partir de l'enregistrement d'un logatome (Benbellil, 2005).

4.1 Dictionnaire acoustique

Le dictionnaire acoustique englobant les polysons est la pièce maîtresse du synthétiseur de parole. Par conséquent, le choix de la personne (propriétaire de la voix) doit être fait minutieusement et l'enregistrement doit être effectué dans de bonnes conditions. La bande passante et la fréquence d'échantillonnage doivent aussi être bien choisies. L'inventaire des polysons (l'index du dictionnaire acoustique) que nous proposons pour notre système est listé dans la table ci-dessous. Le choix des logatomes s'est fait suivant (Guerti, 1983):

Types de polysons	Mots porteurs	Nombres de réalisations
Consonne-Consonne CC	#ta[CC]ata#	22X22 = 484
Silence-Consonne #C	#C]ata#	22
Consonne Silence C#	#kata[C#]	22
Voyelle-Silence V#	#katat[V#]	6
Voyelle Consonne VC	# ?at[VC]a#	22X6 = 132
Consonne-Voyelle CV	#a[CV]ta#	22X6 = 132
Voyelle-Transitoire-Voyelle VTV	# ?at[VTV]ta#	6X6X6 = 216
Voyelle-Transitoire-Consonne VTC	# ?at[VTC]a#	6X6X22 = 792
Silence-Transitoire-Voyelle #TV	#TV]ta#	6X6 = 36
Voyelle-Transitoire-Silence VT#	#katat[VT#]	6X6 = 36
Voyelle-Transitoire-Transitoire-Voyelle VTTV	# ?at[VTTV]ta#	6X6X6X6 = 1296
Consonne-Transitoire-Voyelle CTV	# ?a[CTV]ta#	6X6X22 = 792
Les unités [aLLA] et [uLLA] pour le mou. (الله)		2
		Total : 4100

Table 2. Inventaire des polysons préconisé pour DICTAR

5. Interface de DICTAR

L'interface du logiciel DICTAR a mérité une attention particulière étant donné que l'utilisateur final est un enfant. Aussi, agrémentée d'un ensemble de boutons, l'interface centrale du logiciel DICTAR est peu encombrante et agréable d'utilisation. En effet, elle donne l'opportunité à l'utilisateur de modifier plusieurs aspects de l'interface selon son choix. D'une

manière générale, l'interface de saisie (l'ardoise) est articulée autour de trois parties :

5.1 Panneau de présentation

La partie supérieure de l'interface est dotée d'un panel d'affichage, où sont logés plusieurs labels visibles ou cachés, permettant ainsi de spécifier la dictée : inscription automatique de la date d'utilisation de DICTAR et affichage du titre du texte choisi pour la dictée. Une actualisation de ces données est effectuée à chaque ouverture du logiciel.

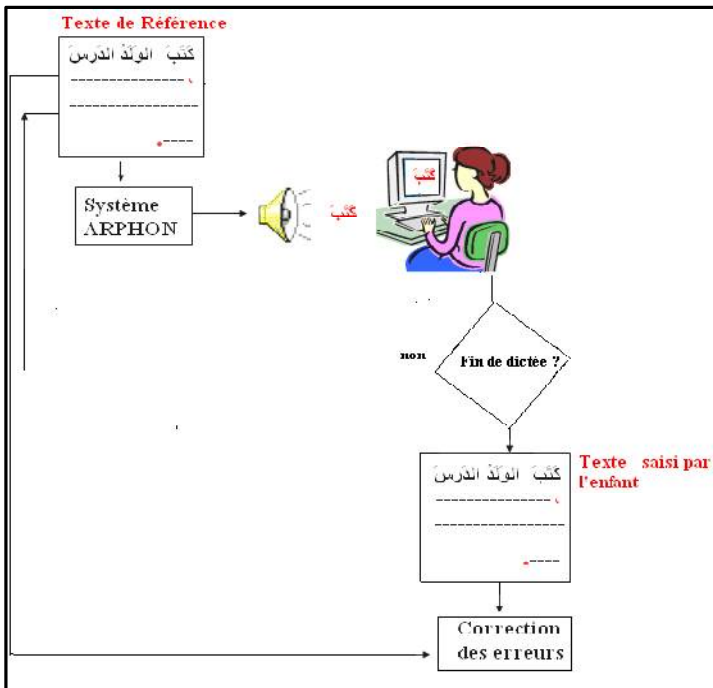


Figure 2 : Principe de la dictée supervisée par ordinateur

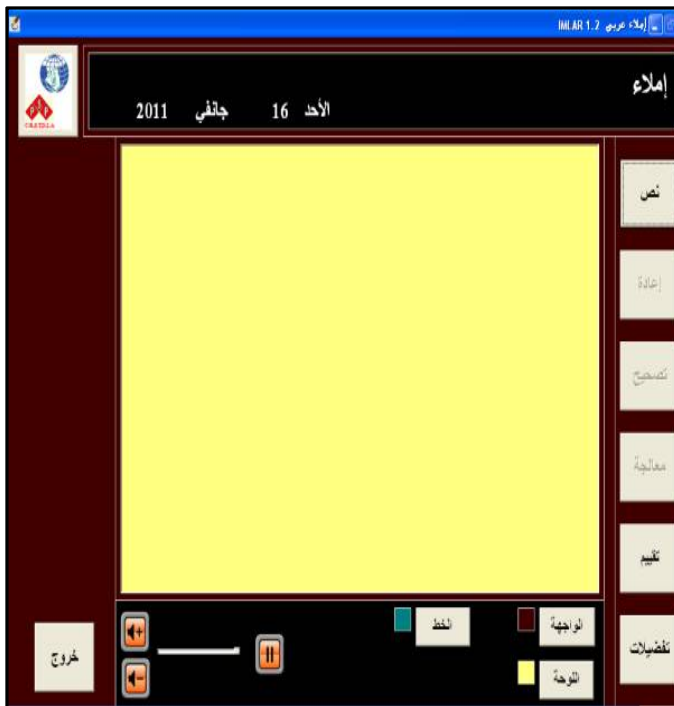


Figure 3 : Interface de DICTAR

5.2 Panneau de configuration

Cette partie, située en dessous de l'ardoise, donne la possibilité à l'enfant de personnaliser son environnement de travail et ce en lui offrant un ensemble d'objets permettant de modifier l'apparence de l'interface. En effet, grâce à l'intégration de palettes de couleurs et de polices, il est possible d'intervenir sur la couleur de l'interface (الواجهة) et de l'ardoise (اللوحة) ainsi que sur la couleur, la taille et le style de la police (الخط) utilisés dans l'écriture du texte saisi. De même, l'application permet à l'enfant de saisir la dictée en utilisant soit un clavier matériel ou bien un clavier virtuel. Cette option (clavier virtuel) palie la difficulté éventuelle de l'enfant à utiliser le clavier classique

notamment lors de la saisie de certaines consonnes comme al Hamza, les voyelles, chedda, etc. De même qu'il affiche les caractères usuels de ponctuation ainsi que quelques touches de contrôle comme la barre d'espacement et les touches de suppression. Les deux claviers virtuel et matériel s'excluent mutuellement.

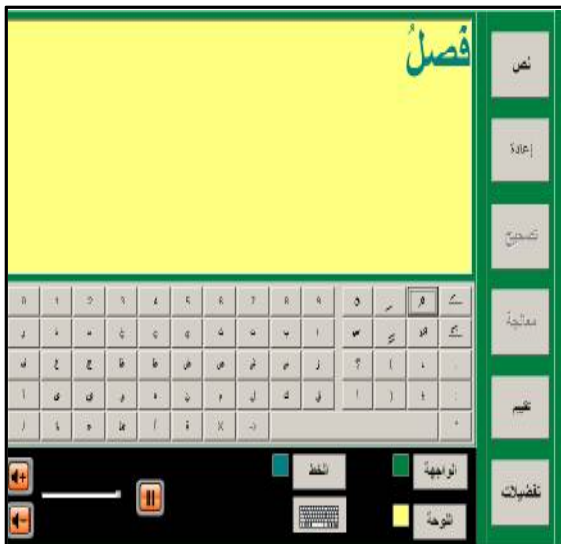


Figure 4 : Clavier virtuel

Par ailleurs, l'apprenant a le contrôle total sur l'aspect sonore de la dictée générée en par le système automatique de lecture ARPHON présenté dans la section 4. En effet, par l'introduction d'un « *trackbar* », non seulement celui-ci intervient sur le volume sonore mais aussi il peut interrompre sa dictée momentanément où bien l'arrêter et ce par le biais d'un bouton imagé pause/lecture.

5.3 Panneau de fonctions

La dernière partie (à droite de l'ardoise), représente un panel composé d'un ensemble de boutons gérant l'ensemble des fonctionnalités et options qu'offre le logiciel, telles que :

- Choix des textes à dicter (نص) ;
- Recommencement de la dictée (إعادة) ;
- Correction des erreurs (تصحيح),
- Traitement des erreurs (معالجة) ;
- Evaluation suivie de la progression de l'élève (تقييم).

5.4 Démarrage

Le démarrage de DICTAR commence par l'affichage d'une image introduisant l'application. Cette dernière est accompagnée par l'émission d'un message vocal de bienvenue invitant l'utilisateur à exploiter le logiciel. Durant cette phase, une lecture en arrière-plan d'un ensemble de fichiers de configuration et de sauvegarde est exécutée. Cette manœuvre permet de parer à deux éventualités:

- Démarrage d'une nouvelle dictée.
- Reprise d'une dictée volontairement interrompue lors d'une utilisation antérieure de DICTAR (après fermeture). Dans ce cas de figure, un message vocal est émis ainsi qu'une boîte de dialogue apparaît simultanément au redémarrage de l'application pour demander à l'utilisateur s'il souhaite reprendre la dictée inachevée.

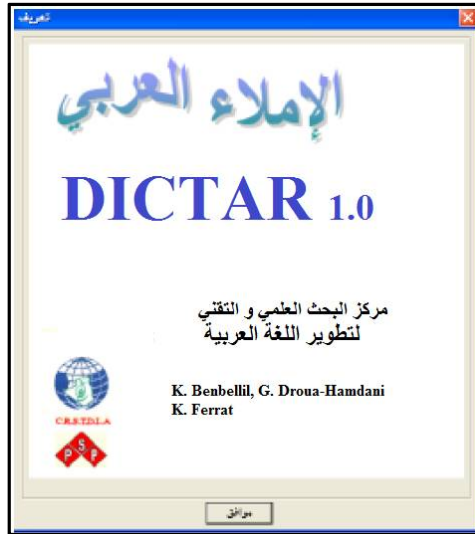


Figure 5 : Démarrage de DICTAR

Dès le démarrage de l'application, l'interface principale de DICTAR est prête pour être exploitée. En effet, l'utilisateur est invité à choisir un texte de référence pour la dictée et ce en cliquant sur le bouton (نص) du panneau de fonctions. Les boutons relatifs à la correction (تصحيح) et traitement des erreurs (معالجة) sont désactivés. Le texte sélectionné, le système commence à dicter le premier mot. Ce dernier est répété à intervalle de temps régulier jusqu'à ce que l'élève ait fini de le saisir. Une fois que l'apprenant appuie sur la barre d'espacement, le mot ou le symbole de ponctuation suivant est dicté par ARPHON, laissant ainsi à l'enfant un temps suffisant pour le transcrire. Ce procédé est reproduit jusqu'à l'émission du message sonore (نقطة انتهى) par ARPHON signalant ainsi la fin de la dictée. Durant tout le processus de la dictée, le logiciel accorde à l'enfant la possibilité de la recommencer grâce au bouton (إعادة). En appuyant sur le bouton (تصحيح), une seconde zone d'édition, contenant le texte de référence, apparaît. Une comparaison entre le texte écrit par l'apprenant et le texte de

référence se fait. Une note accompagnée d'un personnage animé (GIF) sont automatiquement affichés suite au comptage d'erreurs commises. Le bouton (معالجة) sert d'assistance à l'enfant. En effet, il permet de traiter les erreurs en affichant les règles grammaticales et orthographiques y afférentes. Quant au bouton (تقييم), il permet d'afficher la progression de l'apprenant au cours de ses dictées.

DICTAR peut être doté d'une librairie contenant un ensemble de textes arabes préalablement choisis et prêts à être dictés appelés textes de référence. Ces textes sont accessibles par le bouton (نص) qui permet l'affichage d'une boîte listant tous les titres disponibles dans la librairie. En cliquant sur le titre choisi, puis sur le bouton (موافق), ce dernier apparaît immédiatement dans le panneau de présentation annonçant le début de la dictée.

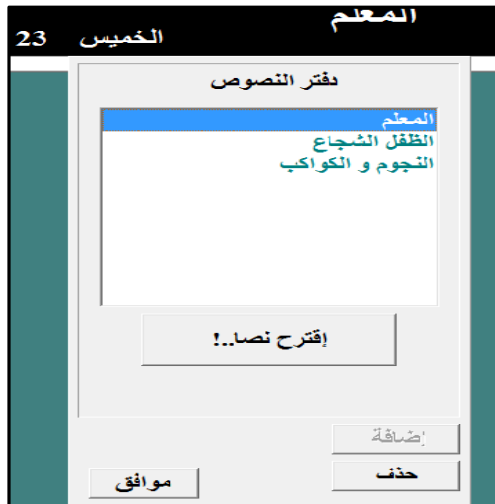


Figure 6 : Choix d'un texte à partir de la librairie de DICTAR

Par ailleurs, la librairie est modifiable grâce aux deux boutons (حذف / إضافة) qui permettent de supprimer des textes existants ou de rajouter d'autres textes inédits. Dans ce dernier cas de

Figure(texte inédit), le bouton (اقترح نصا) offre la possibilité de choisir un texte à partir d'une boîte de dialogue et d'insérer le titre correspondant dans une zone d'édition, titre qui sera aussitôt ajouté à l'ensemble des titres listés dans la librairie et affiché simultanément dans l'entête de l'interface principale de DICTAR.

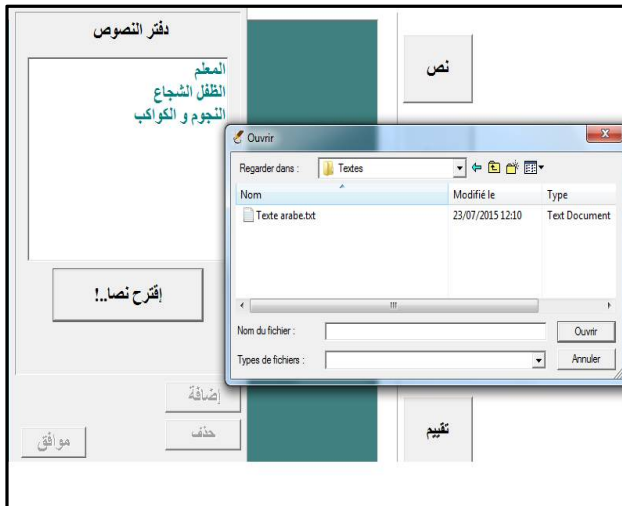


Figure 7 : Proposition d'un nouveau texte

En somme, l'utilisation d'ARPHON par DICTAR confère à ce dernier une flexibilité d'utilisation et une originalité qui se manifestent dans la liberté totale qu'à l'utilisateur de disposer des textes disponibles pour peu qu'ils soient écrits en Arabe standard voyellé. Aussi, il lui est possible de :

- ajouter/supprimer des textes à volonté et par conséquent renouveler continuellement la librairie.
- choisir les thèmes des textes à traiter selon le niveau scolaire et l'intérêt de l'enfant.
- cibler la dictée en palliant les lacunes orthographiques, grammaticales, etc., de l'enfant.

5.5 Animations

L'insertion de personnages animés dans DICTAR, vise à rendre l'application plus attrayante, voire amusante. En effet, la dictée est un moyen incontestable pour tester la maîtrise des règles grammaticales et orthographiques de l'enfant, elle devient de ce fait une matière souvent redoutée. Ces animations apparaissent lors de la phase de correction de la dictée. A cet effet, plusieurs fichiers GIF ont été ajoutés en fonction de la note attribuée: *très content* et *content* lorsque la dictée est concluante, *déçu* dans le cas contraire (Figure 6).

Par ailleurs, le GIF animé « *énervé* » peut aussi apparaître dans la phase de dictée lorsque le temps de répétition du mot à saisir s'allonge au-delà de la normale.

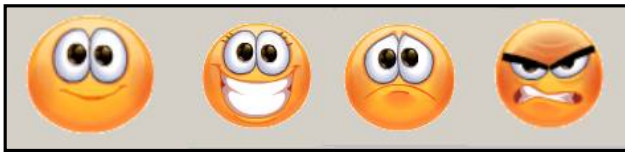


Figure 6 : Les animations de DICTAR

5.6 Notation de l'épreuve de dictée

Une fois la dictée terminée, DICTAR compare le texte saisi par l'élève et le texte original grâce à deux listes situées en arrière-plan: une liste formée à partir du texte de référence, et une autre (liste de l'élève) créée à partir du texte saisi par l'élève. Suite à cette comparaison, une note, accompagnée de l'apparition d'un GIF animé lui sera attribuée (Figure 7). L'expression de calcul de la note est:

$$N = 20 \times \frac{N_m - N_{err}}{N_{err}}$$

où N_m est le nombre total des mots et N_{err} est le nombre des erreurs commises par l'élève. Dans le cas où un écart, entre les deux listes en termes de nombres de mots, est enregistré,

DICTAR émet un message vocal d'avertissement signalant à l'élève que son travail est incomplet. Le barème des notes peut être affiné en distinguant les erreurs commises sur les voyelles de celles sur les consonnes, selon le niveau de l'élève. Les gifs animés changent d'expression selon la note (N) obtenue:

- Très content pour $N > 12$,
- Content pour $10 < N < 12$,
- Déçu pour $5 < N < 10$.



Figure7 : Notation de la dictée

5.7 Correction et évaluation

L'élève peut quitter l'application à tout moment. Dans le cas où son travail est terminé, DICTAR enregistre la configuration en cours dans le fichier de configuration et se ferme. Dans le cas où l'élève quitte inopinément son travail, celui-ci n'est pas perdu pour autant car DICTAR, après émission d'un message d'avertissement, se charge d'enregistrer également le travail de l'élève pour être repris ultérieurement s'il le souhaite.

Conclusion

Dans cet article, nous avons décrit le logiciel DICTAR, doté d'un système de lecture automatique de textes qui lui confère une flexibilité et une autonomie remarquables. DICTAR permet ainsi à l'encadreur (instituteur/parent ou même l'enfant lui-même) d'ajouter/supprimer des textes à volonté, choisir les thèmes des textes à traiter selon le niveau scolaire et les centres d'intérêt de l'enfant, cibler la dictée et ainsi les lacunes orthographiques, grammaticales de l'enfant, répéter les dictées, etc. DICTAR présente un aspect technologique (synthèse de la parole, techniques informatiques d'exploitation, etc.) et un aspect scientifique (utilisation intelligente des documents relatifs à la langue arabe, lesquels en dépit de leur ancienneté, sont toujours d'actualité. Nous n'avons pas manqué de pointer du doigt un aspect important de cette expérience cognitive qu'est la dictée, celui de l'amusement et de la convivialité, ce qui permet à l'enfant de s'affranchir du stress pouvant être occasionné par une pareille épreuve.

Ce projet comporte aussi une partie « sur terrain », qui consiste à tester le logiciel dans une école pilote, afin d'estimer sa capacité à aider l'enfant à apprendre la langue arabe. Par manque de temps et aussi de moyens, le projet n'existe actuellement que sous forme de prototype au sein de notre laboratoire.

Références

- BENBELLIL K. 2005. Synthèse de l'arabe standard par polysons, Mémoire de magistère, ENSLH,
- BENBELLIL K., FERRAT K., DROUA-HAMDANI G., ABBAS M. 2003. Conception et réalisation d'un lecteur automatique de textes en Arabe Standard, *Al-Lisaniyyat*, revue algérienne des sciences et technologies du langage, n°8, pp. 67-77,
- DROUA-HAMDANI G. 2004. Prédiction des durées des phonèmes de l'Arabe Standard, Thèse de Magister.

- EMERARD F. 1977. Les diphones et le traitement de la prosodie dans la synthèse de la parole, Bulletin de l'Institut de Phonétique de Grenoble.
- FERRAT K. 2000. Extraction des paramètres acoustiques en vue de la synthèse par règles de l'Arabe Standard, Thèse de Magister.
- GUERTI M. 1983. Contribution à la synthèse de la parole par diphones en Arabe Standard, Thèse de Magister.
- JANET C., WATSON E. 2002. The phonology and Morphology of Arabic, Oxford University Press.
- KARSENTI T. & COLLIN S. 2013. TIC et éducation : avantages, défis et perspectives futures, Revue scientifique virtuelle "Education et Francophonie", Université du Québec, Montréal, Canada, Vol. 1.
- LEMETTY S. 1999. Review of Speech Synthesis Technology, Helsinki University of Technology, Department of Electrical and Communications Engineering.
- PELGRUM W. J. & LAW N. 2004. Les TIC et l'éducation dans le monde – Tendances, enjeux et perspectives. Paris, UNESCO.