

PLAN

INTRODUCTION.....	4
CONTEXTE SCIENTIFIQUE	6
1. Le test MOCA.	7
a. MoCa : Historique.....	7
b. MoCa : à propos du fondateur	8
c. L'étude de validation MoCa.....	8
d. Le MoCa aujourd'hui.....	10
e. Caractéristiques du MoCa	11
f. MoCa : Avantages et limites	11
g. Description du test MOCA	13
h. Qualités métrologiques de l'échelle MoCa pour le repérage de la MA et des autres TNC en première ligne	15
2. Standardisation et validation du « Montreal Cognitive Assessment » (MoCA) à la population marocaine.	15
a. Les Auteurs.	15
b. L'étude	16
c. Objectifs.	16
d. Méthodes.	16
e. Résultats	17
f. Conclusion	18
3. Conception du test MOCA dans sa version marocaine sous forme d'application 20	
a. E-MoCA-Ma : l'idée.	20
b. Objectifs du travail et Bénéfices attendus.	20
PRESENTATION DE NOTRE APPLICATION « E-MOCA-MA »	22
1. Equipe technique	23
2. Conception de l'application	24
a. La base de données	24
b. L'interface de l'application	25
3. Présentation de l'application	25
a. La première interface	25
b. La deuxième interface	27
c. La troisième interface	28
d. Les différentes étapes du Test Moca	31

e. Les instructions	44
f. Le système de cotation	47
g. Le score final et interprétation	48
h. Stockage de l'application	52
i. Les diagnostics à évoquer devant un MoCa < 26	56
LIMITES ET PERSPECTIVES.....	57
RESUMES.....	58
BIBLIOGRAPHIE.....	62

INTRODUCTION

L'examen de l'état mental est un outil important pour évaluer le fonctionnement du cerveau, en particulier la cognition. Bien que les progrès technologiques en neuroimagerie aient permis l'observation directe du cerveau en ce qui concerne la structure, le flux sanguin, la fonction métabolique et le dépôt de protéines anormales, il n'y a toujours pas de moyen d'observer directement la fonction cognitive. Par conséquent, l'évaluation cognitive reste essentielle pour le diagnostic clinique, le suivi des patients et la recherche.

Le Montreal Cognitive Assessment (MoCA) a été conçu pour l'évaluation des dysfonctions cognitives légères. Il évalue plusieurs domaines cognitifs notamment : les fonctions exécutives, le langage, l'orientation, le calcul, la pensée conceptuelle, la mémoire, la visuoperception, l'attention et la concentration.

Le temps d'administration du test est d'approximativement 15 minutes.

Notre travail consiste en la conception du score MOCA dans sa version marocaine en une application pratique téléchargeable sur smartphones, facilitant ainsi aux praticiens la réalisation et l'intégration de celui-ci dans la pratique quotidienne.

Notre application nommée « E-MoCA-Ma », est conçue en arabe dialectal, prenant alors en compte les différentes propriétés sociolinguistiques de la population marocaine.

A travers ce travail de thèse, nous souhaitons relater notre expérience dans la création de cette application.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

1. Le test MOCA.

Lorsqu'un patient commence à présenter des troubles de mémoire ou d'autres formes de déclin cognitif ^[1], cela peut être assez stressant pour tout son entourage, sa famille, ses amis, les soignants et même les professionnels de la santé.

Quelle que soit la cause du dysfonctionnement cognitif, la découverte précoce de la nature du trouble reste primordiale afin de démarrer un traitement approprié. D'où l'importance du test MOCA ((© : Dr Z. Nasreddine sur <http://www.mocatest.org/>)^[4], outil simple permettant un diagnostic précoce mais surtout efficace permettant d'élaborer un plan de suivi et de traitement.

a. MoCa : Historique ^[3]:

- De 1992 à 2000, le test MoCA a connu de nombreuses versions et adaptations avant d'être validé pour la première fois en 2000 sur un groupe de patients. En se basant sur une évaluation neuropsychologique de référence, les sujets ont été classés comme cognitivement intacts ou déficients. Les capacités du test MoCA pour distinguer les deux groupes étaient excellentes.
- En 2003, après analyse des résultats de l'étude de 2000, quelques éléments du test ont été optimisés, et une nouvelle étude de validation a été réalisée en 2003-2004, qui a confirmé la capacité discriminatoire du test à distinguer les témoins normaux, des sujets ayant une déficience cognitive légère ou Maladie d'Alzheimer légère.
- Le test est disponible dans près de 200 pays et de nombreux centres à travers le monde sont autorisés à traduire, adapter et valider le test pour leurs différences linguistiques, culturelles et éducatives spécifiques. (Une étude de validation linguistique a été menée pour de nombreuses langues

afin de démontrer la validité du test dans la langue nouvellement traduite.)

- Pour réduire l'effet d'apprentissage de plusieurs administrations du MoCA sur une courte période de temps, des versions alternatives ont été mises à disposition.
- Le test complet a également été adapté pour les personnes handicapées, tant physiques que mentales.

b. MoCa : à propos du fondateur [3] :

- **Dr Ziad Nasreddine**, neurologue, est diplômé de l'Université de Sherbrooke, Québec, puis a bénéficié d'une bourse de recherche en neurologie cognitive / neurocomportement à l'UCLA.
- En 1992, au cours de son programme de résidence, Dr Nasreddine a remarqué le besoin d'un outil de dépistage cognitif plus complet adapté aux cliniciens et a ainsi développé son premier test de dépistage cognitif.
- En 1996, après sa bourse, il a décidé d'adapter ce test et de créer une évaluation complète beaucoup plus rapide qui est adaptée aux centres spécialisés de première ligne prenant en charge un grand nombre de patients.

c. L'étude de validation MoCa [7] :

- **Les auteurs :**
 - Ziad S. Nasreddine
 - Natalie A. Phillips
 - Valérie Bédirian
 - Simon Charbonneau
 - Victor Whitehead
 - Isabelle Collin

- Jeffrey L. Cummings
- And Howard Chertkow
- **OBJECTIFS** : Développer un outil de dépistage cognitif de 10 minutes (Montreal Cognitive Assessment, MoCA) pour aider les médecins dans la détection de troubles cognitifs légers (MCI), un état clinique qui évolue souvent vers la démence.
- **CONCEPTION** : Etude de validation.
- **CADRE** : Une clinique communautaire et un centre universitaire.
- **PARTICIPANTS** : Quatre-vingt-quatorze patients présentant les critères cliniques de MCI (mild cognitive impairment) et confirmé par des mesures psychométriques, 93 patients atteints de la maladie d'Alzheimer légère (MA) (Mini-Mental State Examination (MMSE) score \geq 17) et 90 sujets âgés témoins en bonne santé (NC).
- **MESURES** : Le MoCA et le MMSE ont été administrés à tous les participants, la sensibilité et spécificité des deux mesures ont été évaluées pour la détection du MCI et la maladie d'Alzheimer légère (MA).
- **RÉSULTATS** : En utilisant un score seuil de 26, le MMSE avait une sensibilité de 18% pour détecter le MCI, alors que le MoCA a détecté 90% des sujets MCI.

Dans le groupe MA légère, le MMSE avait une sensibilité de 78%, alors que le MoCA détectait 100%.

La spécificité était excellente pour MMSE et MoCA (100% et 87%, respectivement).

- **CONCLUSION :**

Le MCI en tant qu'entité évolue et quelque peu controversé.

Le MoCA est un bref outil de dépistage cognitif à haute sensibilité et spécificité pour la détection du MCI tel qu'il est actuellement conceptualisé chez les patients ayant un score MMSE normal.

d. Le MoCa aujourd'hui [3] :

Le MoCA est recommandé par la Conférence canadienne de consensus sur le diagnostic et le traitement de la démence pour la maladie d'Alzheimer depuis 2007 et le Consortium canadien contre les accidents vasculaires cérébraux pour les troubles cognitifs vasculaires depuis 2006.

L'étude de validation MoCA (Nasreddine et al. JAGS 2005) est identifiée par les indicateurs essentiels de la science de Thomson Reuters comme l'un des articles les plus cités dans le domaine de la recherche sur les « troubles cognitifs légers ».

Le test MoCA est utilisé dans plus de 200 pays à travers le monde.

Il fait partie des principales innovations dans la recherche sur la maladie d'Alzheimer au Canada, selon l'Institut canadien de recherche en santé (2013).

e. Caractéristiques du MoCa ^[5] :

Caractéristiques	Détails
Nom de l'outil	<i>Montreal Cognitive Assessment</i>
Acronyme	MoCA
Concepteurs	Dr Z. Nasreddine et son équipe pour la version originale et quelques autres versions en français et en anglais.
Traducteurs	Diverses versions en d'autres langues ont été élaborées par de nombreuses équipes partout dans le monde.
Année de publication	Publié en 2005
Format	Court questionnaire d'une page incluant quelques tâches que doit accomplir la personne évaluée.

f. MoCa : Avantages et limites ^[5] :

Le MoCA est un des outils de dépistage des atteintes neurocognitives légères le plus utilisé dans le monde, les nombreuses versions en faisant preuve.

Sa rapidité de passation et de cotation, l'absence de coûts pour se le procurer et l'utiliser, le nombre impressionnant de versions dans diverses langues et la facilité d'utilisation sont probablement les qualités expliquant que les professionnels de la santé y aient assez souvent recours.

Il a d'excellentes qualités psychométriques qui ont été assez largement étudiées, et ce, pour les versions dans plusieurs langues.

Il a l'avantage certain de permettre le dépistage des personnes ayant une atteinte neurocognitive légère, n'ayant pas l'effet plafond* observé avec le MMSE. C'est pourquoi il lui est de plus en plus préféré quand la personne qui doit être évaluée ne semble pas avoir d'atteinte majeure ou qu'elle n'a pas de problèmes apparents liés à son autonomie dans les activités quotidiennes.

Effet plafond*[6] : Les résultats peuvent s'avérer normaux dans les phases précoces de la maladie ou chez des patients jeunes et/ou ayant un niveau élevé de fonctionnement antérieur.

Effet plancher* : Les résultats peuvent s'avérer anormaux chez les patients sans TNC, mais présentant un niveau faible de scolarité et de fonctionnement antérieur.

Avantages : [8]

- L'administration est facile
- Juge plusieurs domaines dont les fonctions exécutives
- Sensible au TNC léger
- Correction selon le niveau de scolarité
- Versions de remplacement disponibles
- L'outil et la formation sont disponibles sur le Web et dans plusieurs langues

Limites :

- Ne permet pas à lui seul d'établir un diagnostic précis de TNC et d'en préciser le type
- Risque possible de surdiagnostiquer les TNC chez les patients ayant un niveau faible de scolarité ou de fonctionnement antérieur

g. Description du test MOCA {5} :

Le Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Fig. 1) a été conçu pour l'évaluation des dysfonctions cognitives légères.

En dix tâches, il évalue les fonctions suivantes :

- L'attention et la concentration (empan numérique et empan numérique inversé, épreuve de taping)
- Les fonctions exécutives (alternance conceptuelle, fluence phonémique, similitudes)
- La mémoire (rappel immédiat et différé de cinq mots)
- Le langage (dénomination de 3 dessins d'animaux, répétition de phrases)
- Les capacités visuospatiales (dessin d'un cube et d'une horloge)
- Les capacités d'abstraction (similitudes)
- Le calcul et l'orientation (6 questions).

Le temps d'exécution chez un sujet normal est de six minutes, et chez un sujet avec une démence légère à modérée, de 15 minutes.

Le nombre de points maximum est de 30 ; un score inférieur à 26 est considéré anormal. Cette échelle a montré plusieurs fois son bon effet test/re-test.

L'échelle est disponible sur le site www.mocatest.org/. [4]

h. Qualités métrologiques de l'échelle MoCa pour le repérage de la MA et des autres TNC en première ligne [8]

Qualités métrologiques de l'échelle MoCA pour le repérage de la MA et des autres TNC en première ligne		
Propriétés	TNC légers	MA et autres TNC majeurs
Sensibilité (%)	80-100	100
Spécificité (%)	50-76	66,7
VPP (%)	39-45,7	20
VPN (%)	93,8-100	100

Les résultats présentés ont été validés en première ligne avec un seuil diagnostique de < 26 et ils proviennent d'une revue systématique (RS) publiée par Lin et ses collaborateurs en 2013. **Seules deux études** effectuées en première ligne ont été retenues dans cette RS⁵.

2. Standardisation et validation du « Montreal Cognitive Assessment » (MoCA) à la population marocaine. [2]

a. Les Auteurs.

Abdelhak Azdad : Université Mohammed V. Faculté de Médecine et Pharmacie de Rabat, Maroc (Doctorant en Neuropsychologie Clinique)

Maria Benabdljlil : Département de neurologie A et de neuropsychologie, Hôpital spécialisé de Rabat, quartier Souissi –Rabat, Maroc (Professeur de neurologie et Neuropsychologie)

Khadija Al Zemmouri : Centre d'accueil de jour pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Quartier Nahda 2 –Rabat, Maroc (Professeur de neurologie)

Mostafa El Alaoui Faris : Centre d'accueil de jour pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Quartier Nahda 2 –Rabat, Maroc (Professeur de Neurologie et Neuropsychologie et Directeur de centre)

b. L'étude :

« Standardization and Validation of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in the Moroccan Population »

Publiée dans le « International Journal of Brain and Cognitive Sciences » en 2019 ; Vol. 8 No. 1, 2019, pp. 1-5. doi: 10.5923/j.ijbcs.20190801.01.

c. Objectifs.

Le but du travail consistait à réaliser l'adaptation et la standardisation du MoCA à la population marocaine, en tenant compte des caractéristiques démographiques différentes, c'est-à-dire l'âge, le sexe et le niveau d'éducation.

Le deuxième objectif était d'évaluer la validité prédictive du test chez les patients marocains atteints de la maladie d'Alzheimer.

d. Méthodes.

Le Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (© : Dr Z. Nasreddine 2003 à 2013 sur <http://www.mocatest.org/>) a été développé à l'origine pour repérer les sujets présentant des symptômes cognitifs légers (MCI) précessifs d'une démence, en population générale.

Il existe désormais des traductions dans plus de 20 langues dont beaucoup sont libres de droit ^[4]

La version originale de MoCA a été initialement traduite en Dialecte marocain. Sa version finale (MoCA-ma) utilisée dans cette étude contenait des changements culturels et linguistiques pour développer une meilleure compatibilité (fig. 2)

Premièrement, les auteurs ont administré le MoCA-ma à 120 participants normaux (60 hommes et 60 femmes). Tous les participants peuvent lire et parler Arabe, ils n'avaient pas d'antécédents neurologiques, neuropsychologiques, psychiatriques ou toxiques et ils avaient un fonctionnement cognitif normal. Les

sujets ont été classés en fonction de l'âge et du niveau d'éducation.

Deuxièmement, ils ont administré le MoCA-ma et le mini-examen de l'état mental (MMSE-ma) à 40 témoins sains et 40 sujets répondant aux critères diagnostiques de la Maladie d'Alzheimer MA.

Tous les patients diagnostiqués atteints de MA ont subi un examen clinique neurologique et somatique complet, tests biologiques habituels et une IRM.

e. Résultats :

Les normes MoCA-ma ont été établies en tenant compte de facteurs influents importants. En effet, les données normatives de cette version ont montré que les performances des participants normaux dépendent principalement de l'âge et du niveau de l'éducation alors que le sexe n'avait pas d'influence significative.

Les résultats de la validation ont montré que le MoCA-ma était sensible suffisamment pour détecter les troubles cognitifs chez les sujets atteints de MA.



Figure 2. The results of averages MoCA-ma total scores by age group [2]

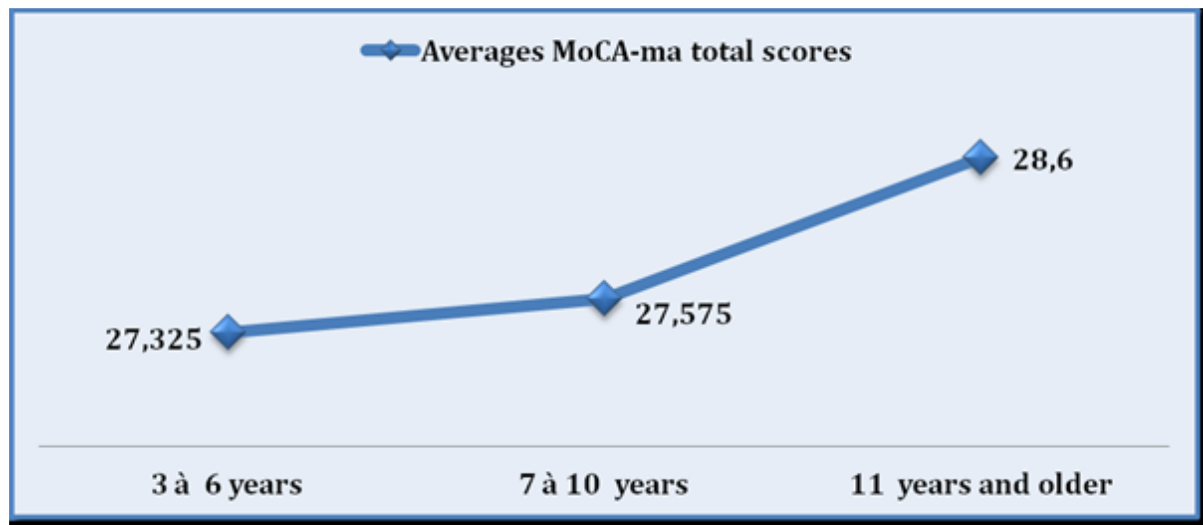


Figure 3. The results of averages MoCA-ma total scores by education level [2]

f. Conclusion :

La standardisation et la validation de la version arabe du MoCA-ma fournit aux médecins un bref outil de dépistage cognitif utile pour la détection de la MA dans les pays arabes.

Montreal Cognitive Assessment (MoCA-ma) النسخة المغربية لاختبار

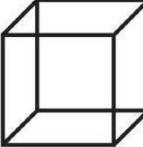
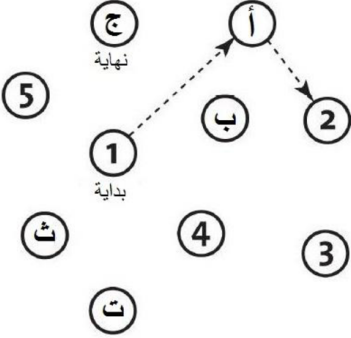
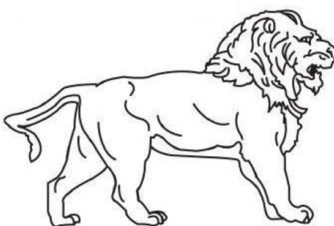
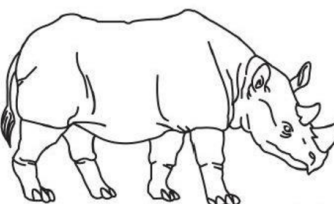
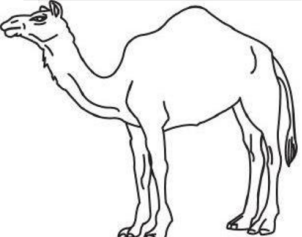
اسم المفحوص: _____		السن: _____		تاريخ الفحص: _____	
المستوى التعليمي: _____		المهنة: _____		اسم الفاحص: _____	
نقاط	رسم الساعة (11h 10 min) (3 نقاط)	نسخ المكعب	Visuo-spatial / Exécutif تنفيذي / بصري حيزي		
5\...	محيط الساعة □ أعداد □ عقارب □				
3\...	 []  []  []		2 التسمية Dénomination		
بدون تنقيط	أحمر	مسجد	ياسمين	قطن	وجه
3\...		قراءة قائمة الكلمات من طرف الفاحص ثم إعادتها مباشرة من طرف المفحوص. إجراء المحاولتين حتى ولو مرت الأولى بنجاح. إجراء التذكر بعد 5 دقائق.		3 الذاكرة Mémoire	
2\...	قراءة سلسلة الأرقام (رقم \ثانية) إعادة مباشرة للسلسلة ← 4 5 8 1 2 إعادة عكسية للسلسلة ← 2 4 7		4 الانتباه Attention		
1\...	قراءة سلسلة الحروف من طرف الفاحص ثم يجب على المفحوص أن ينقر بيده على الطاولة عند سماعه للحرف "أ". 0 نقطة عند ارتكابه لخطئين. خ ب أ ت ض ط أ س ش ص ب أ خ ج ح أ أ س أ ض ع خ أ ب []				
3\...	طرح متسلسل للرقم 7 ابتداءً من العدد 100 4 أو 5 عمليات طرح صحيحة: 3 نقاط ، 2 أو 3 عمليات طرح صحيحة: 2 نقاط ، عملية طرح واحدة صحيحة: 1 نقطة ، 0 عملية: 0 نقطة [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65				
2\...	إعادة : القَطْ كَيْتَخَبْ تَحْتِ الطَّابِلَةِ مَتَيْنِ كَيْدْخَلِ الكُتْبُ لَلْبَيْتِ [] فَتَنْعُهُمُ المُخَامِ بِالْحَجَجِ ذِيَالُو []				
1\...	السيولة اللفظية: إعطاء أكبر عدد ممكن من الكلمات التي تبدأ بحرف الباء في دقيقة واحدة (≥11 الكلمات)				
2\...	أوجه التشابه بين، مثال: ليمونة - تفاحة = فواكه		6 التجريد Abstraction		
	قطن	وجه	ياسمين	مسجد	أحمر
	[]	[]	[]	[]	[]
5\...	يجب على المفحوص تذكر الكلمات بدون مؤشر		7 التذكر Rappel		
	مؤشر "الصفن"				
	مؤشر "اختيارات متعددة"				
6\...	السنة □ الشهر □ يوم الأسبوع □ تاريخ اليوم □ المكان □ المدينة □		8 التوجه Orientation		
الحاصل الإجمالي : 30\		© Z. Nasreddine MD ; 07 Novembre 2004		www.mocatest.org	
إضافة نقطة واحدة إذا كانت سنوات التمدرس تساوي 12 سنة أو أقل		ترجمة: ازاد ع، العلوي فارس م، بن عبد الجليل م، بوطبيب ف (21 شتنبر 2019)		قسم السيكولوجيا العصبية.....مستشفى الاختصاصات - الرباط - المغرب	

Figure 4 : version MoCa-ma

3. Conception du test MOCA dans sa version marocaine sous forme d'application :

a. E-MoCA-Ma : l'idée.

Durant les stages hospitaliers d'externat et durant mes deux ans d'internat au sein du CHU Hassan II, nous avons pu constater l'usage fréquent que les étudiants et médecins font de leur Smartphones pour des fins d'apprentissage d'un côté et à leurs tâches de soins apportés aux patients d'un autre côté et ceci soit à travers l'utilisation de diverses applications médicales ou par recherche directe sur internet.

Ainsi est née l'idée de création d'une application mobile, une conception dédiée essentiellement pour les médecins résidents et spécialistes en neurologie, facilitant la pratique du test MOCA à des fins dépistage des troubles cognitifs, baptisée alors « E-MoCA-Ma »

b. Objectifs du travail et Bénéfices attendus.

- Notre application met à la disposition du médecin neurologue le test MoCa, conçu en arabe dialectal, parfaitement adapté et validé à la population marocaine et donc un rendement meilleur du test.
- Manière plus précise d'administrer et d'interpréter les données.
- Les instructions sont incluses et affichées permettent au praticien une passation plus correcte du test mais aussi plus pratique et facile.
- La version électronique du test permettra sans doute une économie de temps au cours de la consultation, au profit d'un examen clinique plus détaillé et minutieux voire plus de temps pour le raisonnement clinique.
- Scoring automatique pour des diagnostics plus précis mais surtout plus précoces.

- Elle offre une panoplie de diagnostics à évoquer en fonction du résultat du patient, permettant ainsi une meilleure démarche diagnostic et constitue un véritable aide-mémoire pour le praticien.
- Les rapports des patients peuvent également être stockés. Cette base de données peut avoir un intérêt dans le suivi, la recherche et l'enseignement

PRESENTATION DE NOTRE APPLICATION « E-MOCA-MA »

E-MoCA-Ma est une application mobile, qui appartient aux catégories des applications d'aide au diagnostic. Cette application existe aujourd'hui et est dédiée pour les professionnels de santé, notamment les neurologues.

1. Equipe technique :

E-MoCA-Ma est une application Marocaine, a pu voir le jour grâce aux efforts de plusieurs personnes :

- **Professeur BELAHSEN MOHAMMED FAOUZI** : Professeur d'enseignement supérieur en neurologie à la FMPP, chef de service de neurologie au CHU Hassan II de Fès et mon rapporteur de thèse, à qui je dois l'idée du travail.
- Il a été fortement présent à chaque étape de la création de l'application et offrait sans cesse des conseils pertinents concernant la conception de l'application.
- **Dr Imad Chakri** : résident en informatique médicale au sein du CHU Hassan II, créateur, développeur et fondateur de l'application PocketDoc® et de bien d'autres plateformes utilisées à des fins médicales. A accepté de créer notre application E-MoCA-Ma, toujours avec la même pertinence et la qualité de la célèbre application PocketDoc®
- **Pr Mostafa El Alaoui Faris**, Professeur de Neurologie et Neuropsychologie et **Dr Abdelhak Azdad**, Doctorant en Neuropsychologie Clinique qui m'ont offert plusieurs conseils et fourni beaucoup d'effort pour la réalisation de ce travail.

2. Conception de l'application :

E-MoCA-Ma est une application numérique qui se caractérise par une base de données dédiée au stockage du contenu et une interface sur laquelle l'utilisateur interagit.

a. La base de données :

Digital Ocean® est un service fournisseur de l'infrastructure de stockage virtuel de type Cloud, celui-ci a été utilisé pour le stockage des données de notre application E-MoCA-Ma.

Cette base de données contient plusieurs tableaux pour stocker les informations :

- Tableau pour stockage des informations des utilisateurs
- Tableau pour stockage des rapports des anciens patients

Le lien entre la base de données et l'interface affichée est assuré par le système RESTful « Representational State Transfer », créé par Dr Chakri en utilisant le langage de programmation PHP, qui est un langage libre, utilisé fréquemment pour créer des pages Web dynamiques via un serveur http.

Ceci-dit que E-MoCA-Ma nécessitera une connexion internet pour avoir accès aux données stockées sur le serveur virtuel.

b. L'interface de l'application :

E-MoCA-Ma est une application Hybride développée avec le langage de programmation JavaScript et dont le design a été réalisé à l'aide des systèmes HTML et CSS.

JavaScript est un langage de programmation qui permet de créer des applications pour différentes plateformes que ce soit Androïde ou iOS, mais aussi Firefox OS, Ubuntu, ou encore Windows 8.

L'application est liée à la base de données via les requêtes (// : http) en passant par le système RESTful déjà mentionné.

3. Présentation de l'application :

a. La première interface : (figure 5)

Une fois téléchargée et installée sur le Smartphone, l'utilisation de l'application E-MoCA-Ma nécessite d'abord la création d'un compte, comme montré dans la Figure 2.

Les renseignements requis sont : le nom, le prénom de l'utilisateur, ainsi que son adresse email et un mot de passe de son choix.

Ces informations nous permettent d'identifier les profils des utilisateurs pour toute éventuelle évaluation.

The figure displays two side-by-side screenshots of the E-MoCa-Ma application interface. Both screens feature a dark blue header with the application logo 'E-MoCa-Ma' and the text 'MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT Version Marocaine'. The left screenshot is titled 'Connectez-vous!' and contains two input fields for 'E-mail' and 'Mot de passe', followed by a blue 'CONNEXION' button and a link '[Vous n'avez pas un compte ?](#)'. The right screenshot is titled 'Créez votre compte!' and contains four input fields: 'Prénom', 'Nom', 'E-mail', and 'Mot de passe', followed by a blue 'INSCRIPTION' button and a link '[Vous avez déjà un compte ?](#)'.

Figure 5: La première interface (gauche) et l'interface d'inscription (droite) de l'application E-MoCA-Ma

b. La deuxième interface :

La deuxième interface (fig. 6) contient les dossiers des anciens patients avec la possibilité de consulter leurs rapports et offre la possibilité de pouvoir à tout moment, introduire un nouveau patient et commencer un nouveau test.

La recherche du dossier d'un ancien patient est facilitée par une barre de recherche en haut de la page. La recherche pourra se faire par IP, Nom/Prénom et l'âge.

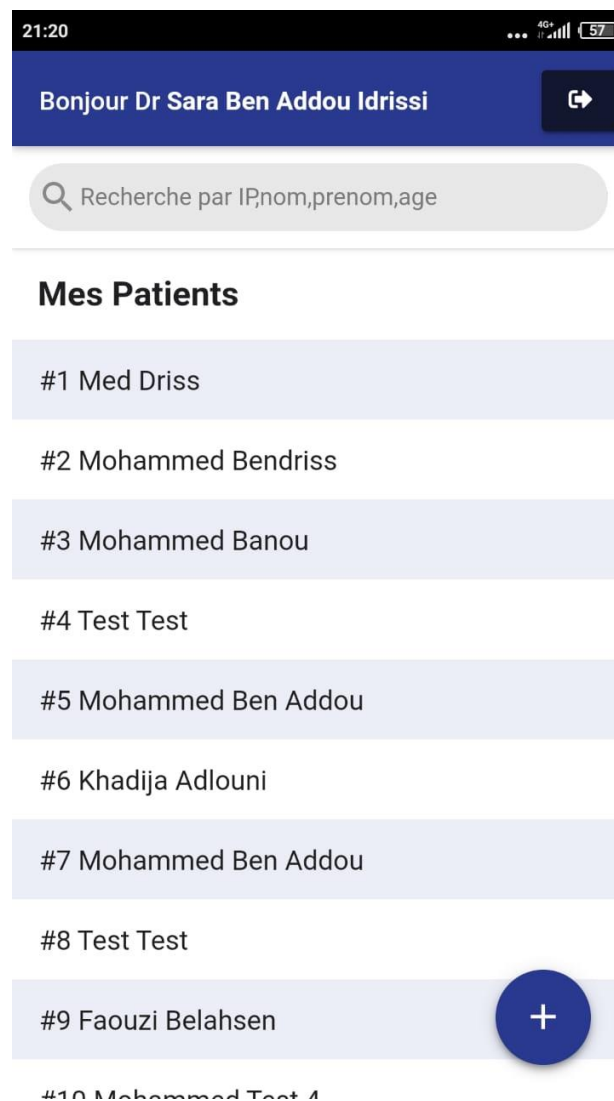


Figure 6 : La deuxième interface de l'application E-MoCA-Ma

c. La troisième interface :

La troisième interface (fig. 7) est une fiche de saisi d'informations concernant le patient à savoir le nom, prénom, l'âge, le sexe, l'IP (optionnel), motif, facteurs de risque, antécédents ainsi que le niveau d'études.

Ces informations serviront par la suite à constituer le dossier du patient, consultable à tout moment.



Figure 7 : La troisième interface de l'application E-MoCA-Ma

Les motifs de consultation peuvent être :

- Trouble de mémoire
- Trouble de jugement
- Désorientation
- Confusion
- Agitation
- Illusions
- Ou Autre...

Les facteurs de risque :

- Facteurs de risque cardio-vasculaires :
 - Diabète
 - HTA
 - Dyslipidémie
 - Obésité
 - Syndrome métabolique
 - Tabagisme
 - Sédentarité
 - AVC
 - Pathologie cérébro-vasculaire
 - Hypoperfusion cérébrale.
- Dépression tardive
- Hypoacousie
- Faible niveau d'étude
- Isolation sociale
- Sexe féminin

- ATCD familiaux de AD
- Facteurs génétiques :
 - o Allele epsilon-4 du gène APOE (Late-onset AD)
 - o Variantes génétiques pathologiques des gènes APP, PSEN1, PSEN2 (early-onset AD)
 - o Down syndrome
 - o ATCD de traumatisme crânien, trouble de vision, polluants

The image displays two side-by-side screenshots of a mobile application interface for 'Nouveau Patient'. The top bar of both screens is dark blue with a white back arrow and the text 'Nouveau Patient'. The status bar at the top shows the time as 21:28, 4G+ signal, and a battery level of 56% on the left, and 55% on the right.

The left screenshot shows a list of medical conditions and risk factors, each preceded by a small square bullet point:

- AVC
- Pathologie cérébro-vasculaire
- Hypoperfusion cérébrale
- Dépression tardive
- Hypoacousie
- Faible niveau d'études
- Isolation sociale
- Sexe Féminin
- ATCD familiaux de maladie d'alzheim

The right screenshot shows a similar list, but with a different order and an additional 'Autre' section:

- Faible niveau d'études
- Isolation sociale
- Sexe Féminin
- ATCD familiaux de maladie d'alzheim
- ATCD de traumatisme crânien
- Trouble de vision
- Polluants
- Autre :

At the bottom of each screenshot is a blue button with the white text 'SUIVANT'.

d. Les différentes étapes du Test Moca :

i. La première étape : Visuo-spatial et exécutif

Contient 3 épreuves, coté sur 5 :

- Alternance conceptuelle (figure 8)
 - o L'examineur doit disposer de fiche préétablie contenant le schéma du test, en arabe ainsi qu'en Français et proposer au patient de choisir la version qu'il préfère.
- Capacités visuo-constructives (cube) (Figure 9)
- Capacités visuo-constructives (horloge) (Figure 10)

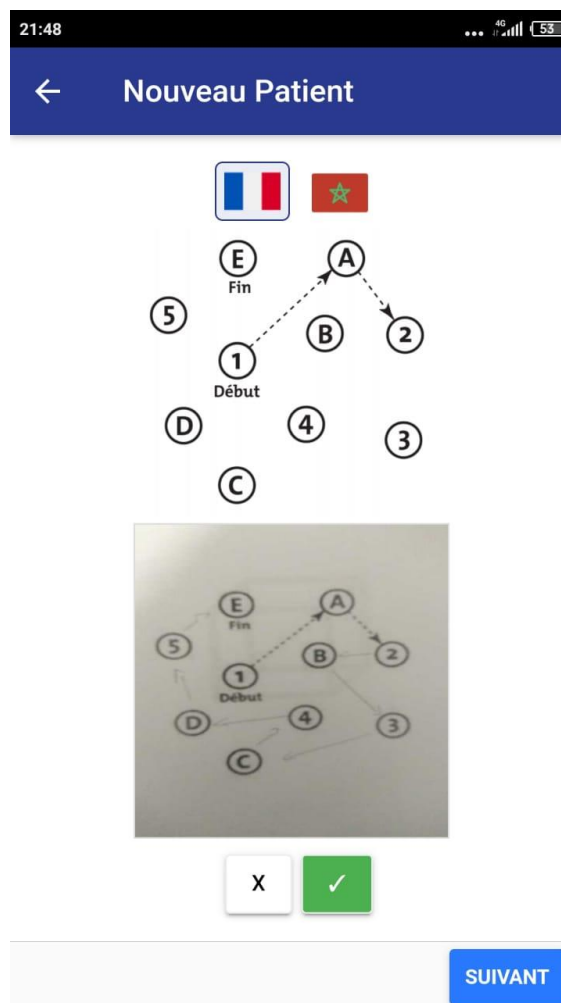
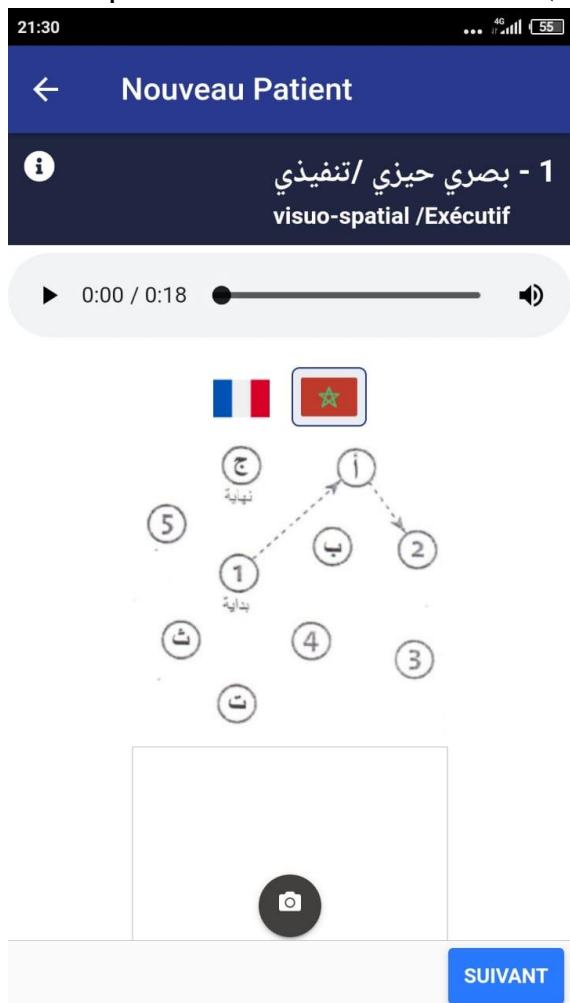


Figure 8 : Visuo-spatial et exécutif : alternance conceptuelle

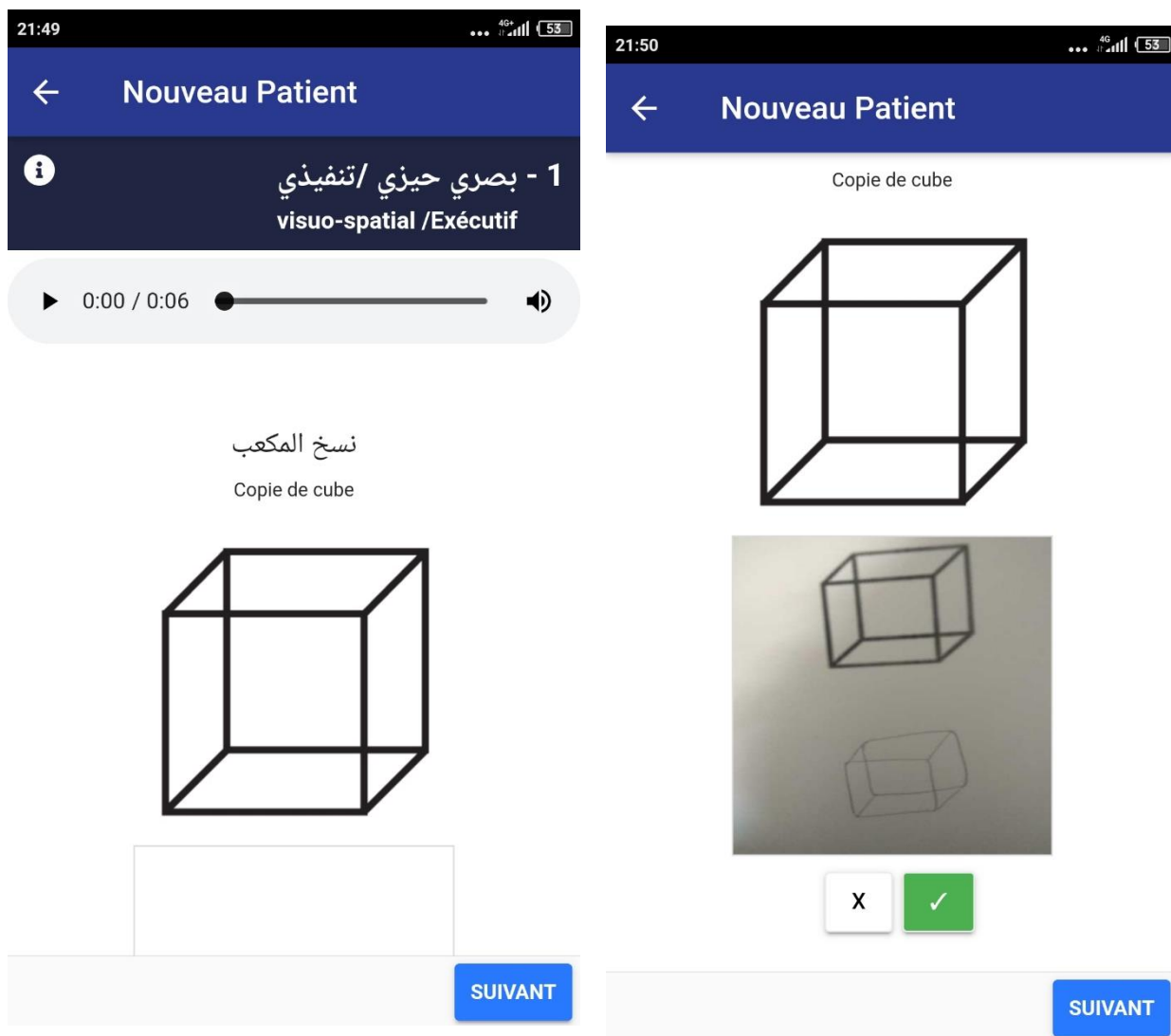


Figure 9 : Visuo-spatial : test de cube

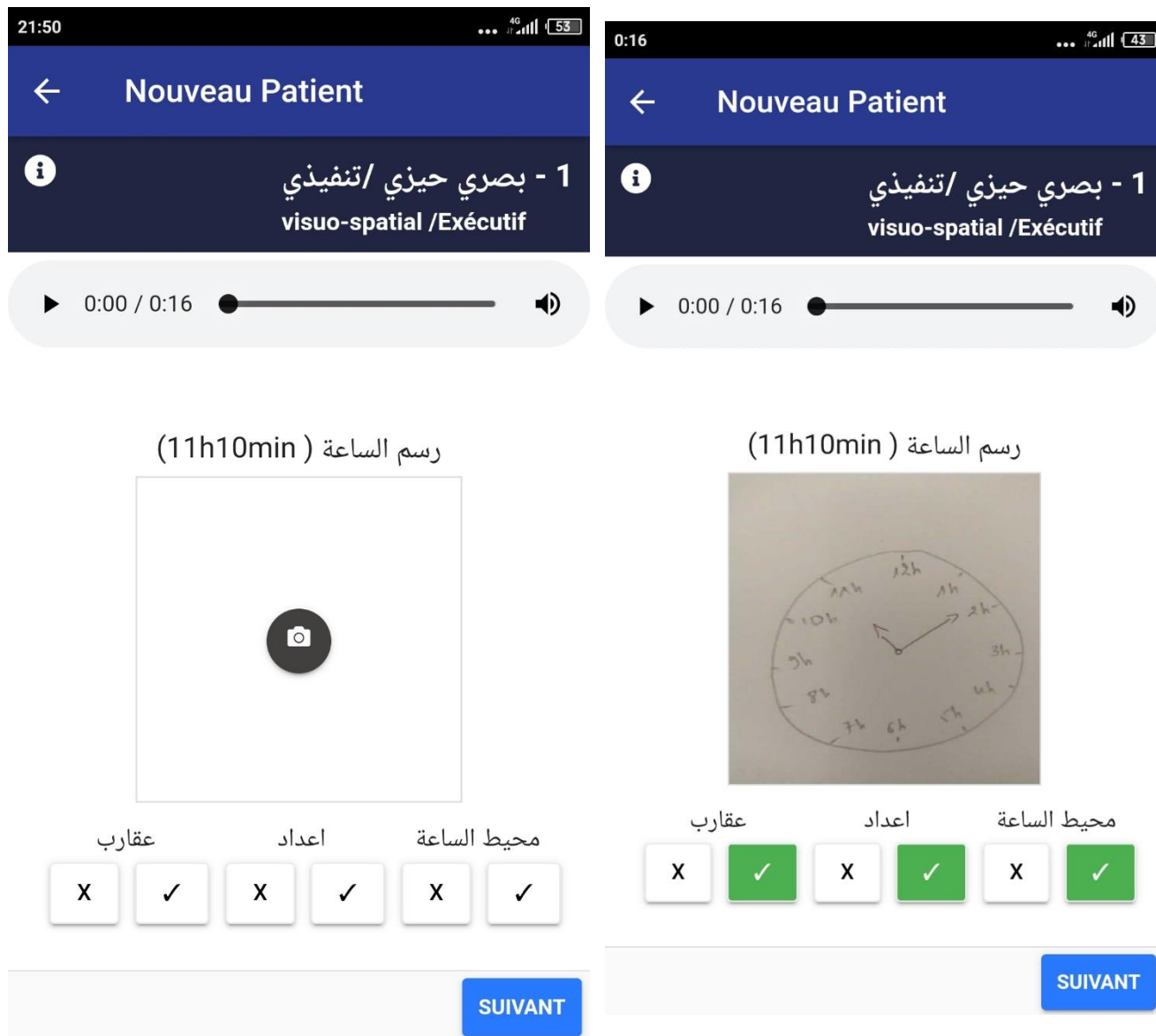


Figure 10 : visuo-spatial : test de l'horloge

ii. La deuxième étape : Dénomination (coté sur 3) (figure 11)

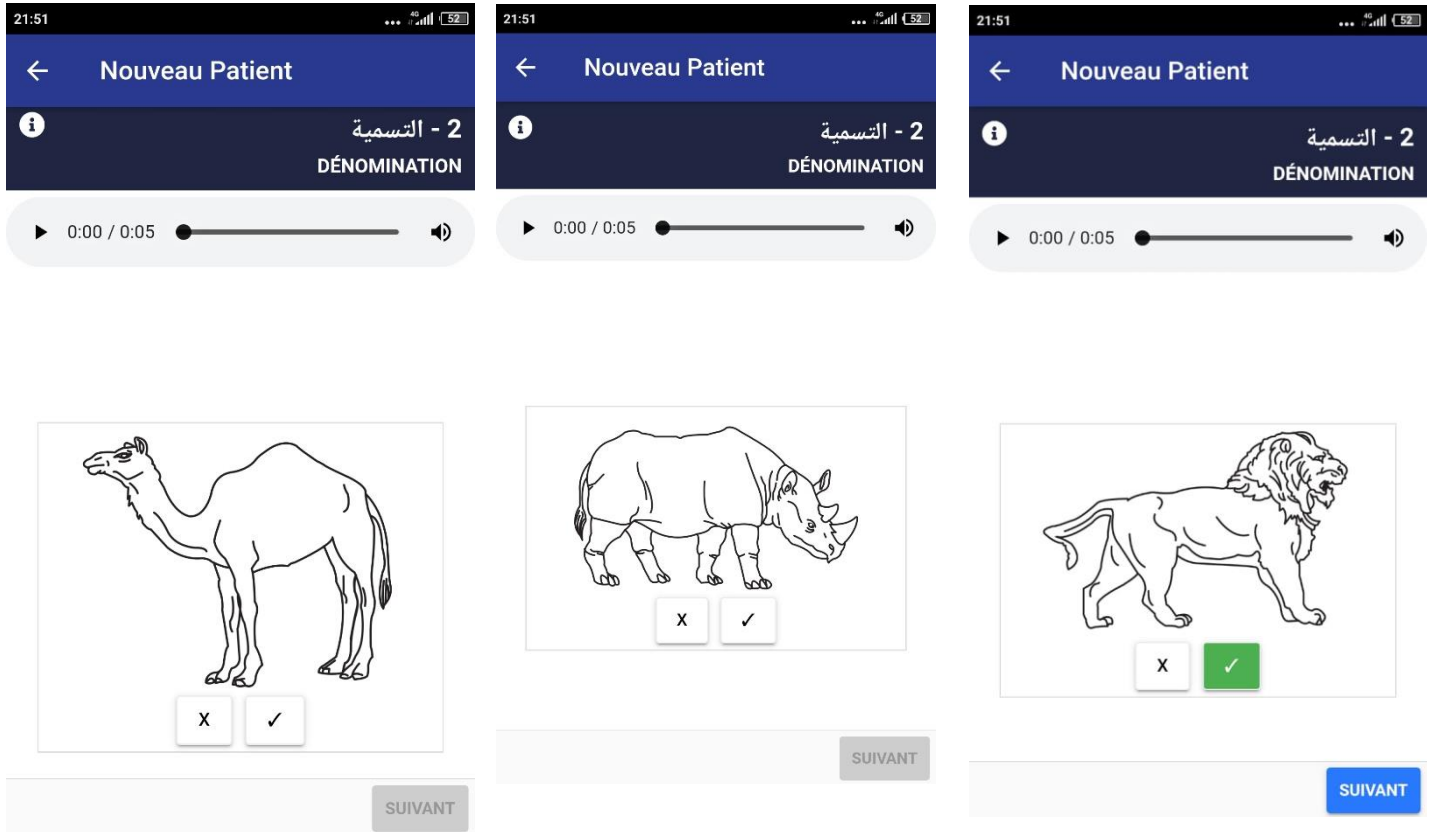


Figure 11 : La dénomination

iii. La troisième étape : la mémoire (Figure12)

Cette étape n'est pas cotée.

Elle servira pour l'accomplissement de la septième étape « le rappel différé ».



Figure 12 : La mémoire

iv. La quatrième étape : l'Attention

Évaluée par 3 épreuves :

- Empan numérique et Empan numérique inversé : cotés sur 2 (Figure 13)
- Concentration : cotée sur 1 (Figure 14)
- Calcul sérié : coté sur 3 (Figure 15)

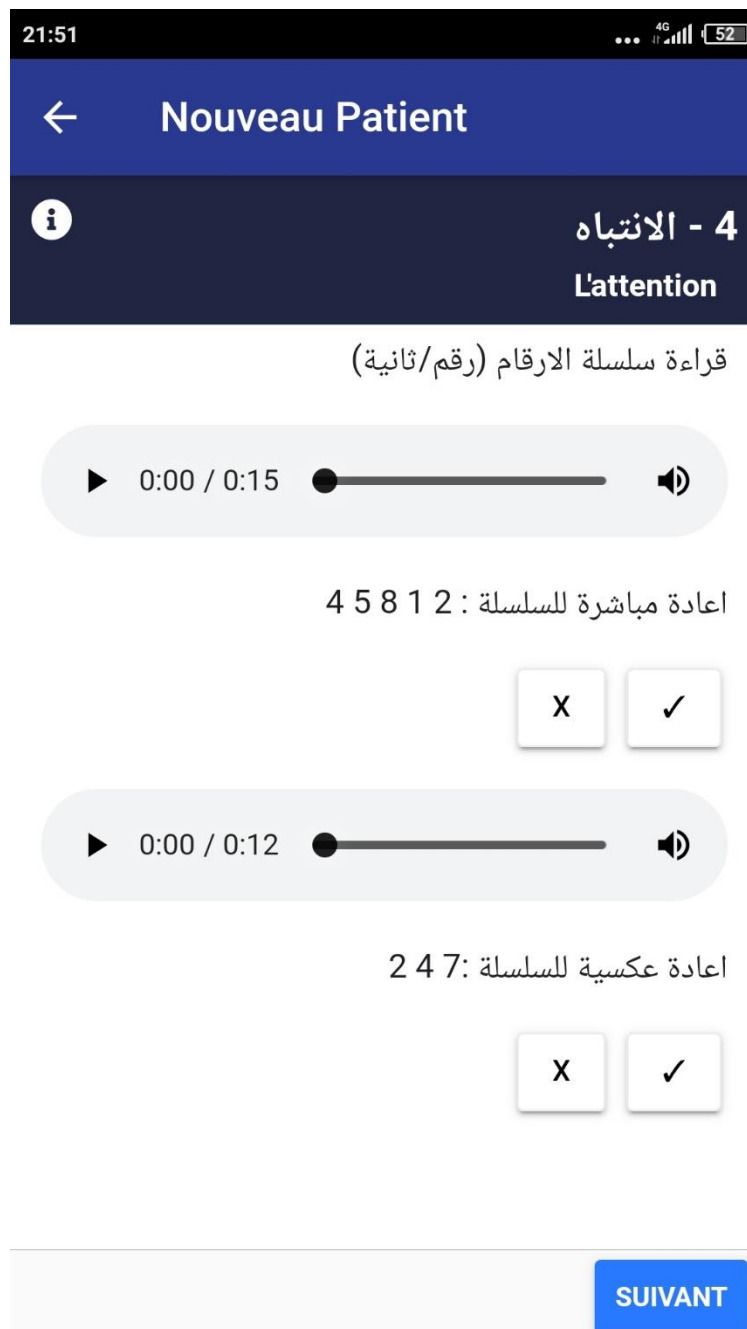


Figure 13 : L'Attention : Empan numérique et Empan numérique inversé

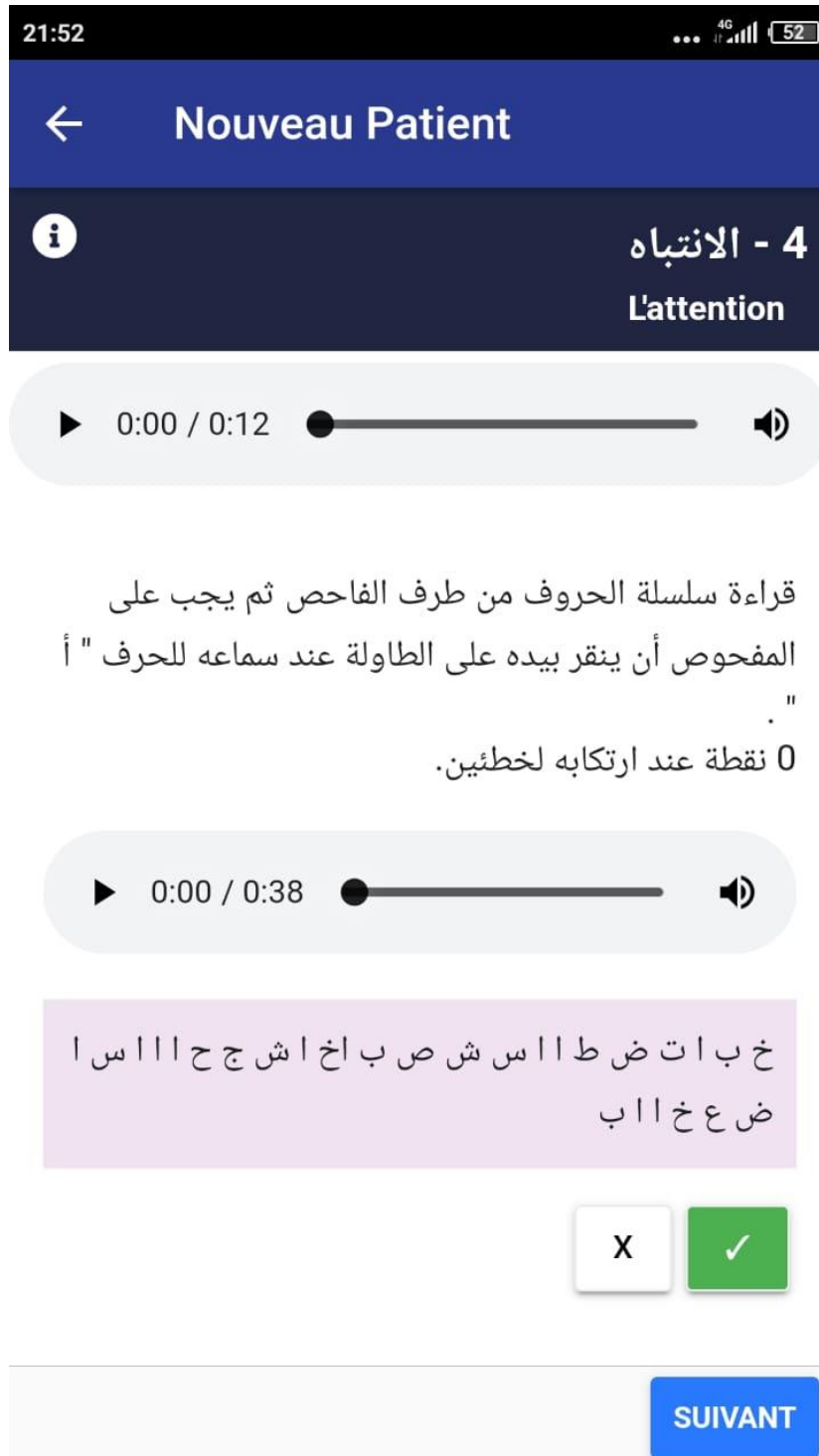


Figure 14 : L'attention : Concentration

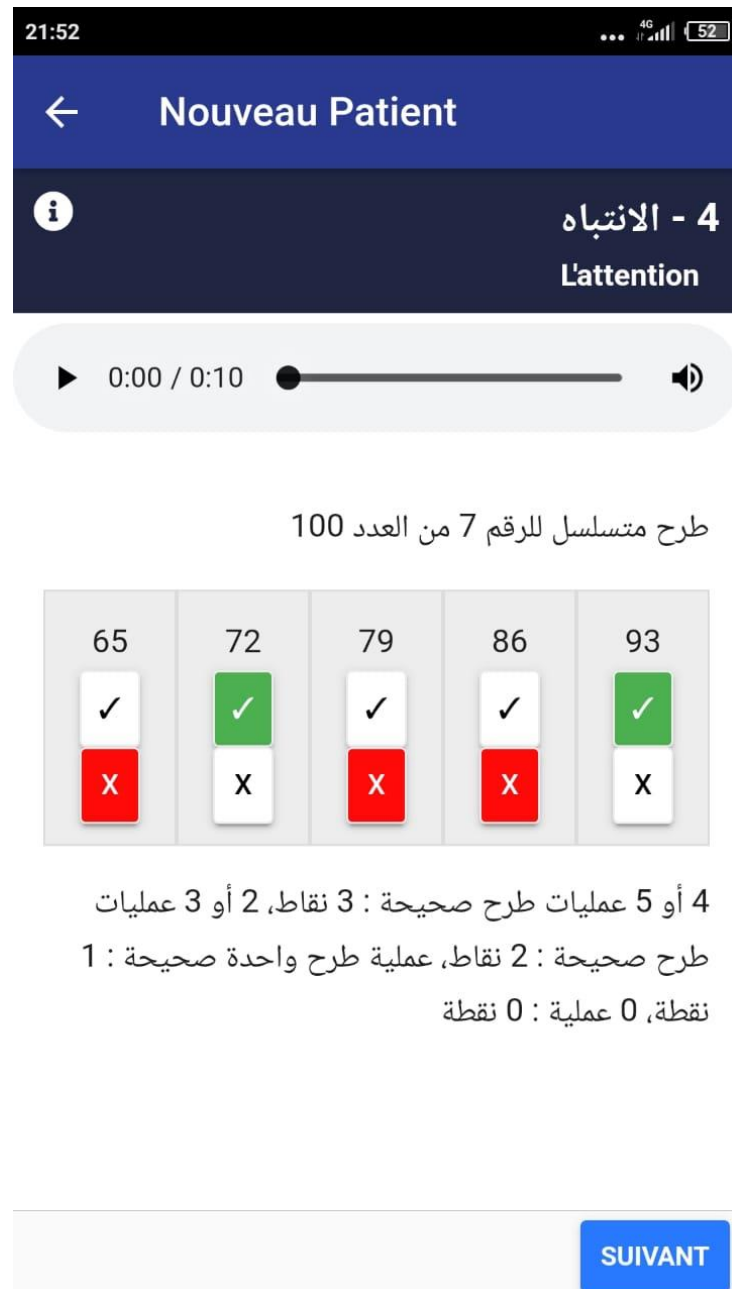


Figure 15 : L'attention : Calcul sérié

v. La cinquième étape : le langage

Évalué par deux épreuves :

- La répétition des phrases : cotée à 2 (Figure 16)
- La fluence verbale : cotée à 1 (Figure 17)

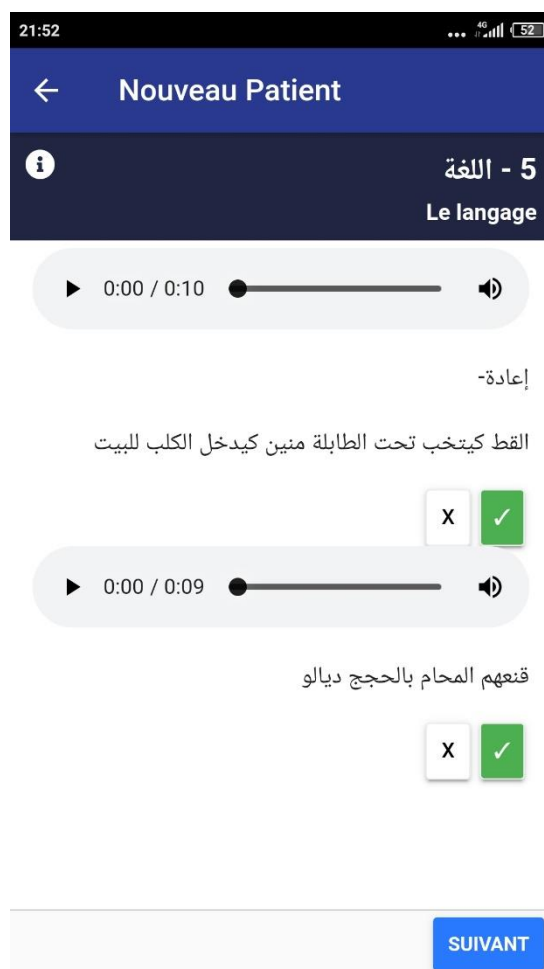


Figure 16 : Le Langage : Répétition des phrases

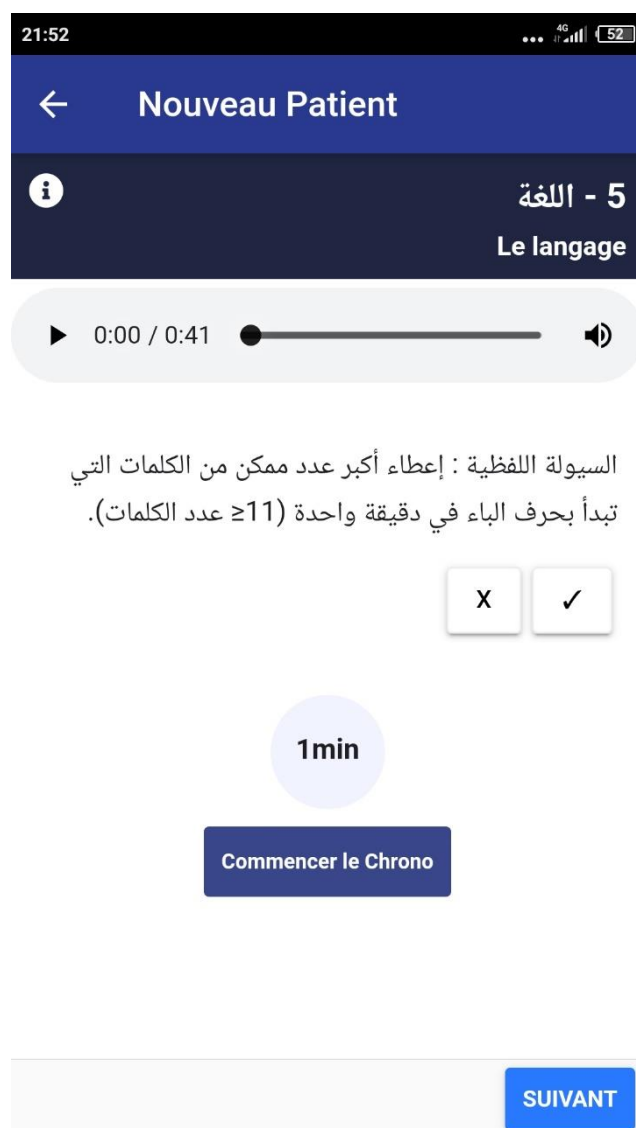


Figure 17 : Le langage : Fluence verbale

vi. La sixième étape : L'abstraction (cotée sur 2) (Figure 18)

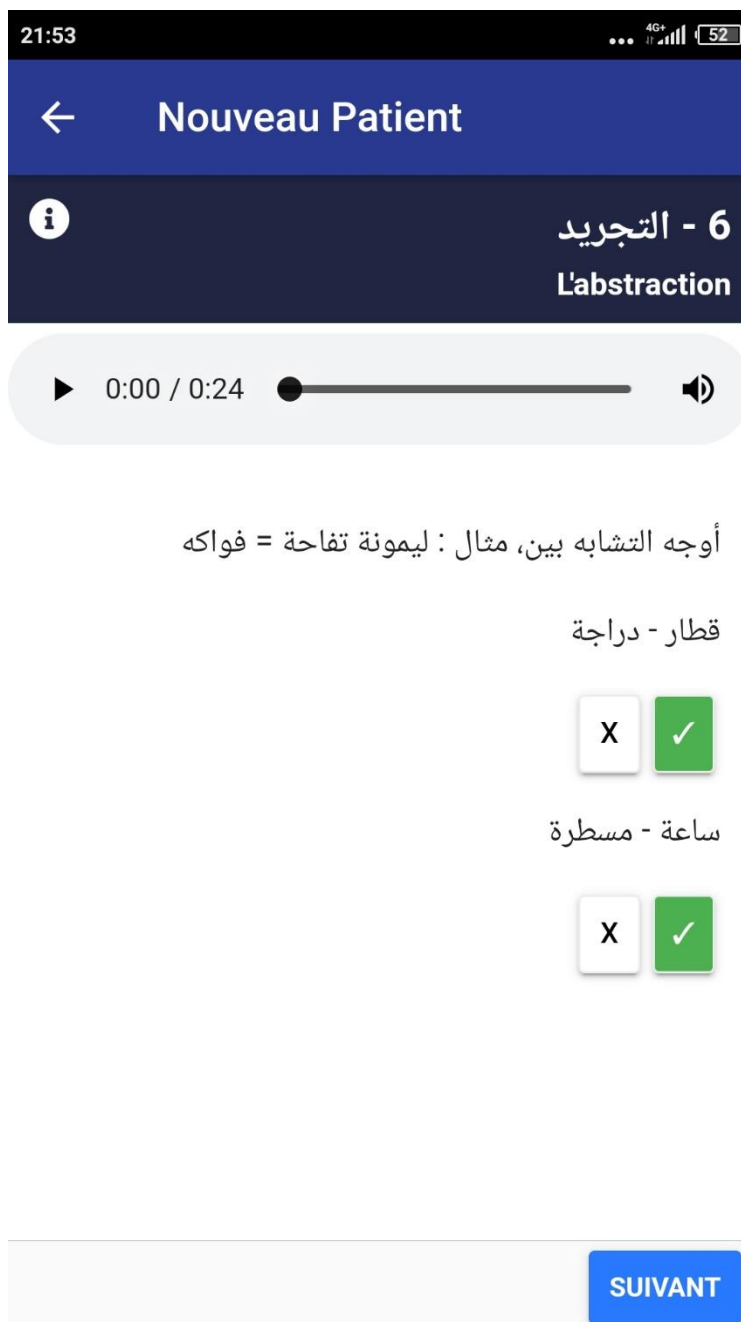


Figure 18 : L'abstraction

vii. La septième étape : le Rappel différé (coté sur 5) (figure 19)

Les mots rappelés avec les indices sémantiques ne sont pas cotés. Seuls les mots rappelés sans indices sont cotés.

Les mots rappelés sans indice sémantique apparaissent en vert, ceux rappelés grâce à un indice sémantique apparaissent en jaune et enfin, ceux non rappelés apparaissent en rouge.

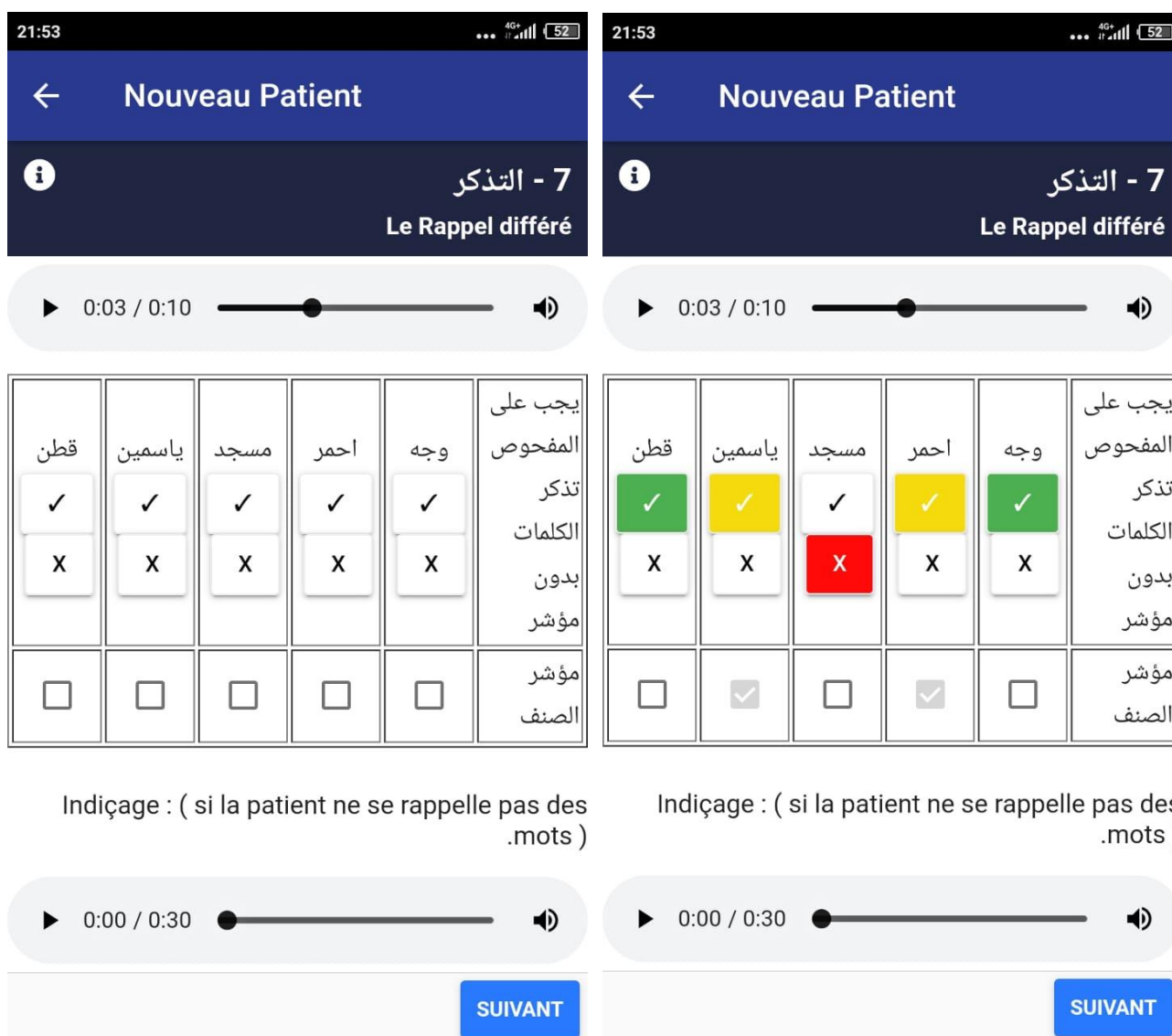


Figure 19 : Le Rappel Différé

viii. h. La huitième et dernière étape : L'orientation (cotée sur 6) (Figure 20)

21:53 4G+ 52

← Nouveau Patient

i 8 - الاهتداء
L'orientation

▶ 0:00 / 0:19 🔊

السنة

X ✓

الشهر

X ✓

يوم الاسبوع

X ✓

تاريخ اليوم

X ✓

SUIVANT

Figure 20 : L'orientation

e. Les instructions [5] : (Figure 21)

Une icône en haut et à gauche de chaque étape du test a été créée contenant des instructions suffisamment précises pour guider clairement l'évaluateur tout au long de la passation.

L'évaluateur procède à la passation en suivant les instructions et en cotant simultanément les réponses de la personne.

Dans chaque étape du test, **des audios** sont disponible sur la même page, expliquant avec précision les instructions en arabe, facilitant ainsi à l'examineur la passation du test.

Le temps de passation est d'environ 10 à 15 minutes, variant selon la condition cognitive de la personne

Instruction

RETOUR

I. Alternance conceptuelle : التناوب التصوري

Administration : L'examineur donne les instructions suivantes, en indiquant l'endroit approprié sur la feuille :

« كَتَبْتُكَ مِنْكَ تَرَسَمَ حَطَّ وَ تَنَابُوبَ عَابِيْن رَقْمٌ وَ حَرْفٌ، وَ احْتَرَمَ تَرْتِيْبَ الْأَرْقَامِ وَ تَرْتِيْبَ الْحُرُوفِ. »

« بَدَأَ مِنْ هُنَا (أَشِيرُ إِلَى الرَّقْمِ "1") وَرَسَمَ حَطًّا لِحَرْفِ "أ"، ثُمَّ لَ رَقْمِ "2" وَكَمَلَهُ، وَغَدِ تَحْتِيْبِن هُنَا (أَشِيرُ إِلَى الْحَرْفِ "ج"). »

Cotation : Un point est alloué si le sujet réussit la séquence suivante :

← 1-أ - 2-ب - 3-ت - 4-ث - 5-ج

N'allouez aucun point si une erreur n'est pas immédiatement corrigée par le sujet.

Instruction

RETOUR

3. Capacités visuo-constructives (Horloge) : القدرات البصرية البنائية (الساعة)

Administration : Indiquant l'espace approprié, l'examinateur donne les instructions suivantes :

« دَبَا غَد تَطْلُبْ مِنْكَ تُرْسَمُ السَّاعَةُ وَدُبُرُ فِيهَا جَمِيعُ الْأَرْقَامِ، وَرَسْمُ السَّاعَاتِ بَاطِنٌ تُكُونُ
فَالسَّاعَةُ 11h 10min .»

Cotation : Un point est alloué pour chacun des trois critères suivants :

- **Contour** (1pt.) : Le contour doit être un cercle avec peu de déformation, (e.g. déformation mineure de la fermeture du cercle)
- **Chiffres** (1pt.) : Tous les chiffres doivent être présents sans aucun chiffre en surplus; les chiffres doivent être dans le bon ordre et bien positionnés; les chiffres Romains sont acceptés ainsi que les chiffres inscrits à l'extérieur du contour.
- **Aiguilles** (1pt.) : Les deux aiguilles doivent indiquer la bonne heure; l'aiguille de l'heure doit être clairement plus petite que l'aiguille des minutes. La jonction des aiguilles doit être proche du centre de l'horloge.

Un point n'est pas alloué si les critères ci-dessus ne sont pas respectés.

Instruction

RETOUR

c) Concentration : التركيز

Administration : L'examinateur lit une série de lettres à un rythme de 1 par seconde, après avoir donné les instructions suivantes :

« غَد نَقُولُكَ شِ حُرُوفٌ، وَمَنْبِينُ تَسْمَعُ حَرْفَ "أ" خَاصَّكَ ضَرْبَ بَيْدِكَ عَلَ الْمَكْتَبِ مَرَّ وَحَدَّ،
وَمَنْبِينُ تَسْمَعُ شِ حَرْفَ مَنْ غَيْرِ "أ" مَذِيرٌ وَالْو.»

Cotation : Aucun point n'est alloué s'il y a plus d'une erreur (e.g. tape sur une mauvaise lettre ou omet de taper sur une lettre "أ").

Figures 21 : Exemples d'instructions dans l'application E-MoCA-Ma

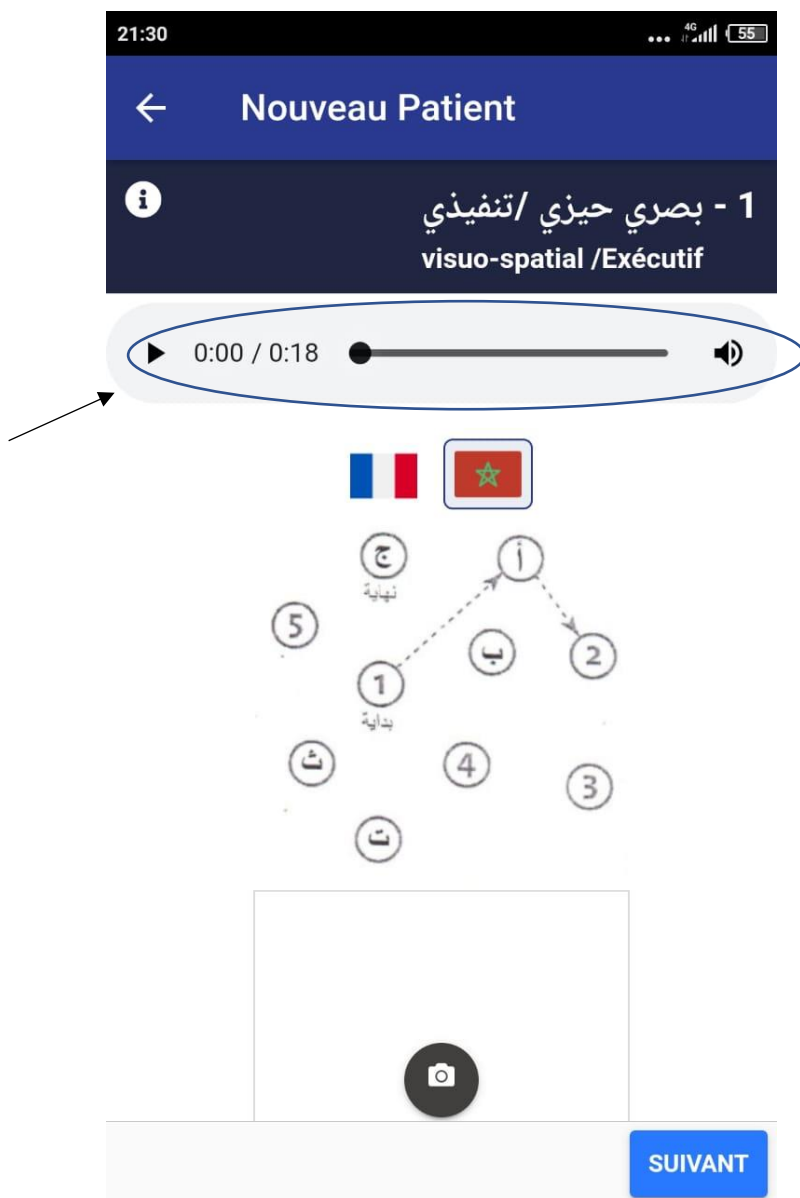


Figure : audio d'explication de l'énoncé

f. Le système de cotation [5] :

La cotation de l'évaluation se fait directement sur l'application et simultanément à la passation. L'évaluateur doit inscrire les réponses de la personne comme montré dans la **figure 22**, l'application se chargera de la cotation finale.

Un score maximal sur 30 points sera ainsi obtenu. (Figure 23)



Figure 22



Figure 23 : Score final à 30

g. Le score final et interprétation :

- Le score maximal est de 30 points et le seuil pathologique est de $< 26/30$.
- En général, un résultat se situant entre : (figures 24, 25, 25)
 - 27-30 : est considéré comme normal
 - 18-26 : indique la présence d'une atteinte cognitive légère
 - 10-17 : indique la présence d'une atteinte cognitive modérée
 - < 10 : indique la présence d'une atteinte cognitive sévère.
- Corrections selon le niveau de scolarité (si le score de l'échelle MoCA est < 30) : Comme suggéré dans l'étude originale de Nasreddine. « Il faut ajouter un point si la scolarité du patient est de 12 ans ou moins ».



23

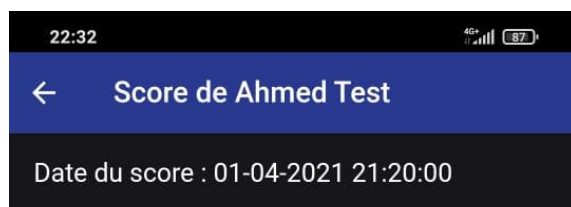
Ce score indique la présence d'une atteinte cognitive légère

- 1 points perdus aux dépens de la dénomination.
- 2 points perdus aux dépens de l'attention.
- 1 points perdus aux dépens du langage.
- 3 points perdus aux dépens de l'orientation.

PDF

Nom et prénom	Med Driss
Date d'évaluation	16-01-2021 22:12:30
Score	23
VisuoSpatial / executif	5/5

Figure 24 : Score final à 22 : atteinte cognitive légère



Ce score indique la présence d'une atteinte cognitive modérée

- 2 points perdus au dépend de la partie Visuo spatial / exécutif.
- 2 points perdus aux dépens de la dénomination.
- 2 points perdus aux dépens de l'attention.
- 2 points perdus aux dépens du langage.
- 1 points perdus aux dépens de l'abstraction.
- 3 points perdus aux dépens de la mémoire.
- 2 points perdus aux dépens de l'orientation.

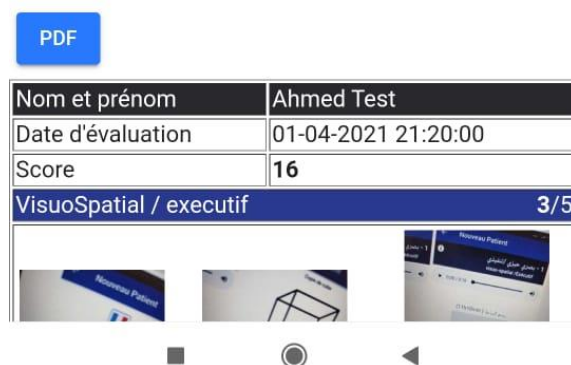


Figure 25 : Score final à 16 : Atteinte cognitive modérée

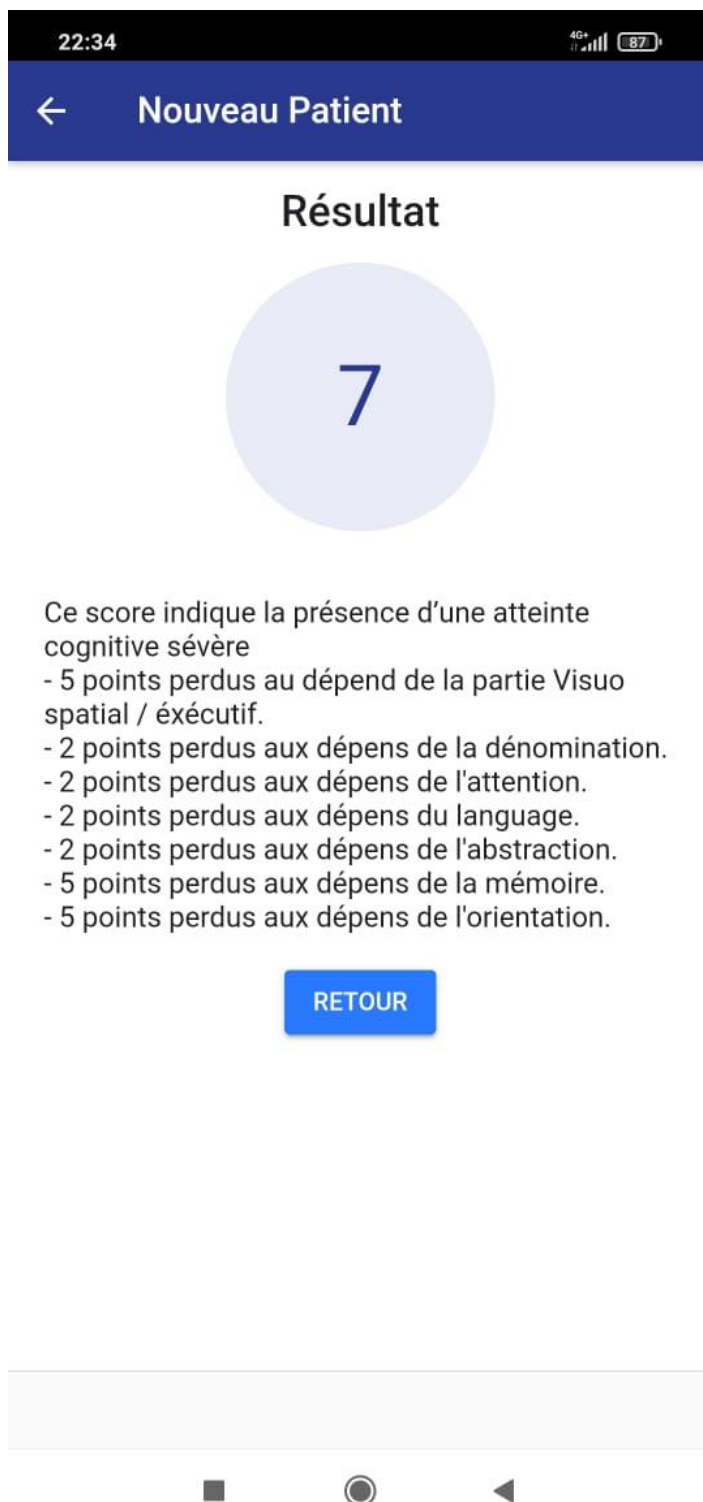


Figure 26 : Score final à 7 : atteinte cognitive sévère

h. Stockage de l'application :

Le dossier du patient contenant ses informations ainsi que le résultat de ses anciens tests datés, accompagnés de ses réponses enregistrées sous forme d'images est disponible et consultable à tout moment sur l'application. (Figure 27, 28)

Le dossier du patient est téléchargeable sous forme de Pdf et pouvant ainsi être imprimé via l'application. (Figure 29)

Possibilité de supprimer le dossier d'un patient en cliquant « supprimer ce patient » (Figure 27)

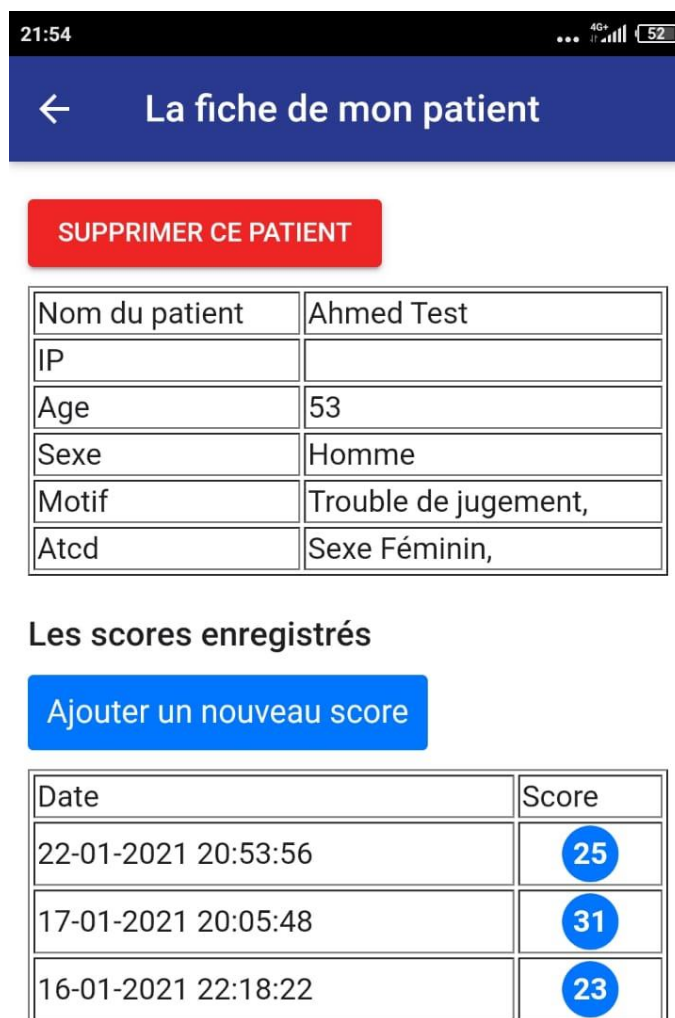


Figure 27



Figure 28

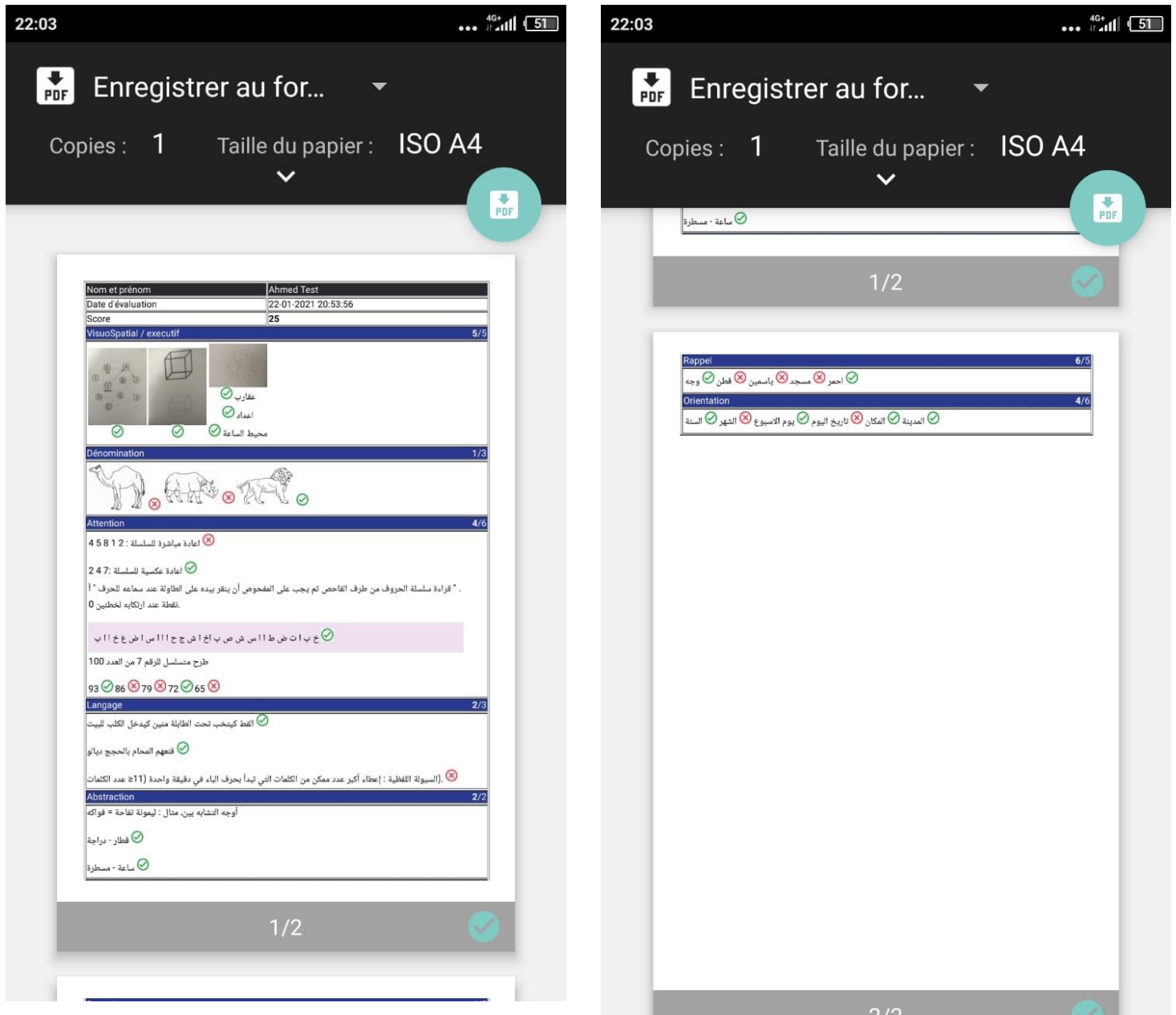


Figure 29

i. Les diagnostics à évoquer devant un MoCa < 26 :

Un score bas de MoCa et notamment dans sa version MoCa-ma sur l'application « E-MoCA-Ma » serait en rapport avec des troubles cognitifs dans le cadre de nombreuses affections comme [3]:

- | | |
|---|--|
| 2. La maladie d'Alzheimer (amyotrophique)
(Nasredine et al., 2005) [9] | 10. Trouble du comportement du sommeil |
| 3. La maladie de Parkinson
(Dalrymple-Alford et al., 2010)
[9] | 11. Tumeurs cérébrales |
| 4. Maladie de Huntington
(Videnovic et al., 2010). [9] | 12. Sclérose en plaques |
| 5. Corps de Lewy | 13. Traumatisme crânien |
| 6. VCI (déficience cognitive vasculaire) / AVC | 14. Dépression |
| 7. Démence fronto-temporelle | 15. Schizophrénie |
| 8. Métastases cérébrales | 16. Insuffisance cardiaque |
| 9. SLA (sclérose latérale | 17. Abus de substance |
| | 18. VIH |
| | 19. Et plus |

- Le score seuil de 18 est généralement considéré comme séparant le MCI de la MA mais il y a un chevauchement des scores puisque, par définition, la MA est déterminée par la présence de troubles cognitifs en plus de la perte d'autonomie. [3]
- Le score MoCA moyen pour le MCI est de 22 (intervalle de 19 à 25) et le score moyen du MoCA pour la MA légère est de 16 (11-21). [3]

LIMITES ET PERSPECTIVES

Limites :

- L'application nécessite une connexion à internet.
- L'utilisation de l'application avec efficacité nécessite un minimum de connaissances en neurologie.
- Nécessite une étude de validation pour prouver son équivalence à la version papier du test.

Perspectives :

Nous espérons compléter voire améliorer les fonctionnalités de cette application à travers des futures mises à jour.

Nous aspirons ainsi à :

- Mettre l'application disponible sur toutes les plateformes de téléchargement pour smartphones et tablettes, la rendant ainsi accessible au plus grand nombre.
- Étendre le projet aux autres CHU, hôpitaux et cabinets privés de Fès puis à tout le Maroc voire d'autres pays et impliquer ainsi plus de professionnels de la santé.
- Évaluer scientifiquement l'apport de l'application après plusieurs utilisations.
- Elaborer une étude de validation de la forme informatisée du test, est-elle réellement équivalente à la version papier ?
- Actualiser l'application à chaque actualisation du test.
- Élaborer un système de messagerie inter-utilisateurs pour garantir plus de sécurité dans le partage des données de santé.

RESUMES

RESUME

Le Montreal Cognitive Assessment (MoCA) a été conçu pour l'évaluation des dysfonctions cognitives légères.

A travers huit étapes, il évalue plusieurs domaines cognitifs : les fonctions exécutives, le langage, l'orientation, le calcul, la pensée conceptuelle, la mémoire, la visuoperception, l'attention et la concentration.

Notre travail consiste en la conception du score MOCA dans sa version marocaine en une application pratique téléchargeable sur smartphones, facilitant ainsi aux praticiens la réalisation et l'intégration de celui-ci dans la pratique quotidienne.

Notre application « E-MoCA-Ma », met à la disposition du médecin neurologue le test MoCa, conçu en arabe dialectal, parfaitement adapté et validé à la population marocaine et prenant alors en compte ses différentes propriétés sociolinguistiques. Ceci assurera donc un rendement meilleur du test.

Nous espérons rendre l'application accessible au plus grand nombre et améliorer ses fonctionnalités au travers de futures mises à jour.

ABSTRACT :

The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) was designed for the assessment of mild cognitive dysfunction.

Through eight stages, it assesses several cognitive domains: Short term memory, Visuospatial abilities, Executive functions, Attention, concentration and working memory, Language, Orientation to time and place.

Our work consists of designing the MOCA score in its Moroccan version into a practical application that can be downloaded on smartphones, thus making it easier for practitioners to achieve and integrate it into daily practice.

Our “E-MoCA-Ma” application provides the neurologist with the MoCa test, designed in dialectal Arabic, perfectly adapted and validated to the Moroccan population and then taking into account its various sociolinguistic properties. This will therefore ensure better performance of the test.

We hope to make the application accessible to as many people as possible and improve its functionality through future updates.

ملخص:

تم تصميم التقييم المعرفي لمونتريال (MoCA) كأداة سريعة للكشف عن الاضطراب المعرفي المعتدل. من خلال ثماني مراحل، يقوم بتقييم العديد من المجالات المعرفية: الذاكرة قصيرة المدى ، القدرات البصرية ، الوظائف التنفيذية ، الانتباه ، التركيز والذاكرة العاملة ، اللغة ، التوجه الزماني المكاني، التفكير المجرد و الحساب.

عملنا عبارة عن تصميم تطبيق للتقييم المعرفي لمونتريال في نسخته المغربية. تطبيق يمكن تنزيله على الهواتف الذكية ، مما يسهل على الأطباء استعمالها ودمجها في الممارسة اليومية.

سيوفر تطبيقنا لطبيب الأعصاب المغربي اختبار MoCA في نسخته المغربية ، الذي تم تكييفه والتحقق من صحته و كفاءته على مستوى ساكنة المغرب ، ومن ثم مراعاة خصائصه اللغوية و الاجتماعية المختلفة مما سيضمن أداء أفضل للاختبار.

نأمل أن نجعل التطبيق في متناول أكبر عدد ممكن من الأشخاص وتحسين وظائفه من خلال التحديثات المستقبلية.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : I. Chakri ; ELABORATION ET EVALUATION D'UNE APPLICATION SMARTPHONE POUR AIDE À LA PRESCRIPTION ; Thèse ; Faculté de médecine et de pharmacie de Fès ; 2018
- [2] : Abdelhak Azdad, Maria Benabdljlil, Khadija Al Zemmouri, Mostafa El Alaoui Faris ; Standardization and Validation of Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in the Moroccan Population ; International Journal of Brain and Cognitive Sciences 2019, 8(1): 1-5
DOI: 10.5923/j.ijbcs.20190801.01
- [3] : <https://www.mocatest.org/> (site officiel)
- [4] : C. Thomas-Antérion L. Hugonot-Diener. Comment faire passer le MoCA ? Pratique Neurologique - FMC 2014;5:57-60
<https://www.em-consulte.com/article/870832/article/comment-faire-passer-le-moca%C2%A0>
- [5] : CNFS – VOLET UNIVERSITÉ D'OTTAWA ; Site internet ; [Février 2018] ; consulté le 10/08/2020 disponible sur :
<https://cnfs.ca/agees/tests/mesurer-l-etat-cognitif/montreal-cognitive-assessment-moca>
- [6] : INESS ; Institut national d'excellence en santé et en services sociaux Québec ; site internet; fiche outil L'échelle MMSE Échelle de statut mental [Octobre 2015], consulté en Aout 2020, disponible sur
https://www.inesss.qc.ca/fileadmin/doc/INESSS/Rapports/Geriatrie/INESSS_FicheOutil_Echelle_MMSE.pdf
- [7] : Ziad S. Nasreddine ; The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment ; 2005 Apr;53(4):695-9. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x. PubMed

- [8] : INESS ; Institut national d'excellence en santé et en services sociaux Québec ; site internet; fiche outil Échelle MoCA ÉCHELLE Montreal Cognitive assessment [octobre 2015], consulté en Aout 2020, disponible sur http://www.gmfnouvellebeauce.com/wp-content/uploads/2018/02/INESSS_FicheOutil_Echelle_MoCA.pdf
- [9] : Dr Gilles CHOPARD ; Troubles cognitifs légers dans le cadre des maladies neurodégénératives : Dépistage ou repérage ? Effet de spectre et biais spectral ; Thèse en 21 septembre 2012 ; disponible sur <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01450692/document>

أطروحة رقم 21/183

سنة 2021

تصميم تطبيق « E-MoCA-Ma » للتقييم المعرفي لمونتريال في نسخته المغربية

الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2021/05/04

من طرف

السيدة سارة ابن عدو إدريسي
المزداة في 15 فبراير 1995 بفاس

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

اختبار - MOCA - تطبيق - النسخة المغربية العربية

اللجنة

الرئيس والمشرف	السيد بلحسن محمد فوزي
أعضاء	أستاذ التعليم العالي في طب الأعصاب
	السيد علوان رشيد
	أستاذ مبرز في طب النفس
أعضاء مشاركة	السيدة أعراب شادية
	أستاذة مبرزة في طب النفس
	السيدة شطو نعيمة
	أستاذة مساعدة في طب الأعصاب
	السيدة سهام بوشال
	أستاذة مساعدة في طب الأعصاب
	السيد العلوي فارس مصطفى
	أستاذ في طب الأعصاب