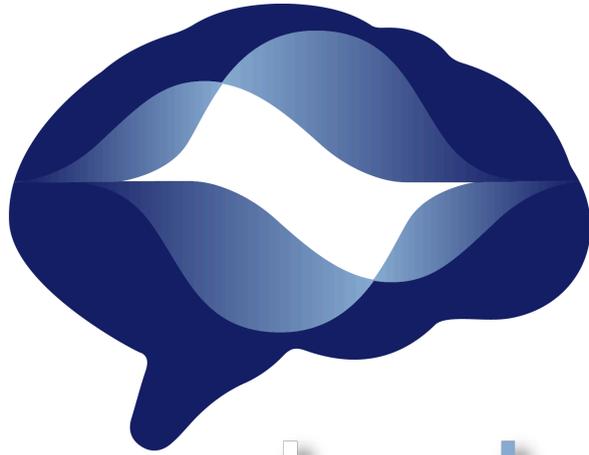


IT'S
BRAIN



mindpulse

Manuel

Table des Matières

Préface au Mindpulse.....	4
Glossaire.....	6
Introduction théorique & Construction de l’outil.....	7
1. Background théorique du MindPulse.....	7
1.1. Fonctions exécutives et attention.....	7
1.2. Prise de décision fondamentale.....	7
1.2.1. Modèle classique d’évaluation.....	8
1.2.2. Modèle Perceptivo-Moteur : Tâche de Go/Nogo.....	9
1.3. Processus en interaction	10
1.3.1. Composante attentionnelle.....	11
1.3.2. Composante inhibitrice.....	12
2. Réponse Motrice : Ralentissement Psychomoteur.....	12
3. Evolution vers les nouveaux modèles : Le DDM.....	13
3.1. Introduction au DDM.....	13
3.2. Les composantes du DDM.....	15
3.2.1. Drift (Dérive).....	15
3.3. Boundary (B).....	15
3.4. Ndt (Temps non décisionnel).....	16
3.5. Confidentialité et anonymisation des données.....	16
3.5.1. Cas d’une utilisation clinique.....	17
3.5.2. Cas d’une utilisation dans un protocole de recherche.....	18
Utilisation du MindPulse.....	20
1. Conditions générales d’utilisation.....	20
2. Matériel requis.....	21
3. Conditions de passation.....	22
4. Durée du test.....	23
5. Utilisation du MindPulse Online.....	23
5.1. Inscription.....	23
5.2. Connexion.....	23
5.3. Nouvelle passation.....	24
5.4. Espace clinicien.....	24
5.4.1. Accueil.....	24
5.4.2. Mes patients.....	25
5.4.3. Mon Profil.....	26
5.4.4. Mes notifications.....	26
5.4.5. Documentation.....	27
6. Utilisation du Mindpulse Logiciel.....	27
6.1. Procédure d’installation.....	28

6.1.1. Macintosh.....	28
6.1.2. Windows.....	29
6.2. Nouvelle passation.....	29
6.3. Envoi des données.....	30
6.3.1. Envoi automatisé.....	30
6.3.2. Envoi manuel.....	30
6.4. Retrouver les informations personnelles du sujet.....	31
7. Nouveau test MindPulse.....	32
7.1. Spécification d'un sujet.....	32
7.1.1. Conditions Générales de Passation.....	33
7.1.2. Procédure de test.....	33
7.1.3. Fin de la passation & Envoi des données.....	37
8. Choix de la méthode de passation.....	39
8.1. Passation en distanciel.....	39
8.1.1. Consentement, Confidentialité et Droits d'auteurs.....	39
8.1.2. Via le MindPulse Online.....	40
8.1.3. Via le MindPulse Logiciel.....	40
8.1.3.1. Installation du logiciel patient.....	40
8.1.3.2. Passation du test en distanciel.....	41
9. Interruption de l'épreuve pendant la passation.....	41
Le MindPulse.....	42
1. Les trois parties du MindPulse.....	43
1.1. Les phases d'entraînement.....	44
1.2. Mode d'emploi : Apprentissage du geste de relâchement.....	45
1.3. Partie A : Temps de réaction simple (TRS).....	46
1.4. Partie B : Go/NoGo - temps de réaction à 1 choix (TRIC).....	47
1.5. Partie C : Go/NoGo complexe - Temps de réaction à 2 choix (TR2C).....	47
2. Images utilisées.....	48
3. Descriptifs des scores obtenus.....	48
4. Le compte-rendu MindPulse.....	51
4.1. Rappels sur le MindPulse.....	51
4.2. Page 1 : Informations Générales.....	52
4.3. Page 2 : Equilibre de la prise de décision perceptivo-motrice.....	53
4.4. Page 3 : Résultats Généraux.....	58
4.5. Page 3 : Déroulés des TR dans les 3 conditions - Variabilité du sujet.....	60
4.6. Page 4 : Profil Général de la Prise de Décision.....	61
4.7. Page 5 : Analyse des erreurs.....	63
4.8. Page 6 à 12 : Notes de lecture.....	65
5. Etablissement des Normes.....	65
Cas cliniques.....	67
Bibliographie.....	68
Annexes.....	71

1. Fiches de prise en main.....	71
2. Aide au Compte Rendu.....	71

Avertissements et Limites

Le test MindPulse doit être interprété uniquement par des professionnels de santé qualifiés. MindPulse n'est pas destiné à être utilisé comme un dispositif de diagnostic autonome d'une maladie. L'outil MindPulse n'est pas conçu pour identifier la présence ou l'absence d'un diagnostic clinique spécifique, mais plutôt pour dépister la présence de difficultés cognitives, qui sont des symptômes communs à diverses maladies et situations. MindPulse est un outil de dépistage conçu pour éclairer les professionnels de santé dans l'évaluation de l'état cognitif.

Préface au Mindpulse

Chers collègues cliniciens. C'est dans le cadre de ma pratique clinique de la neuropsychologie que la création d'un nouveau test neurocognitif m'est devenu une nécessité. En effet, alors que les neurosciences ont connu de phénoménales avancées et que les Big Data sont en train de changer la face du monde technologique, j'ai pu constater le décalage qui existait entre ces progrès et les outils utilisés dans la pratique clinique d'un psychologue - neuropsychologue. Je voulais également créer un outil qui soit réellement inter-culturel, disponible pour tous les humains, un outil qui pourrait suivre l'évolution cognitive d'un jeune adolescent et de l'adulte qu'il deviendra. Enfin je voulais un outil qui puisse être utilisé en retest, avec un faible effet d'apprentissage de la tâche, afin d'avoir la possibilité d'évaluer les effets de nos thérapies et des traitements.

Le MindPulse est le fruit de 10 années de recherche pluridisciplinaires. Nous étions 3 chercheurs à nous pencher sur cet outil: Pr. Bertrand Eynard, chercheur en physique-mathématiques, Pr. Sylvie Granon, professeure de neuroscience à l'Institut des neurosciences Paris-Saclay et cheffe de l'équipe "Neurobiologie de la prise de décision" et moi qui suis à la fois Dr. en Neurosciences et clinicienne Psychologue-Neuropsychologue.

Le MindPulse est un outil de caractérisation de la prise de décision fondamentale, au sens perceptivo-moteur. Cette caractérisation, propre à notre test, permet de montrer l'équilibre entre les fonctions attentionnelles et exécutives, la vitesse et la précision. Nous avons découvert que nous pouvions en outre mesurer une nouvelle dimension, la "Réaction à la difficulté". Par ailleurs, notre mode particulier de calcul du temps de réaction qui mesure le relâchement après un engagement à l'action nous permet en outre de mieux contrôler cet inévitable biais motivationnel qui se rencontre dans tous les outils, même si nous ne le "mesurons pas".

Le MindPulse démarre sa grande aventure clinique. Dans les années à venir, de nombreuses études de recherche clinique permettront d'enrichir notre connaissance sur ses capacités de caractérisation. Gardez toujours à l'esprit que

vous devez comparer ces résultats avec ceux des outils dont vous avez l'habitude. Je recommande toujours de ne jamais mesurer une fonction par un seul outil mais de croiser les données.

En vous souhaitant beaucoup de plaisir à l'utilisation de ce nouvel outil.

Sandra Suarez

Le test MindPulse a fait l'objet d'un dépôt de Brevet Français conjoint IT's Brain / CNRS / Université Paris-Saclay, et d'un dépôt international PCT.

MindPulse® est une marque déposée.

Pour pouvoir utiliser le MindPulse vous devez être inscrits auprès de It's Brain et avoir approuvé les conditions générales d'utilisation.

Copyright : © 2020 par IT'S BRAIN. Tous droits réservés.

Glossaire

- **AIT** : Accident Ischémique Transitoire
- **Dispersion** : Variabilité des temps de réponses et des performances du participant. Une dispersion élevée indique une difficulté à maintenir un niveau d'attention stable dans le temps.
- **ES** : Vitesse Exécutive (Executive Speed)
- **FE** : Fonctions Exécutives
- **ID** : Code d'Identification du patient. Code unique donné pour chaque patient.
- **PDD** : Prise de Décision
- **RD** : Réaction à la difficulté (Réaction to Difficulty) : correspond à l'ajustement du sujet face à la difficulté.
- **TDAH** : Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité
- **TR** : Temps de Réaction
- **TRIC** : Temps de réaction à 1 choix : Partie B du MindPulse
- **TR2C** : Temps de réaction avec 2 catégorisations : Partie C du MindPulse
- **TRS** : Temps de Réaction Simple
- **TSA** : Trouble du spectre de l'Autisme

Introduction théorique & Construction de l'outil

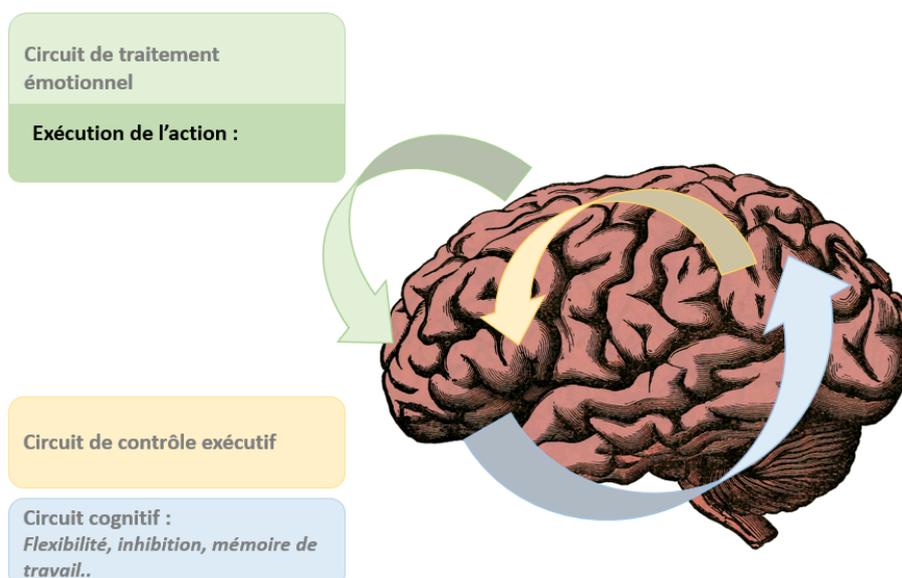
1. Background théorique du MindPulse

1.1. Fonctions exécutives et attention

Les fonctions exécutives (FE) correspondent à l'ensemble des processus cognitifs de haut niveau permettant le contrôle de l'action dirigée vers un but. Ces fonctions permettent à un individu de s'adapter à des situations nouvelles, conflictuelles ou complexes (Diamond et al., 2013 ; Miller & Cohen, 2003). Les FE sont connues pour leur liens étroit avec les fonctions attentionnelles (Gazzaley & Nobre, 2012).

1.2. Prise de décision fondamentale

La prise de décision (PDD) est un processus adaptatif qui permet de choisir une option parmi plusieurs alternatives selon l'environnement et ses propres besoins. La PDD repose sur de nombreux circuits et processus cognitifs, que l'on peut simplifier comme ci-dessous (figure 1). On y retrouve notamment un circuit cognitif, un circuit de contrôle exécutif (comprenant une fonction de contrôle inhibiteur, de flexibilité comportementale ou de mémoire de travail) et un circuit pour le traitement émotionnel avec une composante d'exécution de l'action.



L'intégrité de ces réseaux et régions est donc primordiale pour soutenir le processus de prise de décision.

1.2.1. Modèle classique d'évaluation

Dans notre vie quotidienne lorsque l'on prend une décision, on ne peut prévoir de manière exacte les conséquences de nos actes, ce qui rend la situation incertaine. Pourquoi préférons-nous une option plutôt qu'une autre ?

Chaque coûts et bénéfices potentiels sont en fait estimés à la fois à court terme et à long terme, pour pondérer nos actes en fonction de leurs conséquences.

Cela passe par plusieurs étapes :

- L'exploration des différentes options possibles
- L'évaluation de la valeur de chaque option
- L'estimation du coût et du bénéfice de chaque option

N.B. : les bénéfices liés à une décision peuvent correspondre à des récompenses (événements jugés agréables) et les coûts à des pénalités (événements jugés désagréables).

À la suite de cette « expérience » et apprentissage, l'individu va développer une préférence personnelle qui intègre les bénéfices (récompenses) et coûts (pénalités) en conséquence de nos choix. Ces préférences sont propres à chacun et permettent d'observer et d'étudier les différences inter-individuelles.

Ainsi, un type de prise de décision consiste à évaluer les options à dispositions et se traduit par la sélection d'une option selon le codage de sa valeur liée à la notion de récompense et du renforcement (positif) associé.

Par exemple, traditionnellement pour étudier la prise de décision chez l'Humain, on utilise des tâches comme l'Iowa Gambling Task (Bechara et al., 1994).

1.2.2. Modèle Perceptivo-Moteur : Tâche de Go/Nogo

A un niveau plus élémentaire, la prise de décision perceptivo-motrice est la mesure la plus classiquement utilisée dans l'étude de la prise de décision. Il s'agit alors d'une catégorisation perceptive ou sémantique de l'information, avec une modalité de réponse motrice.

Ces épreuves, également appelées "Go/NoGo", nécessitent une réponse motrice (clic par exemple) à un stimuli correspondant à une catégorie spécifique (essais Go) et l'inhibition de la réponse pour des stimuli ne répondant pas à la catégorie demandée (No-Go)

Le sujet doit alors répondre si l'image correspond à la catégorie demandée (par exemple dans le schéma ci-contre, si le soleil est jaune) et il doit retenir sa réponse si l'image ne correspond pas à la catégorie demandée (par exemple si le soleil est bleu - figure 2).

Ces prises de décisions élémentaires et sensorielles se retrouvent au quotidien que ce soit lorsque l'on doit regarder le feu avant de traverser la route et décider soit d'agir (traverser), soit de retenir son acte (en l'occurrence de traverser et de rester sur le trottoir) ou lorsque l'on se retrouve face à un danger et que l'on doit choisir entre "fuir" ou "se battre".

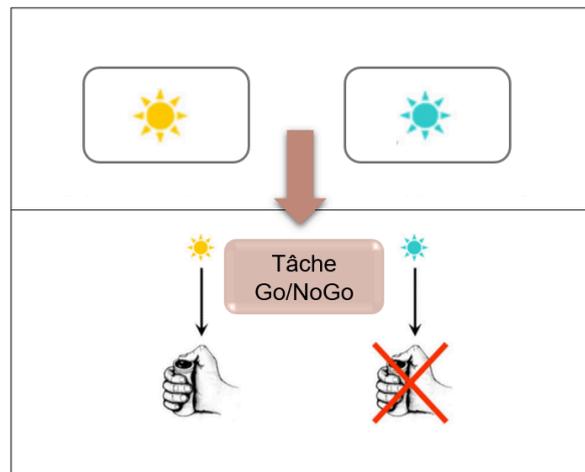


Figure 2 (tiré de l'article de Vidal et al., 2020). Illustration d'un exemple de Go/NoGo.

Par conséquent, l'évaluation de la prise de décision sera différente selon les mesures étudiées, car les processus mis en place diffèrent entre les différents outils et méthodes choisis.

1.3. Processus en interaction

La capacité à prendre une décision adaptée dépend du bon fonctionnement de différentes structures et réseaux (Bari & Robbins, 2013 - figure 3), mais également de l'interaction entre les différents processus impliqués à chaque étape. Le contrôle et l'ajustement de nos comportements de manière dynamique en lien avec les feedbacks de l'environnement dépend de l'équilibre entre l'attention, l'inhibition et nos capacités cognitives.

L'étude de ce processus est primordiale car la prise de décision inefficace est une source majeure des difficultés quotidiennes et de la baisse du niveau de qualité de vie pour les personnes présentant des pathologies mentales et/ou cognitives. Or encore aujourd'hui nous avons peu d'informations concernant les différents facteurs responsables d'une prise de décision défectueuse selon les types de pathologies ou les fonctions cérébrales sous-jacentes. Déterminer l'origine de ces difficultés semble important tant au niveau clinique que théorique pour mieux comprendre quelle fonction est en difficulté et est à l'origine d'une prise de décision inadaptée.

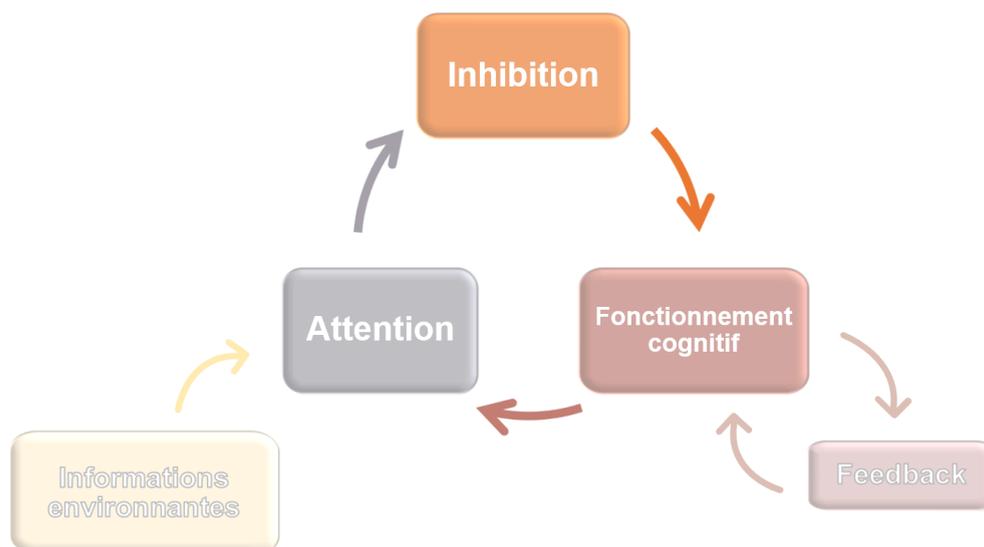


Figure 3. Représentation des relations hypothétiques simplifiées entre les

Parmi les sous-composantes de la prise de décision, nous allons nous intéresser plus précisément aux capacités attentionnelles, nécessaires pour l'orientation du focus attentionnel sur les informations essentielles lors d'une prise de décision.

1.3.1. Composante attentionnelle

L'attention est essentielle pour un fonctionnement cognitif optimal car elle oriente le traitement d'informations pertinentes selon nos buts. Différents modèles existent pour expliquer le fonctionnement attentionnel, dont le modèle de van Zomeren & Brouwer (1994) qui décompose les capacités attentionnelles en deux fonctions principales :

- la fonction de sélectivité de l'attention : qui permet de sélectionner un stimulus précis afin de le traiter de manière approfondie. Elle comprend l'attention focalisée qui permet de sélectionner un stimulus pertinent en inhibant les distracteurs, et l'attention divisée qui permet de réaliser deux tâches de manière simultanée.
- La seconde fonction est celle de l'intensité de l'attention : qui est l'état général d'activation permettant de traiter et de répondre à une stimulation de manière plus ou moins efficiente. Cette fonction comprend l'alerte phasique qui permet de mobiliser rapidement ses ressources en réponse à un signal, et l'attention soutenue qui permet de maintenir un niveau attentionnel pour une période de temps prolongée. A ces deux fonctions s'ajoute un système de supervision attentionnelle qui est un processus central qui permet de contrôler et gérer les ressources attentionnelles.

Les troubles attentionnels sont présents dans de nombreuses pathologies, et peuvent notamment impacter la prise de décision. En effet, une prise de décision efficace implique une attention essentielle pour se concentrer sur les informations pertinentes afin que notre réponse soit mise à jour en permanence et adaptée aux besoins de notre organisme et de notre environnement (Bari & Robbins, 2013). Cette adaptation est également possible grâce à un autre processus auquel nous nous intéressons également, celui de l'inhibition.

1.3.2. Composante inhibitrice

Dans un environnement en constant changement, il est essentiel pour permettre un fonctionnement cognitif optimal de pouvoir s'adapter à tous types de situations. C'est ce à quoi l'inhibition contribue en contrôlant les interférences. Par conséquent, un déficit d'inhibition peut grandement impacter le processus de prise de décision, ce qui se répercute dans la vie quotidienne causant de nombreux troubles comportementaux et psychopathologiques ou psychiatriques..

Ainsi la prise de décision étant un processus séquentiel, en pratique clinique et psychométrique on observe l'objectif final qui est l'exécution motrice de l'action, soit la réponse motrice.

2. Réponse Motrice : Ralentissement Psychomoteur

Dans la plupart des tâches cognitives, on mesure le résultat (« *output* ») comportemental qui est la réalisation de l'acte moteur et qui correspond au temps de réponse. Ce temps de réponse (TR) correspond à la vitesse d'exécution entre la présentation du stimulus et la réponse à la tâche.

Lorsque l'on évalue la prise de décision, nos décisions s'effectuent sous une limite de temps et cela peut provoquer ainsi un ralentissement de la réponse afin de rester précis et exact.

Ce ralentissement de la vitesse d'action pour répondre à une tâche est souvent appelé ralentissement psychomoteur (Roussel & Godefroy, 2019) et lorsqu'il devient trop important peut devenir problématique. Le ralentissement devient alors un état pathologique décrit comme la perturbation de l'activité psychomotrice et représente un symptôme courant pour de nombreuses pathologies, comme les pathologies sous-cortico-frontales, certains cas de dépression, d'anxiété ou suite à la prise de traitements, ou d'usage de stupéfiants, alcool ou psychotropes, une atteinte des boucles sous-cortico-frontales ou plus

largement frontales (pour plus de précisions, voir article ici : <https://itsbrain.mindpulse.net/article-adult-norm/>).

La présence du ralentissement dans plusieurs diagnostics montre l'importance d'en déterminer l'origine car le fait qu'il soit un symptôme assez récurrent peut rendre confuse son origine qui est à la fois variée et largement indéterminée. En effet ce ralentissement peut provenir d'une perturbation à différents niveaux tels que les processus perceptifs, moteurs, attentionnels et décisionnels, comme proposé dans le modèle de Godefroy et al., (2010) (Figure 4). Cette confusion sur l'origine de ce ralentissement peut augmenter l'imprécision voire les erreurs de diagnostic.

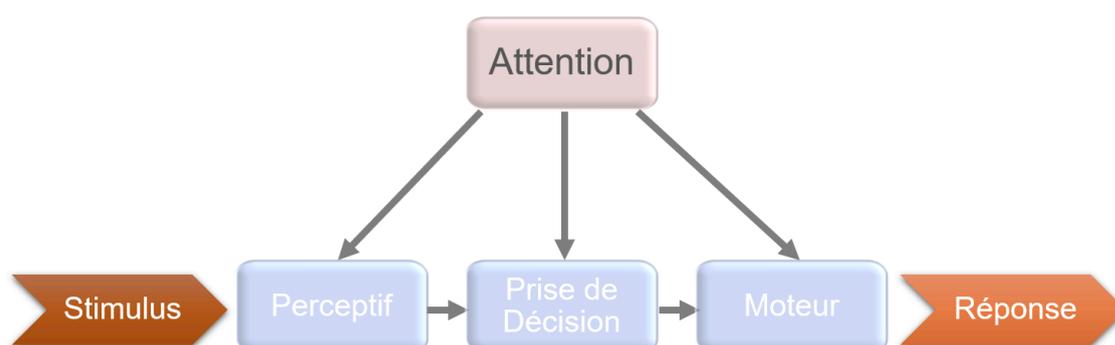


Figure 4. Représentation des processus simplifiés impliqués dans une tâche de temps de réaction simple, présenté dans l'article de Roussel & Godefroy (2019).

Il semble alors important de préciser la mesure en ce qui concerne la réponse motrice qui reste une mesure majeure des tests cliniques. Plus précisément, pouvoir mesurer un ralentissement psychomoteur afin d'évaluer la fonctionnalité des processus cognitifs de l'individu mais également pour discerner la cause précise de ce ralentissement en cas de dysfonctionnement reste à développer.

L'importance de la mesure de la prise de décision dans l'évaluation exécutive et attentionnelle a été discuté plus en profondeur sur notre site : <https://itsbrain.mindpulse.net/executive-decision/>

3. Evolution vers les nouveaux modèles : Le DDM

3.1. Introduction au DDM

Les évaluations cognitives des fonctions exécutives nécessitent généralement de réaliser une tâche rapidement, ou de donner le maximum de bonnes réponses

possibles dans un temps imparti. En conséquence, ces évaluations impliquent un compromis entre la rapidité et la précision des réponses. Les mesures abordent généralement ces deux paramètres comme des composantes séparées ou tentent de quantifier l'interaction entre ces deux aspects. Cependant, ce compromis est influencé par un contrôle conscient, où les individus peuvent privilégier soit la rapidité, soit la précision, ainsi que par des mécanismes sous-jacents qui peuvent varier. Il s'agit alors de prise de décisions : la mise en œuvre d'un choix et l'observation de ses conséquences, en fonction des éléments d'une situation donnée. Ces éléments en revanche ne sont pas indépendants les uns des autres. Par exemple, un ralentissement des réponses pourrait résulter d'un processus de prise de décision plus prudent ou d'un ralentissement lié à une maladie, ce qui pourrait ne pas être distingué par les méthodes conventionnelles (Myers et al., 2022).

Pour mieux comprendre les fonctions cognitives et émotionnelles, MindPulse a à cœur d'employer une méthodologie de mesure de la prise de décision qui prenne en compte non seulement la précision et la rapidité, mais aussi leur interaction. C'est précisément ce que propose le Modèle de Diffusion de la Décision (DDM), et son lien avec ces paramètres a été validé dans de nombreuses études en psychologie cognitive (Myers et al., 2022). Le DDM est devenu un modèle dominant pour la prise de décision rapide, et certains ont suggéré qu'il devrait remplacer les temps de réaction moyens et la précision comme outils de mesure par défaut en psychologie cognitive (Evans et Wagenmakers, 2020). D'abord implémentée au MindPulse dans le but de nos collaborations de recherches, notre objectif est d'implémenter cette méthodologie à la pratique clinique.

Le DDM est un modèle qui permet de mieux comprendre comment un individu prend des décisions, comme choisir entre deux options. Pour cela, il capture la relation complexe entre le choix et les temps de réaction en décomposant les données comportementales en composantes cognitives internes du processus décisionnel (Myers et al., 2022). Il produit des paramètres qui intègrent à la fois les données de temps de réaction et de précision dans un ensemble unique d'indicateurs de performance (Ratcliff & McKoon, 2008). Le DDM suppose que les décisions sont prises par un processus bruité qui accumule des informations au fil du temps à partir d'un point de départ vers l'un des deux critères de réponse (vrai / faux), ainsi que les paramètres personnels de compromis rapidité-précision de

l'individu. Le DDM conceptualise la prise de décision comme un processus dans lequel, à chaque essai, les individus accumulent des preuves en faveur d'une alternative de réponse plutôt qu'une autre, jusqu'à ce qu'une quantité suffisante de preuves atteigne un critère ou un seuil, moment auquel une décision est prise et la réponse correspondante est initiée. Le compromis entre la rapidité et la précision reflète ce point d'équilibre critique qui détermine quand arrêter de recueillir des informations et prendre une décision en fonction des données disponibles.

3.2. Les composantes du DDM

3.2.1. Drift (Dérive)

Les composantes principales du DDM incluent l'efficacité du traitement de l'information (le taux de dérive), qui est la vitesse à laquelle un individu accumule des informations vers la limite de décision correcte. Elle est influencée par les différences individuelles de développement et par les états d'éveil (Ratcliff & Van Dongen, 2011). Le taux de dérive ralentit par exemple chez les sujets déprimés (ils accumulent les preuves nécessaires pour prendre des décisions plus lentement que les témoins ; Pitliya et al., 2022).

3.3. Boundary (B)

Un autre paramètre d'intérêt est la séparation des frontières, souvent désignée par "B". La séparation des frontières est principalement déterminée par les paramètres personnels de compromis rapidité-précision d'un individu ou peut être influencée par un choix stratégique explicite (Huang-Pollock et al., 2020 ; Ratcliff & McKoon, 2008). La séparation des frontières peut être vue comme une réflexion de la prudence dans les réponses, avec des valeurs plus élevées de "B" mettant l'accent sur la précision plutôt que sur la rapidité, et des valeurs plus basses de "B" privilégiant la rapidité plutôt que la précision. La conséquence d'avoir une valeur "B" plus grande est que le processus de prise de décision devient plus lent et plus prudent. Cela se produit parce qu'une plus grande quantité de preuves est requise avant d'atteindre une limite lointaine et de déclencher une réponse. L'avantage de cela est une précision plus élevée, car il devient moins fréquent que le processus décisionnel traverse de manière erronée la mauvaise limite (Lerche et al., 2020).

3.4. Ndt (Temps non décisionnel)

Le "ndt" (temps non décisionnel) se réfère à une partie du temps de réponse qui n'est pas décrite par le modèle de diffusion, parfois interprétée comme la vitesse de l'encodage des preuves avant la décision et la traduction post-décisionnelle du choix en réponse motrice (de Gee et al., 2020), ainsi que la divagation mentale pendant le processus décisionnel (Boehm et al., 2021). Le point de départ de la diffusion est influencé par la construction du test et est interprété comme un biais vers la limite "go" ou "no-go", et devrait être réglé au milieu entre les 2 limites pour un test sans défaut (Boehm et al., 2021). L'intérêt des paramètres du DDM, offrant le meilleur ajustement à une distribution de réponses, est d'aider à identifier les processus cognitifs sous-jacents aux processus décisionnels (Voss et al., 2004 ; Voss & Voss, 2007 ; 2008).

Une prise de décision aberrante a été associée à une variété de conditions, allant des troubles dépressifs et anxieux (Pitliya et al., 2022 ; Chen, 2022) aux troubles de la personnalité borderline (Hallquist et al., 2018), ainsi qu'à la maladie de Parkinson (Frank et al., 2007 ; Moustafa et al., 2008) et aux tendances suicidaires (Brenner et al., 2015 ; Dombrovski et Hallquist, 2017). Acquérir une compréhension plus approfondie des bases cognitives et neuronales de la prise de décision atypique dans ces populations est crucial pour améliorer les stratégies de traitement psychologique et pharmacologique, ainsi que pour assurer l'observance des traitements.

3.5. Confidentialité et anonymisation des données

Le MindPulse (avec le protocole de traitement des données décrit ici) a été inscrit au registre des traitements de données de l'Assistance Publique – Hôpitaux de Paris (APHP) (novembre 2022), ce qui valide que son usage à l'APHP est conforme au RGPD. Tous les cliniciens de l'APHP auront donc l'autorisation de l'utiliser.

3.5.1. Cas d'une utilisation clinique

- Le patient est systématiquement informé du traitement des données au début du test et doit cocher son consentement.
- Le clinicien doit cocher à la fin du test qu'il dispose du consentement du patient pour traiter les données.
- Lors de la passation du test Mindpulse, les données personnelles du participant sont pseudonymisées (nom, prénom, mois et année de naissance sont automatiquement transformés en un code identifiant unique selon le protocole de chiffrement clé de Hachage SHA256 (haute sécurité). Le nom et le prénom ne sont donc ni enregistrés ni transférés.
- Les données recueillies sont transmises cryptées (protocole RSA avec clé publique / clé privée) puis décryptées avec la clé sur le serveur de It's Brain.
- Le serveur d'It's Brain est protégé et maintenu par XEFI. Tous les ordinateurs de la société It's Brain sont protégés par la société XEFI.
- Liste des données transférées :
 - Mois et année de naissance ; Jour, mois, année de passation.
 - Code clinicien ; Heure de passation.
 - Code CITE 1997 (Classification internationale type de l'éducation, Cf UNESCO 1997).
 - Sexe ; Langue ; Latéralité.
 - Résultats du MindPulse = des mesures de temps de réaction en ms et des champs de types d'erreurs.
- Tout patient qui le désire disposera d'un délai de un mois après la passation pour retirer son consentement à l'utilisation de ses données pour la recherche. Pour cela il devra contacter le clinicien investigateur qui est le seul à pouvoir fournir à It's Brain le code identifiant à effacer.
- Conservation des données à 1 an. Après 1 an, les données du MindPulse sont strictement ANONYMISÉS (par suppression du mois de naissance, du jour de passation et du code identifiant) et stockées dans un serveur hébergé par la société XEFI, aux normes HADS (Hébergeur Agréé données de Santé, conforme aux recommandations de la Haute autorité de santé), pour servir à d'éventuels projets de recherche ultérieurs.

Donc, au final, seules restent stockées à long terme des données anonymes du MindPulse uniquement TELLES QU'AUTORISE PAR LA LOI (RGPD) et contenant: Année de naissance ; âge au moment de la passation (en mois, avec une erreur de +/- 30 jours) ; Code clinique indiquant la pathologie ; temps entre le diagnostic de la pathologie et la passation des tests ; Mois de passation et année de passation (on enlève le jour) ; heure de passation ; Code CITE 1997 ; Sexe ; Langue ; Résultats du MindPulse = des mesures de temps de réaction.

3.5.2. Cas d'une utilisation dans un protocole de recherche

- Dans le cas d'un protocole de recherche, avant de débiter l'étude, le participant aura été informé de son protocole et des modalités de traitement des données recueillies et il aura confirmé son accord de participation.
- Il aura également été informé qu'il dispose à tout moment du droit, sans avoir à se justifier, de retirer son accord et de s'opposer au transfert et au traitement de ses données déjà recueillies.
- Lors de la passation du test Mindpulse, les données personnelles du participant sont pseudonymisées (nom, prénom, mois et année de naissance sont automatiquement transformés en un code identifiant unique selon le protocole de chiffrement clé de Hachage SHA256 (haute sécurité). Le nom et le prénom ne sont donc ni enregistrés ni transférés.
- Les données recueillies sont transmises cryptées (protocole RSA avec clé publique / clé privée) puis décryptées avec la clé sur le serveur de It'S Brain.
- Le serveur d'It's Brain est protégé et maintenu par XEFI. Tous les ordinateurs de la société It's Brain sont protégés par la société XEFI.
- Liste des données transférées :
 - Mois et année de naissance ; Jour, mois, année de passation.
 - Code clinique ; Heure de passation.
 - Code CITE 1997 (Classification internationale type de l'éducation, Cf UNESCO 1997).
 - Sexe ; Langue ; Latéralité.
 - Résultats du MindPulse = des mesures de temps de réaction en ms et des champs de types d'erreurs.

- Tout patient qui le désire disposera d'un délai de un mois après la passation pour retirer son consentement à l'utilisation de ses données pour la recherche. Pour cela il devra contacter le clinicien investigateur qui est le seul à pouvoir fournir à It's Brain le code identifiant à effacer.
- Conservation des données à plus long terme. Dans le cas d'une étude scientifique, à la fin de l'étude, (finalisée par la publication d'un article scientifique). Les données brutes du MindPulse sont strictement ANONYMISÉS (par suppression du mois de naissance, du jour de passation et du code identifiant). Les données brutes MindPulse ANONYMES contiendront alors : Année de naissance ; âge au moment de la passation (en mois, avec une erreur de +/- 30 jours), Mois de passation et année de passation (on enlève le jour) ; heure de passation, Code CITE 1997 ; Sexe ; Langue ; Résultats du MindPulse = des mesures de temps de réaction.

Ces données anonymes sont stockées dans un serveur hébergé par la société XEFI, aux normes HADS (Hébergeur Agréé données de Santé, conforme aux recommandations de la Haute autorité de santé).

En cas d'éventuels projets de recherche ultérieurs et en accord avec les chercheurs, ces données peuvent en outre contenir un Code clinique indiquant la pathologie et temps entre le diagnostic de la pathologie et le test.

Au final, seul restent donc stockées à long terme des données ANONYMES TELLES QU'AUTORISÉ PAR LA LOI (RGPD) et à des fins scientifiques et d'amélioration technique.

Aucune donnée hospitalière (données médicales et données biologiques etc.) n'est transmise aux serveurs de conservation des données de It's Brain. La plateforme MindPulse ne permet la transmission de données de ce type, elle ne sert PAS à gérer des données patients.

Dans certaines collaborations (avec convention de collaboration dans ce cas) Si des données nécessaires aux traitements scientifiques (data-analyse) sont travaillées ensemble par les équipes, elles restent au niveau des équipes de recherche et ne rentrent pas dans le stockage des data d'It's Brain et sont donc effacées après la recherche par l'équipe de recherche d'It's Brain.

Utilisation du MindPulse

1. Conditions générales d'utilisation

MindPulse est un test neurocognitif d'évaluation des fonctions cognitives. Il ne peut être utilisé que dans ce cadre et par des cliniciens autorisés. Toute utilisation en dehors de ce cadre est strictement interdite. Toute utilisation détournée, par exemple à visée de «stimulation cognitive» est strictement interdite et contrevient aux conditions d'utilisation.

Des professionnels de la cognition

Le MindPulse, dans sa version "expert" est un matériel professionnel à destination des cliniciens diplômés. Psychologues, Médecins, Orthophonistes, Psychomotriciens, Ergothérapeutes.

La version "dépistage" (en préparation) inclura d'autres professions intéressées par les questions d'attention visuelle comme les orthoptistes, et les infirmier-ères.

Les troubles concernés

Le MindPulse est destiné à qualifier et quantifier les troubles modérés et mineurs. En cas de troubles sévères, les difficultés à accéder à la compréhension de la consigne de double tâche peuvent rendre la passation impossible.

Les bilans incomplets (lorsque l'une des phases du test n'a pas pu être administrée) ne peuvent pas être analysés.

Responsabilité de l'administration et de la passation

Le clinicien décide seul de la pertinence d'administrer le MindPulse et reste responsable de son interprétation des résultats. Toute administration se fait sous sa responsabilité clinique.

Age de passation

Le MindPulse a reçu un étalonnage pour les personnes âgées de 13 à 80 ans. En dehors de ces âges, l'interprétation des résultats n'est pas possible. Un étalonnage est en cours à partir de 9 ans et sera prochainement rendu disponible pour les cliniciens.

Lieu adapté

Les professionnels doivent disposer d'une salle adaptée à la passation de tests cognitifs. Le MindPulse serait faussé par des mauvaises conditions de passation (bruit, interruption, élément perturbateur, stress excessif etc.).

En cas de passation à distance, le clinicien garde la responsabilité de la situation de passation et doit effectuer un contrôle de la passation au moyen d'une téléconsultation.

2. Matériel requis

L'utilisation du MindPulse nécessite de disposer :

- D'un ordinateur 64 bit connecté à internet : un système d'exploitation en 32 bits n'est pas compatible avec l'utilisation du MindPulse
- Une version récente de Windows ou de Macintosh : les versions antérieures à High Sierra (mac) ou Windows 10 ne sont pas compatibles à l'installation du test MindPulse offline. Si vous possédez un système d'exploitation antérieur, l'utilisation du MindPulse reste possible en version Online.
- D'une souris filaire (avec un fil) de bonne qualité. Idéalement, une souris de type "gamer" est recommandée.

L'utilisation d'un touchpad/pavé tactile est possible. Nous rappelons toutefois que les normes ont été constituées avec une souris filaire. Il sera donc nécessaire de prendre en compte potentiellement ce changement dans l'interprétation des résultats.

Les souris sans fil ne sont pas recommandées car leur détection est généralement plus lente, ce qui peut fausser les scores du patient.

Il est important de vérifier en amont la qualité de la connexion de la souris

filaire et de réaliser au préalable des essais concernant la détection/connexion afin d'éviter toute erreur de détection.

3. Conditions de passation

L'utilisation du MindPulse repose sur plusieurs paramètres recommandés. La vérification de ces paramètres est primordiale pour garantir des conditions de passation optimales et la fiabilité des résultats obtenus.

- Le sujet est accueilli dans une **salle au calme** afin d'être installé devant un ordinateur et de pouvoir pleinement se concentrer pour réaliser le test.
- **Aucune intrusion** dans la salle ne doit survenir pendant la passation du test.
- Les **nuisances sonores ou visuelles** (liées à la lumière par exemple) doivent être minimales
- Le son doit être coupé.
- Nous préconisons d'arrêter un maximum de logiciels en cours. Si possible, l'arrêt de tous les logiciels en cours d'exécution est recommandé.
- La résolution et la luminosité de l'écran doivent être suffisantes pour s'assurer de la bonne perception des stimuli. Une luminosité forte (mais confortable) est recommandée pour le contraste des couleurs. Le contraste fort entre le fond blanc et le gris de certains items peut gêner certaines personnes sensibles aux fortes luminosités, il est conseillé dans ce cas de régler la luminosité de l'écrans en veillant à ce que le patient puisse nettement distinguer la couleur des stimuli (Blanc versus Gris).
- La distance du sujet par rapport à l'écran doit également être vérifiée de façon à ce que les stimuli puissent être bien perçus par le sujet.

En fonction du niveau d'autonomie du sujet, il est préférable d'effectuer le test seul, sans la présence d'une personne tierce ou d'un parent dans la pièce. Les mimiques ou gestes d'une autre personne dans la pièce pourraient engendrer une perte attentionnelle qui se répercutent sur la performance au test.

4. Durée du test

Le protocole complet du MindPulse est d'environ 15 minutes, du démarrage du test jusqu'à la fin de celui-ci. Il faudra compter ensuite 2 à 5 minutes pour recevoir les résultats sous la forme d'un compte-rendu à destination du clinicien.

5. Utilisation du MindPulse Online

Afin d'éviter le téléchargement du logiciel et afin faciliter le travail du clinicien, MindPulse a récemment développé son interface MindPulse Online qui permet de centraliser toutes les informations et outils relatifs à l'utilisation de MindPulse. L'utilisation de cette interface nécessite une inscription et un accès à internet pour chaque utilisation. Elle y regroupe la liste des patients, l'état d'avancement des tests, le nombre de compte-rendu disponibles et offre la possibilité d'acheter en ligne des comptes-rendu supplémentaires ou des formations.

5.1. Inscription

La première étape pour accéder à la plateforme MindPulse Online est de créer son espace client. La création de son compte est possible à ce lien :

<https://www.mindpulse.online/signup>

Vous n'avez plus qu'à remplir les informations demandées. Vous recevrez alors un lien d'activation par mail qui vous permettra d'accéder à la plateforme automatiquement après quelques minutes.

5.2. Connexion

Une fois votre espace créé, vous pouvez vous connecter à votre espace Online sur le lien suivant :

<https://www.mindpulse.online/login>

Il vous suffit d'entrer votre mail de contact et votre mot de passe. Vous accéderez ensuite à votre espace personnalisé.

Les mises à jour du MindPulse seront automatiquement réalisées, vous n'avez rien à faire.

5.3. Nouvelle passation

Pour passer un test MindPulse il suffit de cliquer sur "Test MindPulse" sur la page d'accueil du MindPulse Online. Ce bouton vous permettra de créer un nouveau patient en remplissant les champs demandés, et de commencer automatiquement un nouveau test une fois les informations remplies.

5.4. Espace clinicien

L'espace clinicien est une interface qui a été créée afin de regrouper au même endroit toutes les informations relatives à votre utilisation du MindPulse. Cet espace a été conçu de façon à être aussi intuitif que possible. Vous y trouverez plusieurs onglets.

5.4.1. Accueil

Une fois connecté sur votre espace clinicien, vous arrivez automatiquement sur votre page d'accueil. Vous trouverez sur cette page les principales informations liées à votre utilisation du MindPulse (figure 5) :

- Le nombre de compte-rendus qu'il vous reste
- Les derniers compte-rendus téléchargés avec leur date
- Les tests en attente de passation (en cas de distanciel) ou de téléchargement
- Les boutons nécessaires pour acheter des compte-rendus et pour s'inscrire à une formation
- Les boutons pour lancer un test MindPulse, à un nouveau patient ou à un patient préalablement testé (re-test).
- Le mode d'emploi
- Les actualités principales de MindPulse en bas de la page
- Le bandeau de commande tout en haut vous permet de gauche à droite :
 - De masquer / faire apparaître le bandeau latéral de navigation dans les onglets de l'espace clinicien

- De nous envoyer un message en cas de question ou dans un besoin d'assistance
- De modifier la langue de l'espace clinicien (Français / Anglais)
- De consulter les informations de votre compte en cliquant sur votre nom
- De vous déconnecter

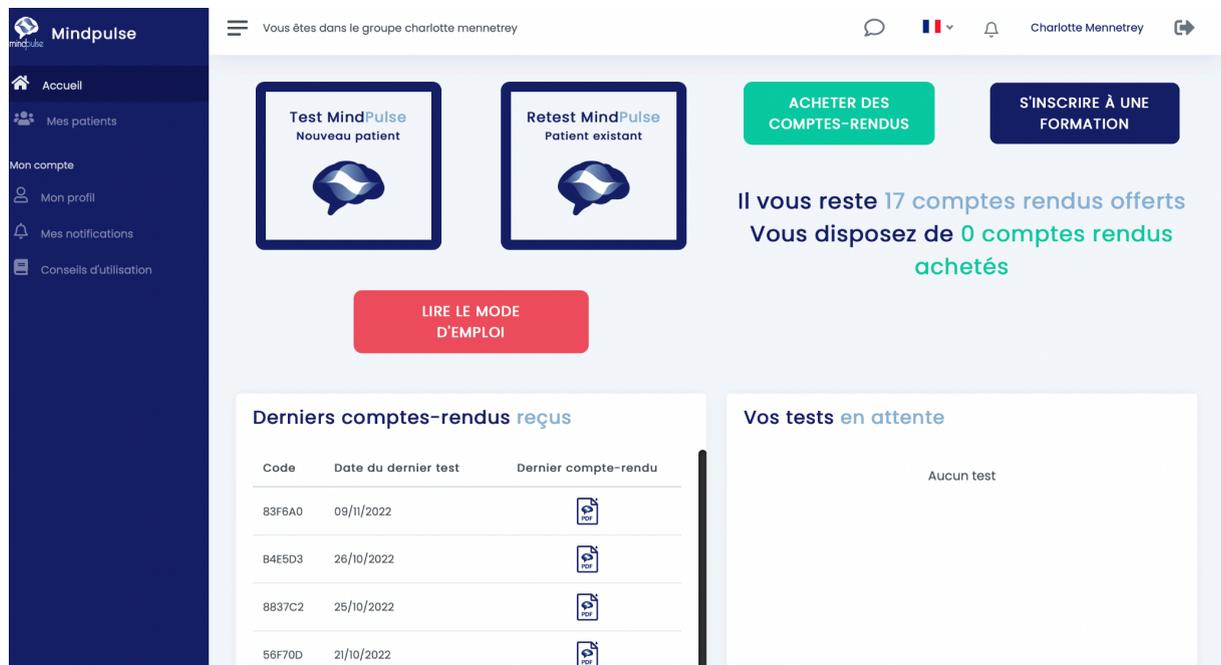


Figure 5. Visualisation de la page d'accueil de l'espace clinicien

5.4.2. Mes patients

L'onglet "Mes Patients" regroupe toutes les informations relatives aux patients que vous avez entrés et à qui vous avez proposé le MindPulse.

Les informations y sont automatiquement cryptées, ne permettant pas d'accéder aux informations personnelles de vos patients. Toutefois, si vous souhaitez accéder à ces informations, vous pouvez "Décrypter" temporairement ces informations en cliquant sur le bouton correspondant. Cela vous permet en outre de vérifier la correspondance entre le code de votre patient et son nom / prénom. Votre mot de passe vous sera demandé afin de décrypter les informations (Figure 6).

Cette page vous permet également de télécharger les comptes-rendu MindPulse de vos patients, ou de les re-télécharger plus tard si c'est nécessaire.

Lors d'un envoi différé, vous pourrez faire une demande de compte-rendu directement sur cette page par un simple clic.

Vous avez la possibilité d'éditer les informations relatives à vos patients, de créer un nouveau patient et enfin d'exporter la liste des patients en format CSV ou XLS de façon à en conserver une copie sur votre ordinateur si vous le souhaitez.

mindpulse

Accueil

Mes patients

Mon compte

Mon profil

Mes notifications

Conseils d'utilisation

Pour lancer un test MindPulse chez un patient déjà connu : décrypter vos patients, utiliser le filtre pour rechercher votre patient, et cliquez sur "lancer MindPulse".

Rechercher

8 patients / 7 test(s) effectués

Éditer le patient	Lancer mindpulse	Prénom	nom	Date du dernier test	Statut	Compte-rendu	Mode
		09/11/2022 14:46	Compte-rendu téléchargé		Présentiel (avec un clinicien à côté)
		26/11/2022 15:12	Compte-rendu téléchargé		Présentiel (avec un clinicien à côté)
		25/10/2022 14:35	Compte-rendu téléchargé		Présentiel (avec un clinicien à côté)
		21/10/2022 14:53	Compte-rendu téléchargé		Présentiel (avec un clinicien à côté)
		19/10/2022 11:45	Compte-rendu téléchargé		Présentiel (avec un clinicien à côté)

AJOUTER un nouveau patient

DÉCRYPTER tous les patients

EXPORTER liste des patients

Figure 6. Page "Mes Patients" de l'espace Clinicien

5.4.3. Mon Profil

La rubrique "Mon Profil" vous permet d'accéder à toutes les informations de votre compte. Vous y retrouverez vos informations personnelles et professionnelles, ainsi que les clés d'activations dont vous bénéficiez pour l'utilisation du MindPulse. Nos conditions d'utilisation et le nombre de crédit restant y sont également accessibles et consultables.

5.4.4. Mes notifications

La rubrique "Notifications" est automatiquement actualisée à chaque fois que vous utilisez et proposez le MindPulse à un patient. Cette rubrique vous permet de vérifier l'état d'avancement des tests que vous avez proposés. Vous

pourrez marquer les notifications comme lues ou non lues en fonction de vos préférences.

5.4.5. Documentation

La dernière rubrique Conseils d'utilisation vous permet de télécharger un récapitulatif des conditions optimales d'utilisation du MindPulse (figure 7).

mindpulse **CONSEILS D'UTILISATION**
MindPulse est un test neurocognitif d'évaluation des fonctions cognitives. Il ne peut être utilisé que dans ce cadre et par des cliniciens autorisés.

ENVIRONNEMENT
Salle adaptée à la passation de tests cognitifs : minimiser les nuisances sonores et visuelles et empêcher toute intrusion dans la salle

À DISTANCE
Le clinicien garde la responsabilité de la situation de passation : il doit effectuer un contrôle de la passation au moyen d'une téléconsultation.

MATÉRIEL

- ✓ Couper le son
- ✓ Interrompre les logiciels non indispensables
- ✓ Régler la luminosité pour un meilleur contraste
- ✓ Souris filaire recommandée (pas de souris sans fil) mais trackpad autorisé pour les personnes très à l'aise avec

Essais du matériel avant l'utilisation du test
Le clinicien est responsable de son matériel. It's Brain recommande des essais préliminaires à l'utilisation du MindPulse. Une lenteur inattendue ou des erreurs de détection précoce peuvent signaler un problème de processeur ou de détection de la souris.

Les conditions d'utilisation complètes se trouvent dans le mode d'emploi du MindPulse, disponible sur les pages :
www.tsbrain.mindpulse.net/cgu/
www.tsbrain.mindpulse.net/instructions/

RESPONSABILITES
Des professionnels de la cognition. Le MindPulse, dans sa version "expert" est un matériel professionnel à destination des cliniciens diplômés.
Responsabilité de l'administration et de la passation. Le clinicien décide seul de la pertinence d'administrer le MindPulse et reste responsable de son interprétation des résultats.

CONSENTEMENT, CONFIDENTIALITÉ, DROIT D'AUTEUR
Le clinicien est responsable de la sécurité des données et de l'information. Il doit veiller au maintien de la confidentialité du contenu du test, et à la non-violation des droits d'auteurs, comme indiqué dans les conditions générales d'utilisation.

Figure 7. Conseils d'utilisation

6. Utilisation du Mindpulse Logiciel

Si vous ne bénéficiez pas d'une connexion internet stable lors de l'utilisation de MindPulse, une version offline, sous forme de logiciel est également disponible. Cette version nécessite l'installation manuelle du logiciel sur votre ordinateur. Les résultats pourront alors être envoyés manuellement lorsque votre connexion internet le permettra, ou automatiquement à l'issue du test si la connexion est suffisante.

La Société met en œuvre toutes les mesures appropriées pour garantir la sécurité des données sur le logiciel et dans le cadre des services offerts et vendus (obligation de moyens). En cas de perte de données, elle ne saurait être responsable de tout dommage ainsi engendré par la perte des données, dont il

appartient à l'utilisateur d'assurer la sauvegarde avant l'installation du logiciel et à chaque utilisation. Le logiciel MindPulse ne contient aucun "virus" mais son utilisation peut être bloquée par certains antivirus et autres pare-feux des utilisateurs. Les utilisateurs ont la responsabilité des actions sur leur ordinateur pour permettre l'installation du MindPulse. La société It's Brain ne saurait être responsable des dommages liés au fonctionnement d'autres logiciels que le MindPulse.

6.1. Procédure d'installation

L'installation du Mindpulse est assez facile. Après avoir accédé à la page de téléchargement : <https://www.mindpulse.net/telechargement-cliniciens/> ; le clinicien commence par télécharger la documentation relative à l'installation et à la réception des résultats en cliquant sur l'icône "nuage". Ces documents détaillent étape par étape la procédure d'installation pour des passations en présentiel et en distanciel.

Le clinicien peut ensuite télécharger le Mindpulse en cliquant sur l'icône correspondant à son matériel informatique (Windows ou Macintosh). Le téléchargement débute immédiatement après.

6.1.1. Macintosh

Si vous possédez un ordinateur Macintosh, cliquez sur l'icône mac afin de télécharger le fichier d'installation correspondant.

- Double-cliquez sur le fichier .zip téléchargé et lancez l'installation en cliquant sur continuer.
- Choisissez la destination de sauvegarde avant d'appuyer sur continuer.
- Choisissez le type d'installation à effectuer. It's Brain recommande une installation standard en cliquant simplement sur Installer. Après quelques secondes, l'installation est terminée.

NB : Votre ordinateur peut bloquer l'installation du MindPulse parce qu'il ne reconnaît pas l'application. Un message d'erreur apparaît en ce sens, indiquant que l'application ne provient pas d'un développeur identifié. Si ce message apparaît, cliquez sur OK puis cliquez sur le fichier en maintenant la touche

Command  enclenchée. Afin de confirmer votre action, l'ordinateur vous demandera de renseigner votre mot de passe administrateur avant de pouvoir lancer l'installation.

Une fois l'installation terminée, le MindPulse est prêt à être utilisé. Il sera toutefois nécessaire de cliquer sur la clé d'activation reçue par email afin de l'utiliser. Nous recommandons de mettre cette clef d'activation directement sur l'écran de votre ordinateur afin de l'utiliser comme "icône" MindPulse.

6.1.2. Windows

Si vous possédez un ordinateur Windows, cliquez sur l'icône Windows afin de télécharger le fichier d'installation correspondant.

- Double-cliquez sur le fichier .zip téléchargé afin de pouvoir extraire le fichier .exe correspondant à l'assistant d'installation
- Cliquez sur le fichier .exe afin de lancer l'installation
- Autoriser l'application à effectuer des modifications sur l'ordinateur, puis confirmez le choix de la langue en cliquant sur OK
- Choisissez l'utilisateur en cliquant sur Suivant.
- Finalisez l'installation en cliquant sur "Installer" avant de refermer cette fenêtre en cliquant sur suivant, puis terminer.

NB : Il est possible que Windows SmartScreen bloque le démarrage de l'installation. Le cas échéant, cliquez sur "informations complémentaires", puis "exécuter quand même".

Le MindPulse est maintenant installé et prêt à être utilisé. Pour le lancer, double-cliquez sur la clé d'activation reçue par email.



Une fois l'installation terminée, le MindPulse est prêt à être utilisé. Il sera toutefois nécessaire de cliquer sur la clé d'activation reçue par email afin de l'utiliser. Nous recommandons de mettre cette clef d'activation directement sur l'écran de votre ordinateur afin de l'utiliser comme "icône" MindPulse.

6.2. Nouvelle passation

Pour passer un nouveau test MindPulse, il suffit de cliquer sur l'icône du logiciel, puis de cliquer sur "Démarrer le test". Le test se lancera automatiquement

après avoir entré les informations personnelles du sujet et cocher les différentes conditions d'utilisation.

6.3. Envoi des données

Au terme de la passation et si celle-ci s'est déroulée dans des conditions optimales, le clinicien peut envoyer directement et automatiquement les données du patient à It's Brain pour recevoir le compte rendu, ou enregistrer les résultats pour demander un compte-rendu plus tard.

6.3.1. Envoi automatisé

L'envoi automatique nécessite une connexion internet et d'avoir au moins un crédit de compte-rendu restant. Si vous optez pour un envoi automatique, après avoir noté les conditions de passation, il vous suffit de cliquer sur "Obtenir un compte rendu" à la toute fin de l'épreuve. Vous recevrez ensuite par mail après quelques minutes un lien unique vous permettant de télécharger votre compte-rendu sur un espace sécurisé.

6.3.2. Envoi manuel

Si le clinicien décide de ne pas demander de compte rendu immédiatement à la suite de la passation du MindPulse, les données enregistrées seront accessibles pour une demande de compte rendu plus tard, il faudra cependant les adresser via la procédure manuelle.

La procédure manuelle est décrite dans la documentation téléchargeable sur le site internet www.mindpulse.net/telechargement-cliniciens/

Dans la procédure manuelle (figure 8), le clinicien a besoin du code d'identification du patient dont il souhaite obtenir les résultats. Ceux-ci sont accessibles via l'application dans "voir la liste des patients". Une fois obtenu, le clinicien doit retourner sur la page d'accueil du test, et cliquer sur "ouvrir dossier". Il sélectionne ensuite le fichier correspondant au patient dont il souhaite obtenir les résultats. Le clinicien joint alors ce fichier, **sans l'avoir renommé**, dans un e-mail adressé à "resultats@mindpulse.net". Un accusé de réception automatique sera immédiatement transmis par MindPulse. Le Compte-Rendu sera ensuite téléchargeable au moyen d'un lien unique qui sera également transmis par mail.



Adresser les résultats à MindPulse pour obtenir vos compte rendus : PROCÉDURE



- 1 **Identifiez le fichier de données patient** : Retrouvez la correspondance ID-Nom du patient en lançant votre test MindPulse et en cliquant sur le [voir la liste des patients](#)
Chaque fichier est identifié par : Année-mois-jour-heure minutes_premiere partie mail clinicien_IDpatient.bin.
- 2 **Ouvrez votre dossier contenant les fichiers de données des patients en cliquant** [Ouvrir dossier](#)
- 3 **Faites glisser votre fichier de données patient dans votre mail** ou faites un copier coller sur le bureau de votre ordinateur pour pouvoir l'appeler facilement et Envoyez-le nous (par le mail que vous nous avez indiqué comme étant votre identifiant).
Objet «Demande de compte rendu». Dans le texte du mail rappelez votre nom et prénom. Nb. Si vous adressez le mail par une adresse mail qui n'est pas celle de votre identifiant, rappelez votre adresse e-mail identifiante.

Envoyez nous ce mail avec le fichier de données de votre patient en pièce jointe à :
resultats@mindpulse.net

NB : En distanciel vous avez juste à faire suivre le mail avec le fichier de données reçu de votre patient à cette même adresse resultats@mindpulse.net

Les fichiers de données sont cryptés et anonymisés par un ID unique. Afin de ne pas les endommager :
SURTOUT N'ESSAYEZ PAS DE LES OUVRIR et NE JAMAIS CHANGER LE NOM DU FICHIER

Figure 8. Procédure d'envoi manuel des résultats

6.4. Retrouver les informations personnelles du sujet

Pour procéder à un envoi manuel des données lors de l'utilisation du MindPulse logiciel, ou tout simplement pour vérifier la correspondance entre le code de votre patient et son nom / prénom, vous pourrez avoir besoin de retrouver les informations non anonymisées du MindPulse. Ces informations sont accessibles sur l'espace clinicien du MindPulse Online lorsque celui-ci a été utilisé pour la passation, et sur votre ordinateur lors de l'utilisation du MindPulse Logiciel.

La consultation de la correspondance entre les informations personnelles de votre patient et son code MindPulse est possible sur le MindPulse Logiciel. Pour cela, il vous suffit d'ouvrir le logiciel et de cliquer sur le bouton "Voir la liste des patients". Vous trouverez ensuite le tableau de l'ensemble de vos patients,

incluant entre autres leurs informations personnelles et leur code patient (voir figure 9).

The image shows two parts of the MindPulse interface. Part (a) is the home page with a dark blue background, the MindPulse logo, and a contact email 'contact@mindpulse.net'. A button 'voir la liste des patients' is highlighted with a red box and a callout bubble that says 'Permet d'accéder à la correspondance entre le nom et le code des patients'. Part (b) is a table titled 'Correspondances' with a search bar 'Rechercher'. The table has columns for 'code', 'nom', 'prenom', 'date de naissance', 'date de passation ou inscription', 'mode', and 'version'. A red box highlights the first few rows of the table, and a callout bubble points to it with the text 'Informations d'identification de chaque patient'.

code	nom	prenom	date de naissance	date de passation ou inscription	mode	version
5AE360	D	E	4/2005	2020-10-07-1641	presentiel	expert-v1
9F6ED6	F	N	3/1984	2020-11-02-2153	presentiel	expert-v1
4FESSF	B	A	6/1973	2020-11-05-1018	distanciel	expert-v1
4FESSF	B	A	6/1973	2020-11-12-1341	distanciel	expert-v1
8867E5	C	N	2/1986	2020-11-12-1418	distanciel	expert-v1
054AB2	C	N	4/1976	2020-11-12-1420	distanciel	expert-v1
SFSD64	C	N	3/1985	2020-11-13-0859	distanciel	expert-v1
2AE04	G	C	9/2007	2020-11-25-1506	presentiel	expert-v1
AAEF5F	C	E	6/2006	2020-12-02-1515	presentiel	expert-v1

Figure 9. (a) Accès au tableau de correspondance entre le code clinicien et les informations d'identification du patient depuis la page d'accueil du MindPulse. (b) Tableau de correspondance entre le code du patient et ses informations personnelles : nom, prénom, date de naissance, date de passage du test et mode de passation (distance ou présentiel).

7. Nouveau test MindPulse

7.1. Spécification d'un sujet

Le démarrage de l'épreuve nécessite le renseignement des informations relatives au participant testé. Les informations nécessaires sont les suivantes :

- Le nom et prénom du patient,
- Son sexe,

- Sa latéralité,
- Sa date de naissance
- Son niveau d'éducation
- La ou les langue(s) maternelle(s)

Ces informations permettront de générer le code d'identification unique du patient et donc de garantir son anonymisation.

7.1.1. Conditions Générales de Passation

L'épreuve débute par la confirmation des conditions générales de passation en cochant une case. Il est rappelé au sujet que ses informations personnelles (nom, prénom, date de naissance, etc.) ne sont pas transmises à It's Brain. Le sujet reconnaît être supervisé par un clinicien pendant la passation, et accepte de ne recevoir aucun résultat directement de la part de It's Brain. Le sujet consent à ce que les données du test soient transmises à It's Brain pour l'interprétation des résultats.

7.1.2. Procédure de test

Une fois les conditions de passation validées, le test passe automatiquement en plein-écran et une fenêtre de présentation du test apparaît. Le mode d'emploi suit, avec la présentation d'une consigne sur l'ordinateur, que le sujet doit prendre le temps de lire (figure 10).

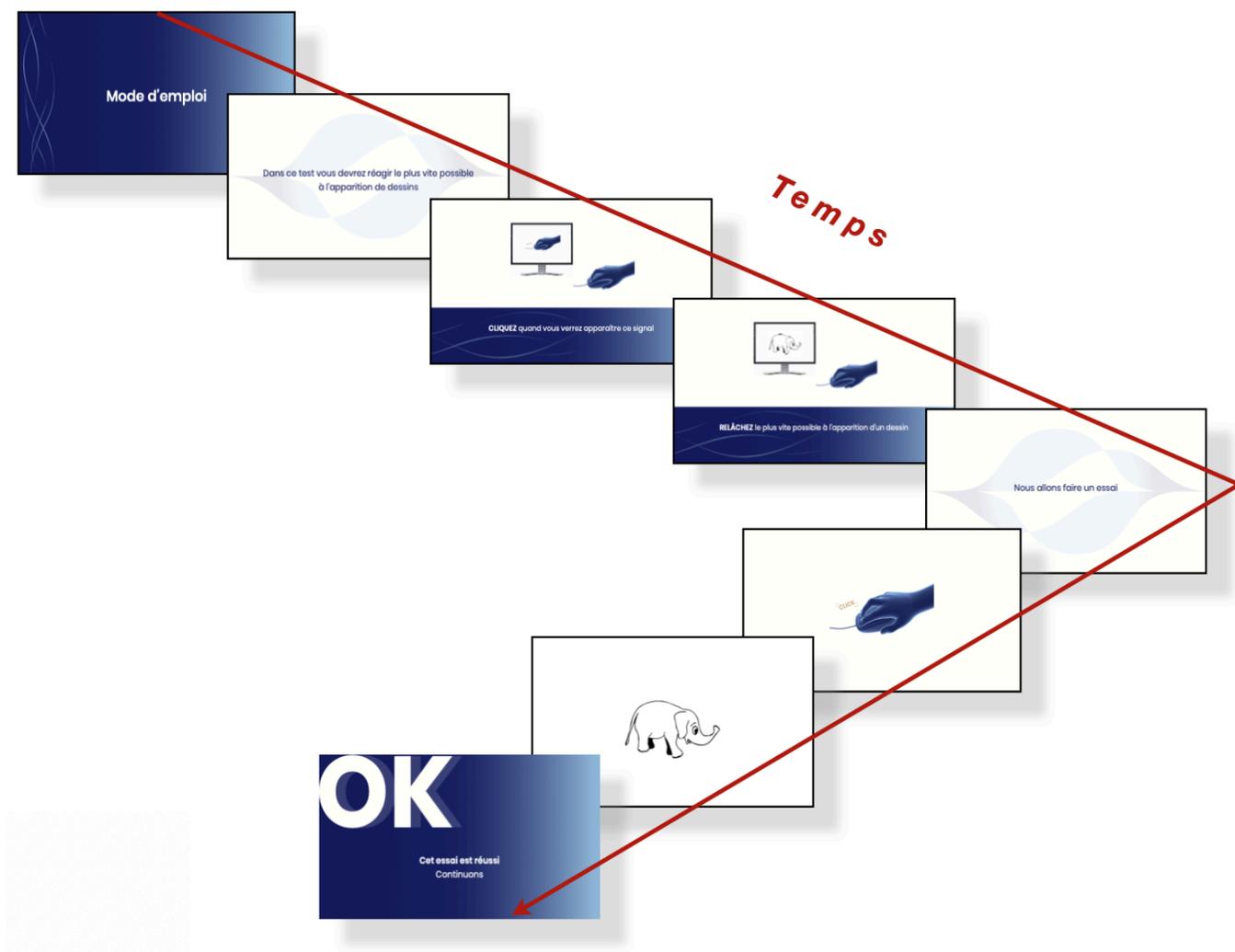


Figure 10. Procédure de test de la partie TRS

La bonne compréhension des consignes par le sujet est fondamentale pour l'utilisation du Mindpulse. La seule lecture des consignes pouvant parfois être insuffisante, il reste indispensable que l'examinateur **réexplique oralement les consignes**, augmentées de répétitions si nécessaires ou de précisions complémentaires afin de lever tout risque d'incompréhension.

Après lecture, et **confirmation de la bonne compréhension de la consigne**, une fenêtre s'ouvre dans laquelle sera effectué d'abord un premier essai qui

constitue **l'apprentissage du geste** pour s'assurer de la bonne compréhension et appréhension du geste nécessaire au test (clic - dé clic).

La réussite à cet essai d'apprentissage du geste est nécessaire pour la poursuite du MindPulse. Ce pré-requis rempli, la première phase du test, correspondant au temps de réaction simple (partie A - TRS) débute avec ses 4 essais d'entraînement. Pour chaque essai, le sujet est invité à enfoncer le clic de la souris à l'apparition d'un symbole de « clic » et à maintenir la pression sur le clic. L'écran devient alors blanc et le sujet devra dé clic à l'apparition de l'image cible. **Dans le TRS (et son entraînement)**, le participant doit dé clic à toutes les images sans distinction. La réussite à l'entraînement est nécessaire pour l'accès à la phase de test. La répétition de l'entraînement est possible en cas d'échec, jusqu'à 3 reprises. Comme dans chaque partie, les consignes sont rappelées entre la fin de l'entraînement et le début de l'évaluation.

Une fois le TRS fini, le sujet clique sur "Suite" pour continuer l'épreuve et passer à l'explication des consignes de la 2ème partie, correspondant à un temps de réaction à 1 choix (TRIC), ou Go/NoGo simple (TRIC). Dans cette partie, le participant ne doit dé clic que pour les images pertinentes, en fonction de leur couleur. Un entraînement de 4 essais, répétable jusqu'à trois fois au total, est présenté à nouveau et doit être réussi (au moins 3 essais sur 4 corrects) pour commencer la partie d'évaluation Go/NoGo simple (Figure 11).

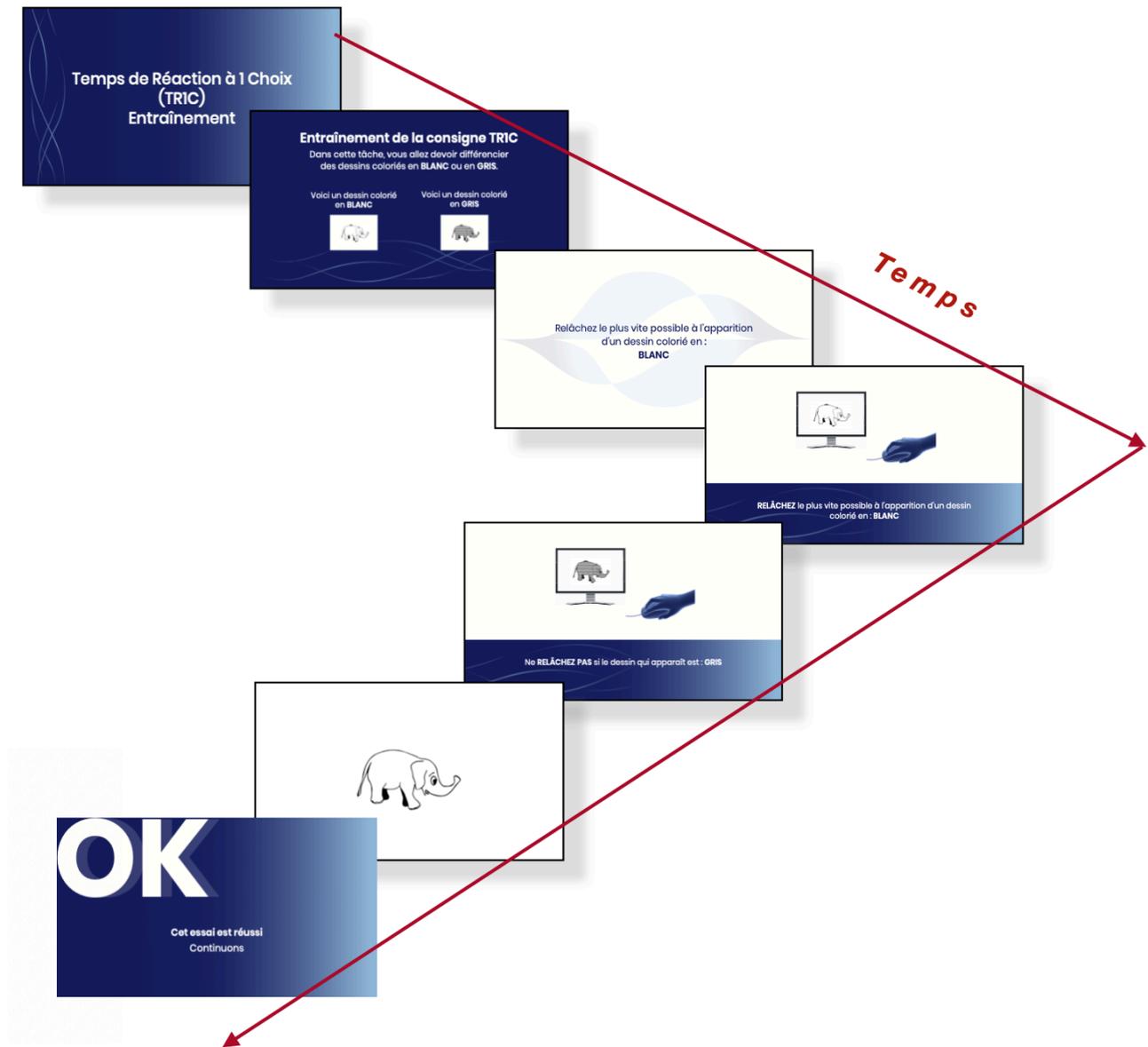


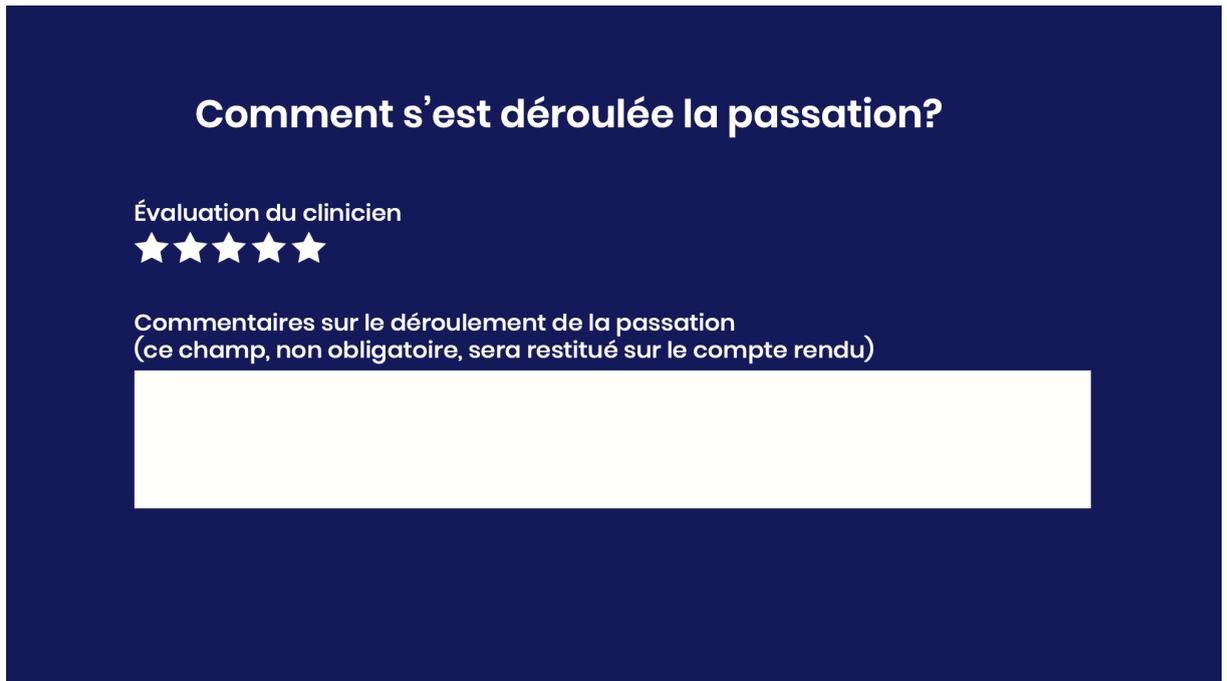
Figure 11. Procédure de test de la partie TRIC - partie B

A la fin du TRIC, le sujet clique sur "suite" pour passer à la troisième et dernière partie de l'évaluation. La consigne du TR2C (temps de réaction à 1 choix), ou Go/NoGo complexe, y est expliquée avant le passage à l'entraînement. Dans cette partie, le sujet ne doit cliquer que si l'image répond à deux critères simultanés de couleur (blanc / gris) et sa nature (vivant / non vivant). Le sujet relâche la souris que si l'image correspond aux deux critères simultanés. La

réussite de l'entraînement est toujours nécessaire pour la poursuite de l'épreuve. Le Mindpulse est terminé à la fin des 20 essais de cette partie.

7.1.3. Fin de la passation & Envoi des données

A la fin du test, une dernière fenêtre s'ouvre afin de remercier le sujet de sa participation. Il est demandé d'évaluer, avec le clinicien, la qualité de la passation, et un espace est ouvert pour commenter les conditions de passation. Enfin, le code patient est rappelé (figure 12).



The image shows a dark blue window with the title "Comment s'est déroulée la passation?". Below the title, there is a section for "Évaluation du clinicien" with five white stars. Underneath, there is a text input field with the label "Commentaires sur le déroulement de la passation (ce champ, non obligatoire, sera restitué sur le compte rendu)".

Figure 12. Fenêtre d'évaluation de la passation

Une fois les champs remplis, les résultats peuvent être envoyés en cliquant sur le bouton correspondant, ou enregistrés de façon à être envoyés plus tard. Il est impératif d'aller au bout de la procédure afin de choisir l'une de ces options pour que les résultats soient enregistrés et puissent être traités et faire l'objet d'un compte rendu (Figure 13 a, b et c). Dans tous les cas, lorsque que le clinicien décidera de transmettre ses résultats, il recevra par mail un lien de téléchargement de son compte-rendu après quelques minutes.



mindpulse

Id patient
ED154E

Il est fortement recommandé de sauvegarder les données brutes sur votre ordinateur !
Il s'agit d'une sécurité permettant de faire face à une éventuelle difficulté liée au réseau ou à une autre cause. Les données brutes peuvent ainsi être renvoyées par e-mail pour ré-editer les résultats en cas de besoin. Ces données sont enregistrées dans un format crypté par sécurité. Pour pouvoir ensuite demander un traitement de ces données il est impératif de ne pas les modifier, ne pas en changer le nom, ne pas chercher à les ouvrir.

Télécharger les données brutes

Ne pas sauvegarder



mindpulse

Id patient
ED154E

Voulez vous demander le compte-rendu des résultats de ce test ?

Oui - Demander le compte-rendu
maintenant

Non - Effacer ce test

Enregistrer sans demander
d'analyse



mindpulse

Merci d'avoir passé ce test

Vous pouvez fermer cette fenêtre

Fermer

8. Choix de la méthode de passation

Il est toujours préférable de faire passer le MindPulse en présence à votre patient. Cependant dans certains cas, vous préférez une passation en distanciel. Nous l'avons rendue possible mais gardez en tête qu'il est de votre responsabilité de clinicien de vous assurer des conditions d'utilisation et de passation du test par votre patient, c'est pourquoi nous vous recommandons d'avoir vérifié avant que les bonnes conditions sont réunies et de n'utiliser le MindPulse en distanciel que dans le cadre d'une téléconsultation avec un visuel sur la passation de votre patient via une autre machine que l'ordinateur où le MindPulse est installé. MindPulse rappelle que les normes du MindPulse ont été réalisées par des cliniciens en passation en présentiel.

Nous rappelons que le respect de bonnes conditions de passation est essentiel pour garantir la fidélité des résultats et leur interprétation. Les conditions de passation incluent entre autre :

- Une salle au calme, sans intrusion ni nuisance sonores ou visuelle
- Un ordinateur supportant l'utilisation du MindPulse logiciel ou online.
- Une souris filaire
- Une position confortable et adaptée
- Nous recommandons au clinicien d'interrompre toutes les applications ou logiciels en cours sur l'ordinateur servant à la passation du MindPulse de façon à donner un maximum de puissance de traitement au MindPulse et à éviter les interruptions non souhaitées.

8.1. Passation en distanciel

8.1.1. Consentement, Confidentialité et Droits d'auteurs

Nous rappelons que le clinicien est responsable de la sécurité des données et de l'information au patient (où à l'adulte responsable le cas échéant)

ainsi que de recueillir le consentement éclairé du patient ou du responsable légal du patient.

Le clinicien est également responsable vis-à-vis de la société It's Brain de veiller au maintien de la confidentialité du contenu du test, et la non-violation des droits d'auteurs, comme indiqué dans les conditions générales d'utilisation. Les conditions générales d'utilisation s'appliquent que ce soit en présentiel ou en passation à distance. Le clinicien est donc responsable d'informer le patient et le tiers de confiance des conditions de confidentialité et notamment de l'interdiction de filmer ou photographier tout ou partie du test et de s'assurer que la confidentialité des contenus du MindPulse soit maintenue.

L'évaluation à domicile doit reproduire une situation la plus proche possible de l'évaluation en cabinet, notamment en matière d'environnement adéquat.

8.1.2. Via le MindPulse Online

Dans le cas d'une utilisation à distance, votre patient recevra automatiquement un lien par mail lui permettant d'accéder au test directement sur son navigateur. Aucun téléchargement ne sera nécessaire. A la fin de la passation, il lui suffira de cliquer sur le bouton "envoyer les résultats" et de fermer la page. Les résultats seront automatiquement transmis et envoyés au clinicien, qui pourra y accéder sur son espace client MindPulse Online.

Le patient aura également la possibilité de sauvegarder ses résultats sur son ordinateur. Nous recommandons de procéder à cette sauvegarde de façon à ce que les résultats puissent être récupérés en cas de problème de connexion ou d'e-mail.

8.1.3. Via le MindPulse Logiciel

8.1.3.1. Installation du logiciel patient

L'utilisation du MindPulse logiciel en distanciel nécessite d'installer au préalable le MindPulse sur l'ordinateur du patient. It's Brain recommande de procéder à cette installation en amont de la consultation prévue pour la passation de l'épreuve, de façon à vérifier que le patient sera en mesure d'utiliser le test.

Le patient doit télécharger le fichier d'installation ainsi que la procédure d'installation du MindPulse ici :

<https://www.mindpulse.net/telechargement-patients/>

Après avoir téléchargé le fichier correspondant à son matériel informatique, la procédure d'installation est identique à celle réalisée sur l'ordinateur du clinicien. Une fois installée, une icône de raccourci apparaît sur le bureau de votre patient. Afin de vérifier l'installation, le patient double-clique sur l'icône afin de lancer l'application. Le message demandant d'utiliser la clé d'activation s'affiche alors.

8.1.3.2. Passation du test en distanciel

Au moment de la téléconsultation, le clinicien envoie la clé d'activation de son patient, qu'il a préalablement reçu par mail, afin que le patient double-clique dessus pour lancer le test.

A la fin de l'épreuve, le patient enregistre ses résultats qu'il devra envoyer manuellement par mail au clinicien. Le clinicien devra alors à son tour transmettre manuellement par mail les résultats de son patient à MindPulse de façon à obtenir le compte rendu.

9. Interruption de l'épreuve pendant la passation

En cas de problèmes lors de la passation du Mindpulse (fatigue anormale, questions, etc.) et à n'importe quel moment, le déroulement du test peut être interrompu temporairement ou définitivement en appuyant sur la touche "Escape" (ou échap, esc...).

Le MindPulse

Le MindPulse est un test neurocognitif digital qui mesure le processus de prise de décision fondamentale et ses différentes sous-composantes.

Le MindPulse utilise le ralentissement psychomoteur comme un indicateur du fonctionnement neurocognitif, où chaque individu est son propre témoin. Le test se base sur une mesure fine des temps de réaction du sujet (temps de réponse : TR), au centième de seconde, et sur la précision des réponses. L'adaptation du sujet, nécessaire pour réussir les différentes parties du test dont la complexité et la demande attentionnelle augmente, est à l'origine d'un ralentissement de sa réponse.

Le MindPulse permet donc de mesurer les différentes composantes de la prise de décision en considérant l'équilibre exécutif et attentionnel. Il permet de dégager des informations sur l'intensité de l'attention, la sélectivité et la stabilité de l'attention ; sur le contrôle exécutif, l'inhibition des réponses automatiques (comportement d'impulsion et de compulsions) et enfin sur l'engagement dans l'épreuve (Figure 14). Au travers d'une conception innovante, le MindPulse permet également de dégager de nouveaux indices du fonctionnement, notamment la vitesse exécutive et la réaction à la difficulté.

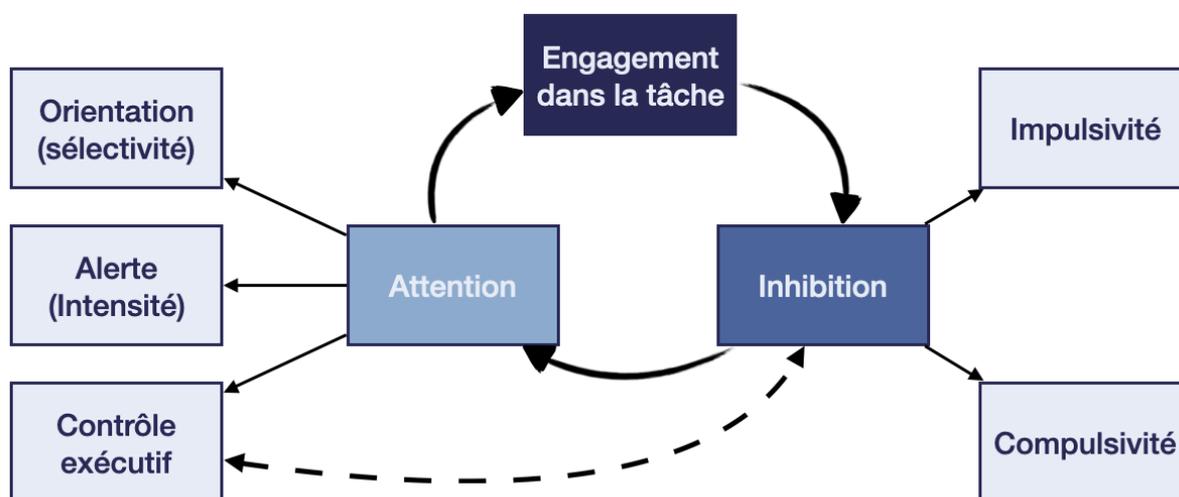


Figure 14 : Sous-composantes de la prise de décision mesurées dans le MindPulse

1. Les trois parties du MindPulse

Le MindPulse est construit en 3 épreuves successives, et de complexité croissante. Le degré de difficulté du troisième point est calculé selon une projection par rapport aux 2 premiers points et les données sont ajustées à cette projection.

Dans chacune de ces épreuves le sujet se prépare à l'action en enfonçant le clic de la souris et réagit à l'arrivée d'une image, selon la consigne, en dé-cliquant le bouton de la souris.

Quelque soit la partie de l'évaluation (A ou TRS, B ou TRIC et C ou TR2C), les conditions de passation restent identiques : un seul stimulus à la fois est présenté à l'écran et l'action réalisée reste de dé-cliquer à l'apparition d'une image cible.

Seules les consignes changent d'une condition à une autre et deviennent plus complexes en intégrant d'abord une demande de catégorisation (dans le Go/NoGo - Partie B) puis une demande de double catégorisation simultanée et d'une inhibition (Go/NoGo complexe - Partie C - figure 15).

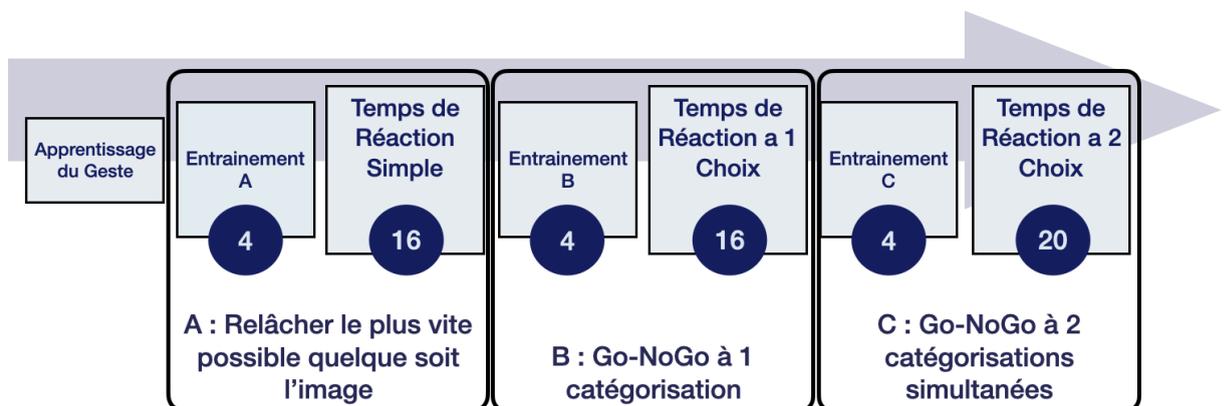
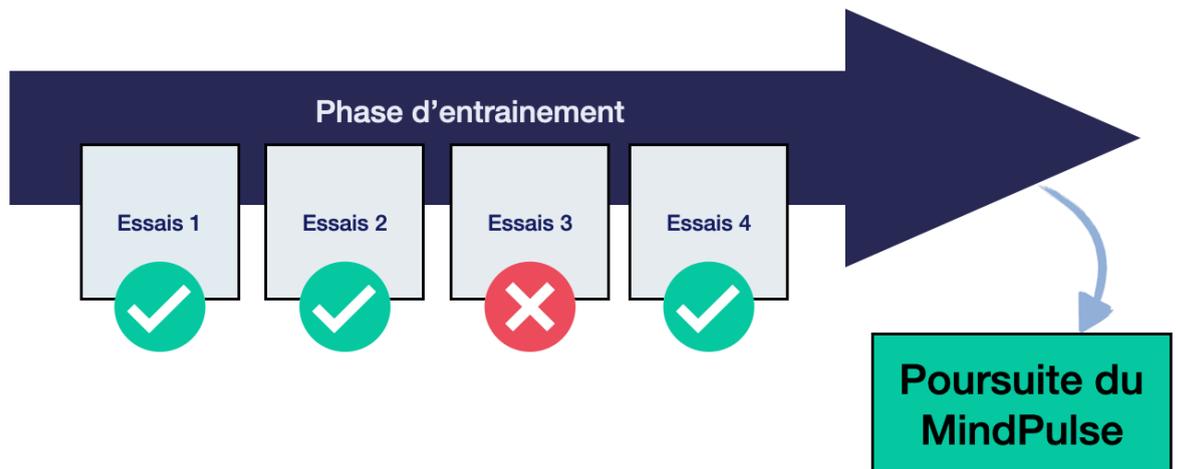


Figure 14 : Différentes parties du Mindpulse au cours du temps, incluant le nombre d'essais réalisés selon les différentes phases.

1.1. Les phases d'entraînement

Avant chaque partie, un entraînement est réalisé par le sujet. La réussite de cet entraînement composé de 4 essais est nécessaire pour que MindPulse propose la poursuite de l'évaluation. La réussite aux entraînements implique de réussir 3/4 essais à l'entraînement. En cas d'échec, la procédure d'entraînement est répétée jusqu'à 3 fois au total. Si à la fin des 3 entraînements le patient ne parvient pas à réussir, le MindPulse est arrêté (figure 15a et 15b)

a.



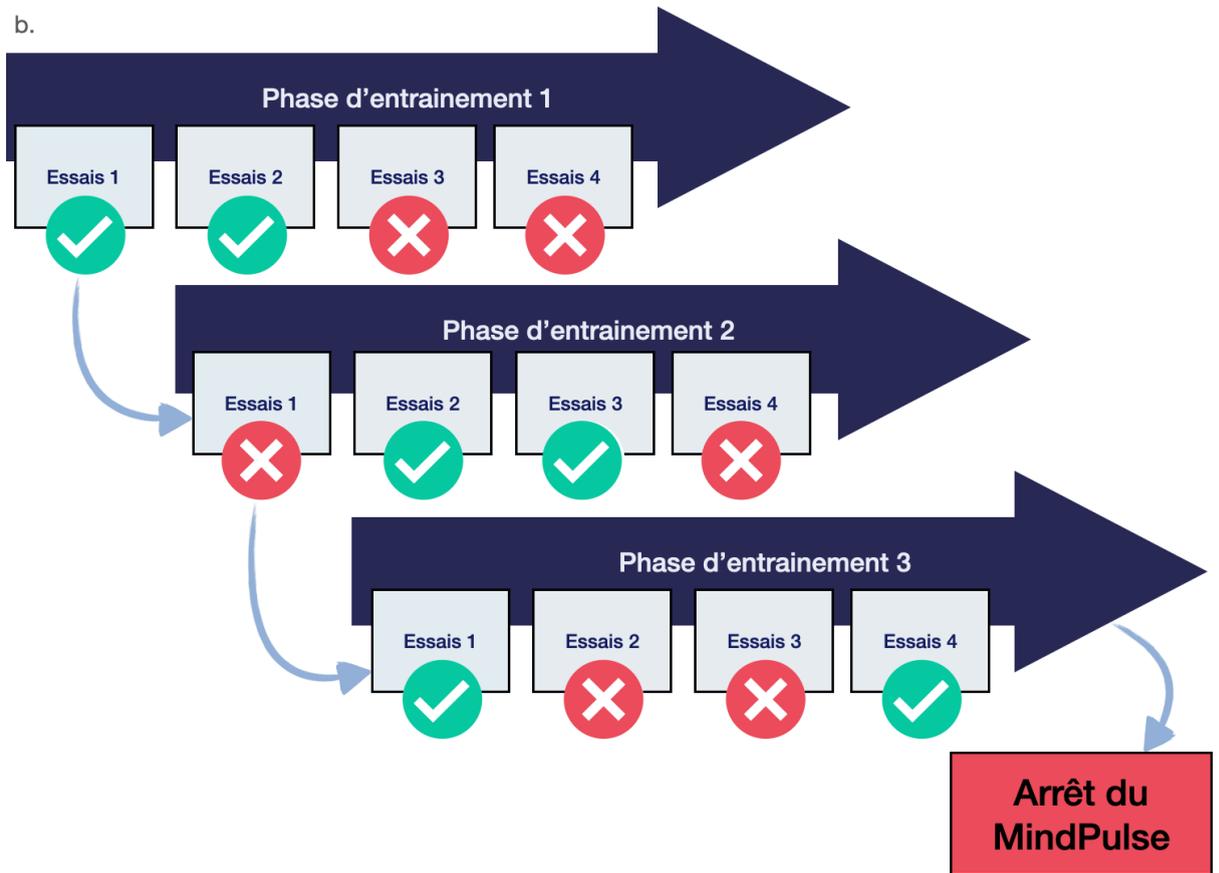


Figure 15 : Schématisation des phases d'entraînement.

a. Cas de la réussite à la phase d'entraînement.

b. Cas de l'échec aux 3 phases d'entraînements consécutives.

1.2. Mode d'emploi : Apprentissage du geste de relâchement

Le MindPulse repose sur un principe de relâchement du clic de la souris à la détection d'un stimulus répondant aux critères spécifiques à chaque partie du test. Afin de se familiariser avec le geste, un essai unique d'apprentissage du geste de relâchement est proposé au tout début du MindPulse. Cette phase présente le mode d'emploi du MindPulse et propose pour la première fois aux participants de cliquer à l'apparition du signe de clic, de maintenir pendant l'écran blanc, et de relâcher à l'apparition de l'image. Cette étape, si elle est échouée, est répétée autant de fois que nécessaire et jusqu'à réussite.

1.3. Partie A : Temps de réaction simple (TRS)

Le TRS (Temps de Réaction Simple) est la première épreuve du MindPulse, dans lequel le sujet doit réagir le plus vite possible à l'apparition d'une image, sans autre critère. Le sujet commence par enfoncer le clic de la souris au signal de départ, puis relâche le clic dès l'apparition d'une nouvelle image. Cette partie correspond au temps de désengagement perceptivo-moteur et permet de mesurer une vitesse perceptivo-motrice simple. Cette partie est constituée de 16 essais auxquels s'ajoutent les 4 essais d'entraînement.



Dans cette partie, il n'y a pas d'erreur de choix possible, le sujet doit relâcher la souris quelle que soit l'image. Il peut cependant produire des Erreurs d'Omission (ne pas réagir à l'arrivée d'une image) et d'Anticipation (réagir avant l'apparition de l'image ou dans les 100ms suivant celui-ci) . Les Erreurs d'Omission sont rarissimes et doivent donc toujours être considérées comme anormales dans cette condition. Les Erreurs d'Anticipation sont généralement associées à de l'impulsivité, mais peuvent également être liées à des troubles moteurs (faiblesse motrice).

Le score de TRS correspond au score médian lissé des essais réussis. Compte tenu du nombre d'items composant l'épreuve et de leur distribution asymétrique, la médiane s'avère être un paramètre plus adéquat que la moyenne qui apparaît peu valide. Les réponses aberrantes y sont pondérées à l'aide d'un lissage Gaussien. Ce lissage permet d'atténuer le poids potentiel d'un événement indésirable survenu pendant la passation. Cependant, la récurrence de ces réponses entraînera l'augmentation de leur poids dans le calcul du TRS. De cette manière, le TRS est plus représentatif des temps typiques du sujet. Le TRS est ensuite corrigé selon l'âge et le sexe du sujet. Si la case "autre" pour le sexe à été cochée dans les informations préalables, la normalisation selon le sexe ne sera pas réalisée.

1.4. Partie B : Go/NoGo - temps de réaction à 1 choix (TR1C)

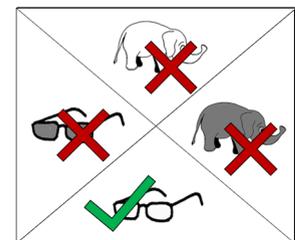
Le Temps de réaction avec 1 catégorisation ou épreuve de Go/NoGo simple constitue la seconde épreuve du MindPulse. Le sujet ne doit relâcher le clic de la souris que si l'image qui apparaît correspond à la catégorie demandée (Go). Cette catégorie dépend de la couleur de l'item, soit grise, soit blanche. Le choix de la couleur est aléatoirement réalisé par l'ordinateur et maintenu ensuite durant toute la condition.



Le participant ne doit relâcher le clic de la souris que si le stimuli correspond a critère de couleur demandé. Si l'image ne correspond pas, le participant ne devra pas relâcher le clic de la souris (No-go) et attendre un signal de fin d'essai pour relâcher. Cette épreuve est également constituée de 16 essais en plus des 4 essais d'entraînement.

1.5. Partie C : Go/NoGo complexe - Temps de réaction à 2 choix (TR2C)

La troisième et dernière partie du MindPulse, autrement appelée le TR2C (Temps de réaction avec 2 catégorisations) est un Go/NoGo complexe à double catégorisations simultanées où le sujet doit réagir (relâcher le clic de la souris) uniquement pour les stimuli correspondant simultanément à deux catégories demandées.



Le critère de couleur est toujours inversé par rapport à la partie B, ce qui nécessite d'inhiber la couleur précédemment pertinente.

Le second critère, nouveau, correspond au caractère vivant ou non vivant du stimuli. La sélection du critère pertinent pour cette nouvelle catégorie est aléatoire.

A cette épreuve, 20 essais sont proposés en plus des 4 de l'entraînement.

2. Images utilisées

Les images utilisées dans le MindPulse sont regroupées en 2 critères ayant chacun deux modalités



- La couleur : “blanc” vs “gris”
- La catégorie : “vivant” vs “non-vivant”

Chaque item de la catégorie (vivant / Non-vivant) existe dans une version blanche, et dans une version grise.

© Toutes les images sont réalisées par It’s Brain et sont sous copyright.

3. Descriptifs des scores obtenus

Le Mindpulse mesure les différents paramètres de la prise de décision. Ceux-ci sont décrits dans le compte rendu adressé au clinicien. Les notes d’analyse, disponibles à la fin de chaque compte rendu, permettent d’aider le clinicien à interpréter les résultats. La prise de décision perceptivo-motrice repose sur plusieurs processus que le Mindpulse permet de mesurer :

- Le **Temps de Réaction Simple avec Relâchement (TRS - partie A)** est mesuré lors de la première épreuve du Mindpulse dans laquelle le sujet doit relâcher la souris le plus rapidement possible à l’apparition d’une image. Le TRS correspond au temps de réaction perceptivo-moteur à l’apparition d’une image. Le TRS indique le temps nécessaire à la perception et à l’analyse de l’image, à l’élaboration et à la réalisation de l’action motrice de relâchement de la souris.
- Le **Score de Go / No go (pour B & C)** fait partie des résultats généraux du Mindpulse. Il correspond au temps nécessaire à la réalisation de la catégorisation simple (1 choix, B) puis complexe (2 choix, C) dans le MindPulse. En plus de la partie perceptivo-motrice, ces deux conditions impliquent le traitement sémantique de l’image perçue afin de déterminer si elle répond ou non au(x) critère(s) de catégorisation. Le sujet est amené

à prendre une décision de catégorisation sur ces images afin de générer (Go) ou non (NoGo) une réponse motrice (déclat de la souris).

- La **Vitesse exécutive (ou "Executive Speed"; ES)** correspond au temps nécessaire pour réaliser le traitement cognitif de prise de décision et de catégorisation de l'image dans les épreuves de TR1C et de TR2C une fois le temps perceptivo-moteur retiré. La Vitesse exécutive ES donne une indication de la vitesse de traitement cognitive pure, sans l'implication de la motricité. Cet indice permet d'étudier le contraste entre une condition simple (le TRS), voire réflexe et motrice et une condition plus complexe demandant l'exécution d'une opération mentale.

Calcul du score ES	$ES = ((TR1C - TRS) + (TR2C - TRS)) / 2$.
---------------------------	--

- La **Réaction à la difficulté ("Reaction to Difficulty"; RD)** : correspond à l'ajustement du sujet face à la difficulté et dépend de l'équilibre entre "aller vite" pour résoudre la demande de catégorisation et "faire le moins d'erreurs possibles".

Suite à l'augmentation de la difficulté entre le TR1C et le TR2C, il est attendu que les temps de réaction augmentent en lien direct avec cette complexité croissante. Le Mindpulse mesure le niveau de ralentissement attendu et normal pour chaque sujet en fonction de ses réponses précédentes, faisant de chaque sujet son propre contrôle. Si le ralentissement est plus important que ce qui est attendu, l'indice RD augmente. A l'inverse, si le ralentissement est moins important, voire absent, le RD diminue. Une variation du RD indique que l'ajustement entre la rapidité et la précision de la réponse est déséquilibré.

- **Dispersion** : La dispersion des temps de réponse sert à mesurer la variabilité de la vitesse de réponse des sujets. Une importante dispersion suggère une grande variabilité dans les TR et donc la possibilité de fluctuations attentionnelles chez le patient, ou de facteurs externes qui pourraient perturber sa concentration.
- **Analyse des Erreurs** : Différents types d'erreurs sont mesurés dans le Mindpulse :

- Les Erreurs Totales font référence à l'ensemble des erreurs, de quelque nature que ce soit, commises pendant toute la passation du Mindpulse.
- Les Erreurs d'Anticipation correspondent à une réponse (déclat) précoce du sujet, avant la présentation de l'image ou dans les 100ms suivant l'apparition du stimulus. Elles sont généralement le signe d'une impulsivité.
- Les Erreurs d'Omission sont divisées en deux sous-catégories, en fonction de si elles surviennent pendant le TRS ou pendant les TRIC et/ou TR2C. Il s'agit d'une absence de réponse à une image pour laquelle une réponse était attendue.
 - Dans le TRS, ces erreurs où le sujet ne réagit pas à l'apparition d'une image dans un délai de 3 secondes sont rares. Ces erreurs sont généralement associées à un défaut de vigilance (fonction d'alerte de l'attention), à des difficultés de compréhension de la consigne, ou à un problème matériel (dysfonction de la souris) ou environnemental (événement perturbateur).
 - Dans le TRIC et le TR2C, les erreurs d'omission surviennent lorsque le sujet ne réagit pas à une image répondant au(x) critère(s) de catégorisation. Ces erreurs peuvent être associées à un défaut de vigilance ou à des difficultés exécutives relative à la catégorisation.
- Les Réponses Erronées sont des erreurs de commission survenant pendant les épreuves de catégorisation (TRIC et TR2C). Le sujet répond à une image ne répondant pas au(x) critère(s) de catégorisation. Le participant se trompe sur la catégorie demandée. Ces erreurs sont dites "actives" et sont souvent associées à des difficultés exécutives et notamment de flexibilité cognitive. Dans le TR2C, plusieurs catégories de réponses erronées sont relevées :
 - Les *erreurs d'inhibition* sont les erreurs relatives à la couleur. Dans le TRIC, l'individu doit catégoriser les images sur la base de leur couleur (claire ou foncée). Dans le TR2C, le critère de couleur est inversé (ex: si en TRIC le sujet doit réagir aux images claires, au TR2C, il devra réagir aux images foncées).

Lorsque le sujet réagit à la mauvaise couleur dans le TR2C, il a donc persévéré sur la couleur précédemment pertinente.

- Les *erreurs de surcharges* sont liées au nouveau critère de catégorisation du TR2C : le caractère vivant ou non vivant de l'image. Lorsque le sujet commet une erreur sur ce critère (et donc répond à la mauvaise catégorie relative au vivant), il s'agit d'une erreur de surcharge. L'ajout d'une nouvelle catégorie submerge les capacités cognitives et exécutives du participant qui ne parvient pas à traiter efficacement cette nouvelle catégorisation.
 - Enfin, les *erreurs conjointes* sont des erreurs commises sur les 2 catégories à la fois : le sujet répond à des images qui ne correspondent ni à la couleur cible, ni au caractère vivant ou non ciblé. Lorsque ces erreurs sont trop fréquentes, il convient de s'interroger sur la compréhension de la consigne. Une forte impulsivité ainsi qu'un défaut d'inhibition majeur pourrait également contribuer à l'augmentation de ces erreurs.
- Les **réponses Abbérantes (Ab)** sont des bonnes réponses mais réalisées en un temps anormalement long (<2 écart-types) en comparaison de la moyenne des temps de réponse du sujet. Ils sont généralement indicateurs d'un décrochage attentionnel. Une seule réponse aberrante est généralement normale, cependant, la multiplication de celles-ci tout au long de test peut être indicateur d'un trouble de la vigilance ou plus généralement d'un défaut dans le maintien des capacités d'attention de manière soutenue.

4. Le compte-rendu MindPulse

4.1. Rappels sur le MindPulse

Le MindPulse est basé sur la détection fine du temps de réponse du sujet dans un compromis "vitesse/précision". Pour chacune des 3 conditions (A, B et C) le sujet doit répondre en dé-cliquant le plus vite possible, sans prendre le risque d'aller à une vitesse trop importante et de commettre des erreurs. Le sujet s'ajuste

à ces différents paramètres tout au long de l'épreuve. Le Mindpulse permet de mesurer cet ajustement sur différents axes. Le compte rendu transmis par It's Brain suite à la réception des données de test du patient présente les résultats principaux et détaillés. Ses différentes parties sont détaillées ci-dessous.

4.2. Page 1 : Informations Générales

La première partie du compte rendu (figure 16), en page 1, est relative aux informations générales du clinicien et du sujet. Le nom et le code du clinicien y sont rappelés puis les informations anonymisées du patient y sont décrites. Y sont mentionnés l'identifiant du sujet (ID patient), sa date de naissance, son âge, son sexe, sa latéralisation et sa ou ses langue(s) maternelle(s). Enfin, l'heure et la date de passation du MindPulse y sont mentionnés, ainsi que l'évaluation de la qualité de la passation par le clinicien et ses éventuels commentaires.

mindpulse Développé par ITS BRAIN

1. INFORMATIONS

Nom du Clinicien : Sandra Suarez
Code du Clinicien : Suarez.sandra.r
Vous trouverez le mode d'emploi d'analyse et d'interprétation du MindPulse sur <https://www.mindpulse.net/instructions>

Notes du clinicien :

1.1. Patient

Identifiant patient : HMFYJF
Naissance Mois/Année : 01/1983
Age : 33 ans
Sexe : Féminin
Latéralité (Main dominante) : Non précisée
Langue 1 :
Langue de passation du MindPulse : français

1.2. Passation

Type de test : MindPulse Expert
Date de passation : 25 / 02 / 2016
Horaire de passation : 13 h 34
Qualité de la passation : 5 / 5 Excellente Passation, sans aucune difficulté.

Commentaires sur les conditions de passation :

Patient ID : HMFYJF 1

Figure 16 : Première page du compte rendu

4.3. Page 2 : Equilibre de la prise de décision perceptivo-motrice

Le graphique "**Equilibre de la prise de décision perceptivo-motrice**" (figure 17) constitue la première partie des résultats. Faire vite et bien demande de réaliser un équilibre au sujet : il doit trouver la "bonne vitesse" à laquelle il pourra répondre correctement. S'il va trop vite, le risque d'erreurs augmente. La vitesse idéale change en fonction de la complexité de la consigne et le sujet doit arriver à

s'adapter. L'objectif de ce graphique est de montrer, en un seul regard, le positionnement du sujet sur 4 axes fondamentaux de cet équilibre vitesse/précision.

La particularité du MindPulse est que le regard du clinicien peut se poser non seulement sur la vitesse perceptivo-motrice "de base" du patient (contenant la partie perceptive et motrice de relâchement de la souris ; TRS) mais aussi sur sa vitesse exécutive (ou "idéique" ; ES) débarrassée de la composante perceptivo-motrice et ce, en tenant compte de la précision du résultat (les erreurs) et de sa manière de réagir à la difficulté perçue.

L'évolution du ralentissement est analysée selon les mesures propres de l'individu, en soustrayant le TRS (tâche perceptivo-motrice élémentaire de relâchement) aux deux autres conditions afin de s'affranchir de la composante perceptivo-motrice. De ce fait, chaque sujet devient son propre témoin concernant son temps d'exécution perceptivo-moteur. Cette analyse plus poussée permet de créer deux indices inédits : la vitesse exécutive et la réaction à la difficulté. Ces indices, présentés ci-après, seront davantage détaillés suite à la publication scientifique de nos données.

Sur le graphique d'équilibre de la prise de décision perceptivo-motrice, le sujet est représenté et localisé par un point coloré de taille variable. L'interprétation de ses performances dépend de la couleur du point, de sa taille, de sa position horizontale et de sa position verticale sur le graphique.

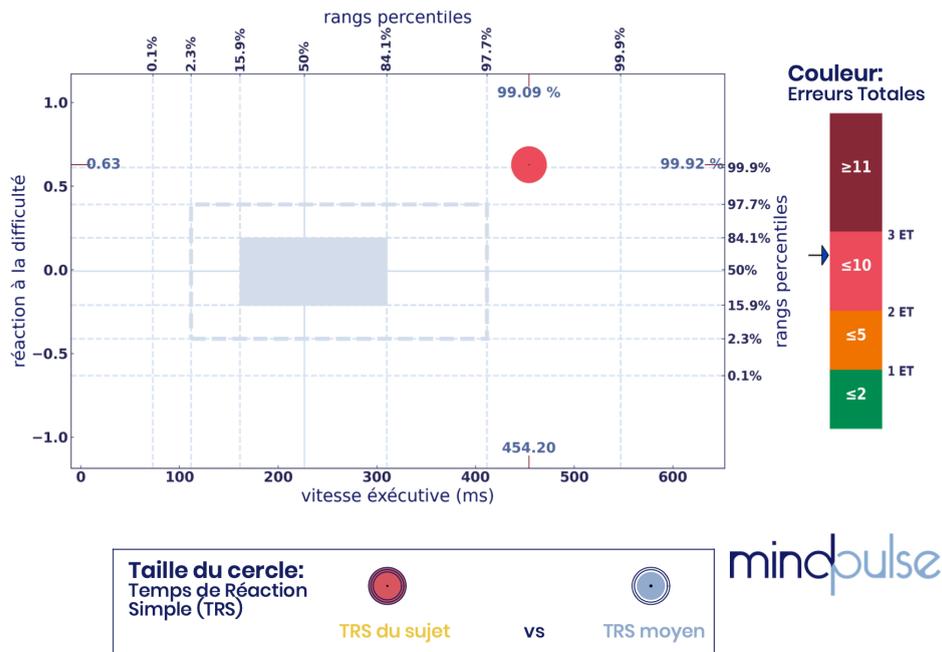


Figure 17 : Graphique de l'équilibre de la prise de décision perceptivo-motrice

- La taille du cercle (représentant le sujet) varie en fonction de son Temps de Réaction Simple (TRS). Le TRS, exprimé en ms correspond au temps nécessaire pour percevoir un stimulus et pour générer une réponse motrice (le dé-clic). Le TRS du sujet doit être comparé au TRS moyen de référence, visible directement sous le graphique (figure 18). Les variations à +1 et +2 écart-types sont représentées par les deux cercles extérieurs. Plus le cercle est gros, plus le sujet est lent.



Figure 18 : Visualisation de la taille du cercle relatif à la vitesse perceptivo-motrice

- La couleur du cercle permet de visualiser le nombre d'Erreurs Totales du sujet au MindPulse. La couleur donne une indication sur la précision du sujet dans les 3 parties de l'épreuve. La légende correspondant aux couleurs est visible à droite du graphique (Figure 19). Une couleur verte indique un taux d'erreurs dans la moyenne, la couleur orange correspond à la zone limite entre 1 et 2 écart-types, la zone rouge correspond à +2 écart-types, soit la zone pathologique, et le rouge plus foncé correspond à +3 écart-types.

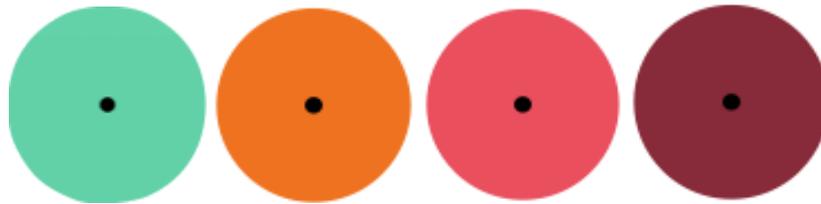


Figure 19 : Code couleur de l'échelle d'erreurs

- La position du point sur l'axe des abscisses permet de visualiser la Vitesse Exécutive du sujet. Pour rappel, la vitesse exécutive correspond au temps de réalisation du traitement cognitif une fois le temps perceptivo-moteur contrôlé. Un ralentissement de la vitesse exécutive se traduira par un décalage du cercle vers la droite. Le rang percentile de la vitesse exécutive se lit sur l'axe supérieur des abscisses et permet de déterminer le pourcentage d'individus ayant une vitesse exécutive plus lente que le sujet. La zone normale, entre zéro et 1 écart-type est visible dans le rectangle bleu au centre du graphique. La zone normale étendue (moyenne supérieure et moyenne inférieure), correspondant à la limite de 2 écart-types, correspond au rectangle pointillés (figure 20).

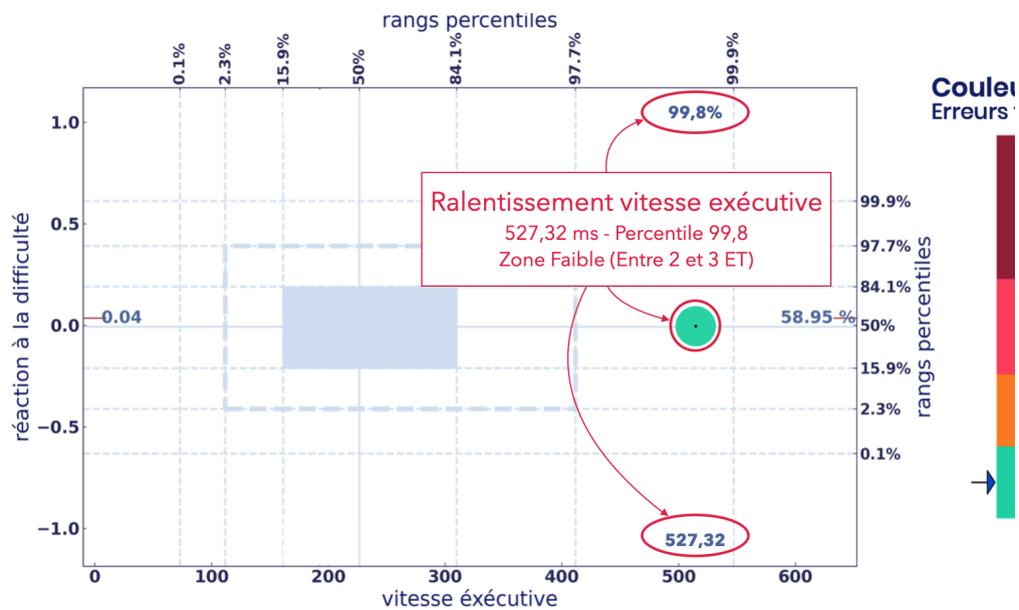
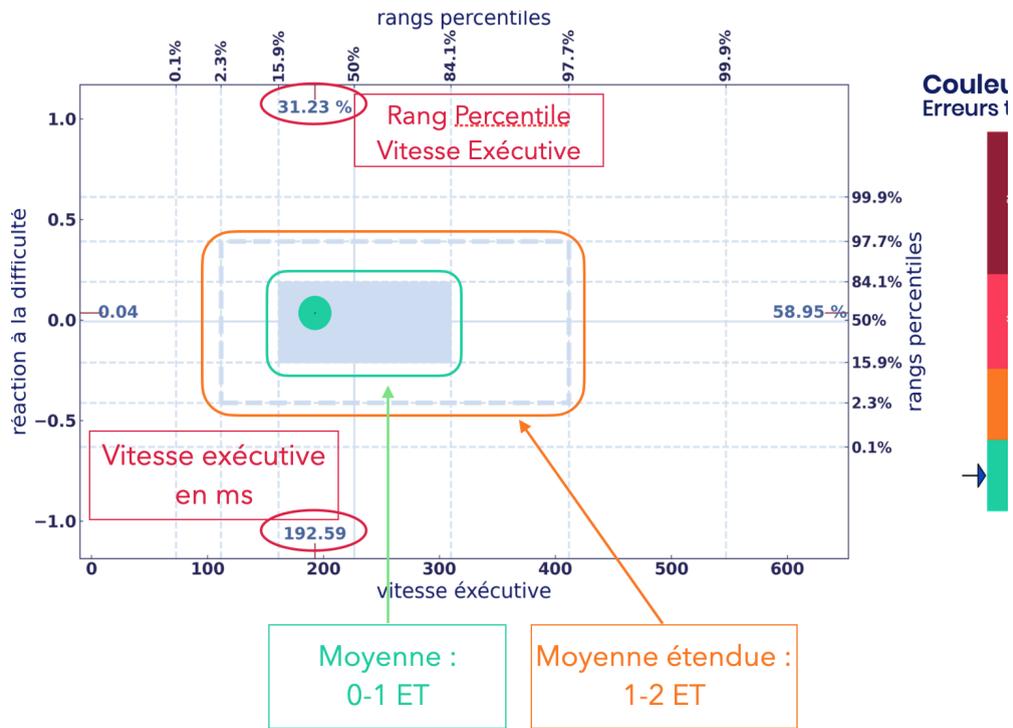


Figure 20 : Descriptifs des zones relatives à la vitesse exécutive

- L'axe vertical (ordonnés) permet enfin de visualiser la réaction à la difficulté du sujet qui correspond à la manière dont il s'ajuste à l'augmentation de la complexité des épreuves. Un mauvais ajustement à la difficulté peut se

traduire soit par un ralentissement excessif (décélération : le participant se ralentit trop par rapport à la difficulté), ce qui sera visible par la situation du point dans la partie haute du graphique, soit par un ralentissement insuffisant (survitesses : le participant va trop vite par rapport à la difficulté), avec un point dans la partie basse de l'axe des ordonnées (figure 21).

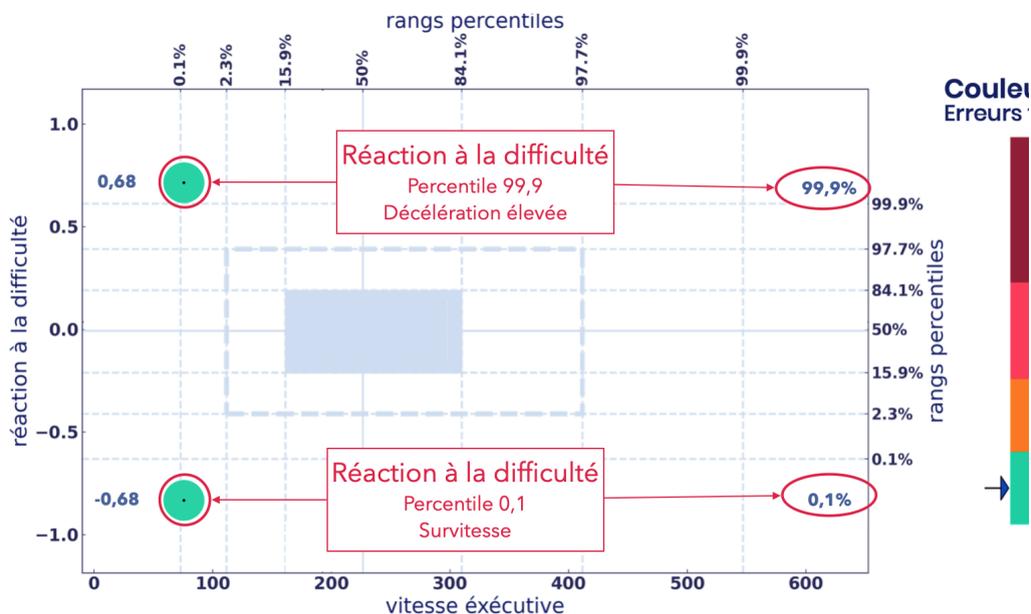


Figure 21 : Descriptifs des zones relatives à la réaction à la difficulté

4.4. Page 3 : Résultats Généraux

Le tableau des résultats généraux (figure 22) reprend les 4 résultats principaux du graphique, mais présentés sous forme de données chiffrées, avec les moyennes, intervalles de confiance, rangs percentile et les écart-types. Ces scores sont accompagnés d'un qualitatif permettant de faciliter la lecture.

Les résultats du participants sont ajustés en âge et sexe et comparés aux normes obtenues sur un échantillon de sujets de 13 à 80 ans, permettant les calculs des écarts à la moyenne.

2.2. MindPulse : Résultats Généraux

INDICES	Moyenne	Intervalle de Confiance 95%	Rang percentile *	ET	Qualitatif
Fonction d'Alerte / Vigilance					
Vitesse: Temps de Réaction Simple (TRS)	340.77 ms	235.4 – 446.2	70.77%	+0.55	Moyenne
Fonction d'Orientation / Attention Sélective					
Vitesse: Vitesse Exécutive (ES)	549.25 ms	372.8 – 719.7	99.91%	+3.11	Très Lent ***
Contrôle Exécutif					
Précision Globale: erreurs totales	4	0 – 9	91.10%	+1.43	Moyenne Faible
Réaction à la Difficulté					
Réaction à la Difficulté (DR)	0.27	-0.2 – 0.7	91.64%	+1.38	Décélération moyenne

* Le rang percentile correspond au pourcentage des individus réalisant une valeur inférieure.

Figure 22 : Tableau des résultats généraux

L'interprétation de ces valeurs normatives peuvent être facilitées avec la correspondance entre percentile, qualificatif et écart-type ci-dessous (figure 23), disponible en page 8 du compte rendu.

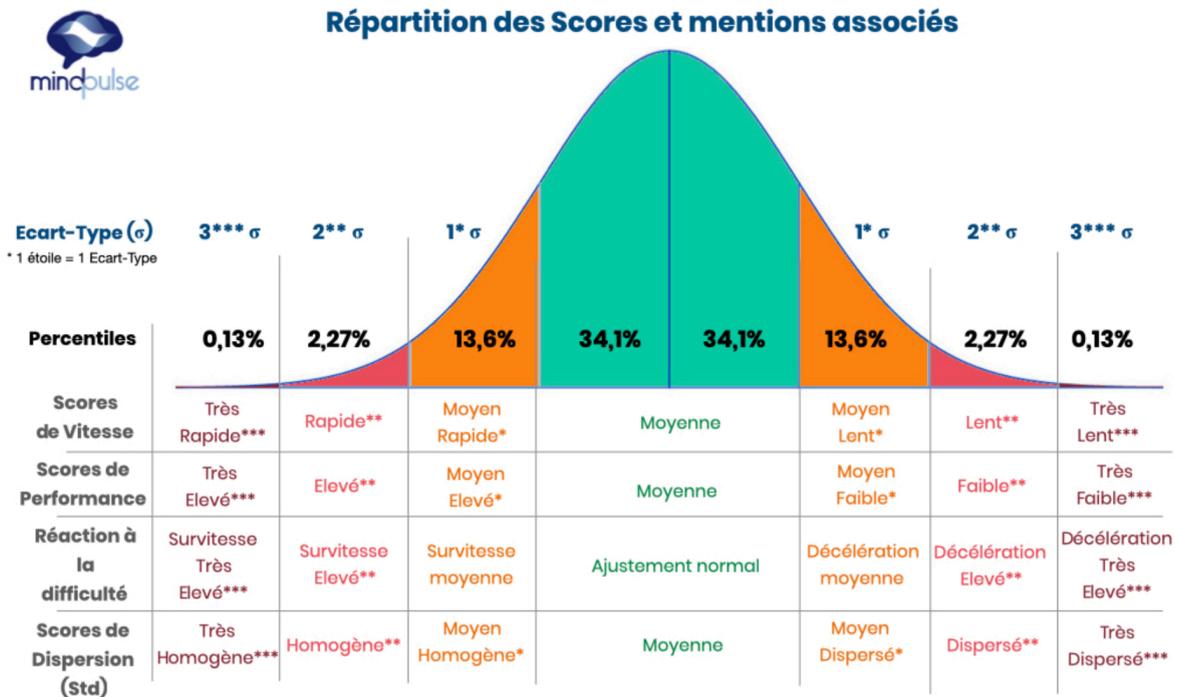


Figure 23 : Schéma de correspondance entre les différentes valeurs normatives et leur dénomination

4.5. Page 3 : Déroulés des TR dans les 3 conditions - Variabilité du sujet

Les 3 graphiques intitulés "Déroulé des TR du sujet pour les 3 conditions" (figure 24) permettent d'observer la variation des Temps de Réaction du sujet au cours des 3 parties du test en fonction du temps écoulé depuis le début de chaque épreuve. Il s'agit d'un critère de stabilité de l'attention. Les variations types (écart-types) des TR sont calculées sur la base des performances du sujet qui est donc son propre contrôle. Un ajustement en fonction de l'âge et du sexe est également réalisé. Le graphique est lissé pour faciliter sa visualisation (c'est à dire qu'il ne s'agit pas d'une représentation exacte de chaque réponse mais d'une vue "arrondie" de la passation (lissage Gaussien).

2.3. Déroulé des TR du sujet pour les 3 conditions

Évolution des Temps de Réaction des 3 parties du test et au fur et à mesure du temps (courbe lissée et TR ajustés selon l'âge et le sexe). Zone verte : norme +/- 1 ET, beige : entre 1 et 2 ET, blanche : pathologiques à +/- 2 ET. Ab : erreurs ou réponses aberrantes. A : Erreur d'Anticipation ; C : Erreur de choix actives ; O : Erreur d'Omission.

CF note (3)

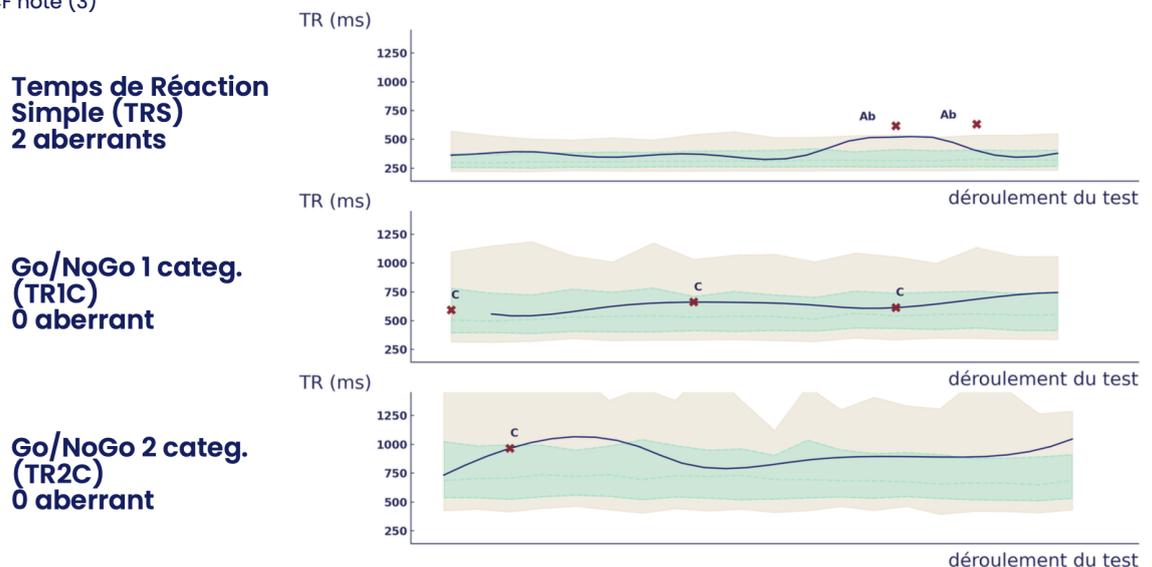


Figure 24 : Graphique de déroulé des temps de réponses

Dans chacun des graphiques, la zone verte représente la zone de stricte normalité <1 écart-type (ET) autour du sujet, la zone beige représente la zone intermédiaire, entre 1 et <2 ET autour du sujet. En deçà ou au-delà de la zone beige se trouve la zone pathologique à plus de 2 ET. Lorsque la variabilité est élevée, ces

différentes zones permettent au clinicien de voir si le sujet s'écarte seulement ponctuellement de la norme ou de manière régulière.

Chaque étoile représente une erreur ou une réponse aberrante. Les réponses aberrantes correspondent à des "lapses attentionnels" ou éclipses attentionnelles. Elles constituent un TR supérieur à 2 ET de la moyenne du sujet. Le nombre de réponses aberrantes, s'il y en a, est reporté à gauche du graphique. Sur l'ensemble des sujets, les réponses aberrantes sont rares, une seule réponse aberrante est considérée comme normale. Deux réponses aberrantes seront considérées comme "limites" et posent la question des conditions de passation de l'épreuve. A partir de 3 réponses aberrantes le résultat est considéré comme anormal.

4.6. Page 4 : Profil Général de la Prise de Décision

Cette partie propose un récapitulatif qualitatif des performances du sujet afin de mieux cerner le fonctionnement et l'intégrité des différentes sous-composantes cognitives de la prise de décision. Présentée sous forme de tableau (figure 25), cette partie offre également une lecture des résultats basée sur les processus cognitifs afin de faciliter l'interprétation et l'analyse du clinicien. En effet, le modèle attentionnel de Posner, évoquant les fonctions d'alerte, d'orientation et l'attention exécutive sont repris dans leur présentation.

3. Profil général de la prise de décision

Il s'agit du niveau élémentaire de la prise de décision (perceptivo-motrice).
CF note (4)

Indices		Moyenne	ET	Qualitatif
Fonction d'Alerte / Vigilance				
Vitesse	Temps de Réaction Simple (TRS)	340.77 ms	+0.55	Moyenne
Précision	Erreurs d'ommission	0	+1.85	Normal
Précision	Réponses Aberrantes	1	+0.91	Normal
Variabilité	Dispersion du TRS	47.45 ms	-0.02	Moyenne
Fonction d'Orientation / Attention Sélective				
Vitesse	Vitesse exécutive (ES)	549.25 ms	+3.11	Très Lent ***
Précision	Erreurs de choix	2	+1.09	Normal
Variabilité	Dispersion du TR avec Catégorisation	264.77 ms	+1.69	Moyen Dispersé
Contrôle Exécutif				
Précision	Erreurs totales	4	+1.35	Moyenne Faible
Flexibilité				
Vitesse	Double Catégorisation	1545.92 ms	+3.31	Très Lent ***
Précision	Erreurs liées à l'introduction d'un second choix (Surcharge)	1	+1.50	Moyenne Faible
Contrôle Inhibiteur				
Vitesse	Go/noGo	743.05 ms	+1.59	Moyen Lent
Précision	Erreurs d'inhibition	0	+1.04	Normal
Impulsivité				
Précision	Erreurs d'Anticipation	2	+1.75	Faible **
Réaction à la Difficulté				
	Réaction à la difficulté	0.27	+1.38	Décélération moyenne

mindpulse

Figure 25 : Tableau récapitulatif de l'ensemble des résultats : profil général de la prise de décision

Malgré tout, ce profil général ne peut se substituer à l'interprétation et à l'analyse du clinicien par sa connaissance du profil du sujet ainsi que de son anamnèse. Ci après se trouvent les différentes fonctions mesurées qui apparaissent dans ce tableau.

- **La Fonction d'alerte** correspond à une mesure de la vigilance et de la réactivité de l'attention ainsi que de son intensité. L'alerte peut être mesurée par le temps de réaction simple (TRS), ainsi que les erreurs

d'omission sur TRS, le TR1C et le TR2C ; ainsi que par les erreurs conjointes sur TR2C.

- **La Fonction d'orientation** correspond à la sélectivité de l'attention. Elle est mesurée par l'indice de Vitesse Exécutive (ES) et par les erreurs de choix..
- **Contrôle Exécutif** : L'intégrité du contrôle exécutif est évaluée via par le nombre d'erreurs total ainsi que par la dispersion des temps de réponses aux TR1C et au TR2C.
- **La Flexibilité** est évaluée via le nombre d'erreurs de choix et d'erreurs de surcharge.
- **Le Contrôle inhibiteur** est évalué notamment par le nombre d'erreurs d'inhibition et par le score à l'épreuve de catégorisation à 1 choix (TR1C).
- **L'Impulsivité** est essentiellement mesurée par le nombre d'erreurs de commission
- **La Réaction à la difficulté (RD)** est directement mesurée par son propre indice.

4.7. Page 5 : Analyse des erreurs

Les erreurs du participant sont détaillées de manière précise dans ce tableau (figure 26).

Cette partie analyse de manière plus précise et détaillée les différents types d'erreurs possibles et présentes dans la performance du sujet. Ainsi est récapitulé chaque type d'erreurs, avec les "marges" qui sont représentées également par une échelle graduée, le nombre d'erreurs commises, une qualification qualitative ainsi qu'une définition/description du type d'erreurs.

4.2. MindPulse: Analyse des Erreurs

Grille de lecture des marges qualitatives des erreurs en fonction des rangs percentiles observés dans les normes. Le rang percentile représente les pourcentages de personnes (normes) faisant autant ou moins d'erreurs que le sujet.



Type d'Erreur	Marges d'Erreurs	Nb	Qualitatif	Définition de l'Erreur
Erreurs Totales CF note (5)	Normal 0-2 Limite 3-5 Faible 6-10 Très Faible ≥ 11	10	Faible **	Toutes les erreurs sur l'ensemble du test (omission+anticipation+choix). Un nombre élevé d'erreurs interroge sur le contrôle exécutif global ou sur une éventuelle difficulté de compréhension ou de passation.
Erreurs d'Anticipation CF note (7)	Normal 0 Limite 1 Faible 2-4 Très Faible ≥ 5	2	Faible **	Erreurs d'anticipation : toutes les erreurs d'anticipation sur l'ensemble du test. Définition: Le sujet répond avant l'arrivée de l'image. Les erreurs d'anticipation sont plus associées à de l'impulsivité.
Erreurs d'Omission sur la tâche de temps de réaction simple CF note (6)	Normal 0 Anomalie ≥ 1	0	Normal	Erreurs d'Omission durant la première tâche de temps de réaction simple. Définition: Lors de la tâche de TRS, le sujet ne répond pas alors qu'il doit dé-cliquer (avant 3 secondes). Il ne réagit pas à l'arrivée de l'image. L'erreur d'Omission sur le TRS est associée à un problème de vigilance ou à un problème de compréhension de la consigne. Elle est quasiment inexistante dans les normes.
Erreurs d'Omission sur les tâches de choix.	Normal 0 Anomalie ≥ 1	5	Anomalie ***	Erreurs d'Omission durant les tâches TRIC et TR2C. Lors des tâches de catégorisation, le sujet ne répond pas alors qu'il doit cliquer à l'apparition d'une image cible répondant aux critères de données. Ces erreurs sont associées soit à un problème de vigilance soit à des difficultés de catégorisation (exécutives) ou à comprendre/retenir la consigne.

Réponse Erronée CF note (8)	Normal 0-2 Limite 3-4 Faible 5-8 Très Faible ≥ 9	3	Moyenne Faible	Réponses Erronées durant les deux tâches impliquant les catégorisations (TRIC et TR2C). Définition: lors des tâches de catégorisation, le sujet réagit (relâche) après l'apparition d'une image ne correspondant pas aux bonnes catégories demandées. Ce sont des erreurs de choix « actives ». Les réponses erronées sont associées à des difficultés exécutives (flexibilité).
Sous-catégories de réponses erronées (cf condition TR2C):				
Erreurs d'inhibition	Normal 0 Limite 1 Faible 2-4 Très Faible ≥ 5	0	Normal	Réponses Erronées durant la tâche impliquant 2 catégorisations simultanées. Définition: Le sujet fait d'abord un choix de couleur et doit ensuite inhiber ce choix pour donner la réponse inverse. Il produit une erreur d'inhibition s'il persiste dans le premier choix sans effectuer le changement. L'erreur est liée à un défaut d'inhibition.
Erreurs de surcharge CF note (9)	Normal 0 Limite 1 Faible 2-3 Très Faible ≥ 4	2	Faible **	Réponses Erronées liées à l'apparition d'une seconde catégorisation durant la tâche impliquant 2 catégorisations simultanées. Définition: Le sujet doit réaliser un second choix de catégorisation (vivant/non-vivant) simultanément à la catégorisation (blanc/gris). Il se trompe sur cette nouvelle catégorisation spécifiquement. L'erreur, si elle est spécifique à cette nouvelle catégorisation, est liée à un effet de surcharge cognitive. Le sujet est dépassé dans son processus cognitif.
Erreurs conjointes	Normal 0 Faible 1 Très Faible ≥ 2	0	Normal	Réponses Erronées totales sur les 2 catégorisations à la fois. Définition: Le sujet se trompe sur les 2 catégorisations demandées en même temps. Ce type d'erreur, s'il est fréquent, doit soulever la question de la compréhension de la consigne ou d'un défaut de vigilance global.

Figure 26 : Tableau des erreurs

4.8. Page 6 à 12 : Notes de lecture

Les pages 6 à 12 constituent les notes de lecture. Ces pages, identiques et communes à chaque compte rendu MindPulse permettent de définir les principales notions relatives au MindPulse. Vous y trouverez en outre les méthodes de calcul des indices, leur définition, les rappels sur le MindPulse, les types d'erreurs et les qualificatifs et systèmes métriques utilisés.

5. Etablissement des Normes

L'établissement des normes de 13 à 80 ans a été rendu possible par la collaboration entre nos équipes et de nombreux cliniciens dans toute la France, et dont les noms sont visibles sur notre site : <https://itsbrain.mindpulse.net/cliniciens-partenaires>

L'établissement des normes et la méthodologie à été détaillé dans l'article publié dans *Applied Neuropsychology: Adult* en Février 2024. Le lien vers l'article est disponible sur notre site : <https://itsbrain.mindpulse.net/article-adult-norm/>

En voici le résumé :

Introduction : Nous présentons des données normalisées pour adultes concernant MindPulse (MP), un nouvel outil évaluant les fonctions attentionnelles et exécutives (FAE) dans la prise de décision.

Méthode : Nous avons recruté 722 participants neurotypiques (18-80 ans), dont 149 ont été retestés. Le test MP comprend trois tâches : Temps de Réaction Simple (TRS), Go/No-go, et Go/No-go complexe, impliquant des composantes perceptuelles, des réponses motrices, et des mesures de temps de réaction (TR) et de justesse. Nous comparons les réponses, évaluant 14 indices cognitifs (y compris de nouveaux indices composites pour décrire les FAE : Vitesse Exécutive et Réaction à la Difficulté).

Analyses : Nous ajustons pour les effets de l'âge/du sexe, introduisons une échelle de difficulté, et considérons les écarts-types, les temps aberrants, et

la Corrélacion de Spearman pour l'équilibre vitesse-précision. Le test de rang non apparié de Wilcoxon est utilisé pour évaluer les effets du sexe, et la régression linéaire est employée pour évaluer le modèle de dépendance linéaire de l'âge sur la base de données normalisée.

Résultats : L'étude a démontré des effets de l'âge et du sexe sur les TR, dans les trois sous-tests, et la capacité à les corriger pour les résultats individuels. Le test a montré une excellente validité (Alpha de Cronbach pour les trois sous-tâches est de 92, 87, 95%) et une haute cohérence interne ($p < 0.001$ pour chaque sous-tâche significativement plus rapide que la sous-tâche plus complexe) du MP à travers la large plage d'âge. Les résultats ont montré une corrélation entre les trois parties de TR du test ($p < 0,001$ pour chacune) et l'indépendance des indices TRS, RD, et ES. L'effet de retest était inférieur à la variance intersujet, montrant une cohérence dans le temps.

Discussion : Cette étude met en évidence la forte validité du test MP sur un échantillon adulte homogène et large. Elle met l'accent sur l'évaluation des FAE et de la Réaction à la Difficulté de manière dynamique avec une sensibilité élevée.

Cas cliniques

Un ensemble de cas cliniques est disponible sur notre site : <https://itsbrain.mindpulse.net/cas-clinique/> afin de mieux vous familiariser avec l'utilisation, mais surtout avec l'interprétation du MindPulse au sein de votre pratique.

Vous y retrouverez des cas de patients souffrant de COVID-long, de difficultés scolaires, de TSA, de TDAH et d'AIT. Cette section est régulièrement mise à jour et complétée avec de nouveaux cas cliniques rencontrés par nos experts cliniques.

Bibliographie

- **Bari, A., & Robbins, T. W. (2013).** Inhibition and impulsivity: Behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology, 108*, 44-79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- **Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Anderson, S. W. (1994).** Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition, 50*(1-3), 7-15. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- **Boehm, U., Klauer, K. C., & Voss, A. (2021).** Unifying cue utilization and conflict monitoring in cognitive control processes. *Journal of Experimental Psychology: General, 150*(1), 130-148. <https://doi.org/10.1037/xge0000861>
- **Brenner, L. A., Breshears, R. E., & Betthausen, L. M. (2015).** Neuropsychological correlates of suicide among individuals with traumatic brain injury. *Brain Injury, 29*(1), 50-57. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.965211>
- **Chen, S. (2022).** A comprehensive review of decision-making models in mental health research. *Annual Review of Clinical Psychology, 18*, 399-422. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-080620-104752>
- **de Gee, J. W., Tsetsos, K., & Donner, T. H. (2020).** Decision-related pupil dilation reflects upcoming choice and individual bias. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 117*(28), 17032-17038. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912474117>
- **Diamond, A., & Ling, D. S. (2013).** Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience, 4*, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2012.11.002>
- **Dombrovski, A. Y., & Hallquist, M. N. (2017).** The decision neuroscience perspective on suicidal behavior: Evidence and hypotheses. *Current Opinion in Psychiatry, 30*(1), 7-12. <https://doi.org/10.1097/YCO.0000000000000293>
- **Evans, N. J., & Wagenmakers, E.-J. (2020).** Evidence accumulation models: Current limitations and future directions. *Psychonomic Bulletin & Review, 27*(1), 173-189. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01605-7>
- **Fabre-Thorpe M. (2011).** The characteristics and limits of rapid visual categorization. *Frontiers in psychology, 2*, 243. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00243>

- **Frank, M. J., Seeberger, L. C., & O'Reilly, R. C. (2007).** By carrot or by stick: Cognitive reinforcement learning in Parkinsonism. *Science*, *306*(5703), 1940–1943. <https://doi.org/10.1126/science.1102941>
- **Gazzaley, A., & Nobre, A. C. (2012).** Top-down modulation: Bridging selective attention and working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(2), 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.11.014>
- **Godefroy, O., Rousset, M., Desprez, P., Quaglino, V., & Boucart, M. (2010).** The dysexecutive syndrome of Alzheimer's disease: The role of orbitofrontal cortex. *Brain*, *133*(5), 1295–1306. <https://doi.org/10.1093/brain/awq047>
- **Hallquist, M. N., Baer, R. A., & Dombrovski, A. Y. (2018).** Hallmarks of impulsive and disinhibited behavior: Toward a quantitative psychiatry approach in borderline personality disorder. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, *5*(3), 254–263. <https://doi.org/10.1007/s40473-018-0156-5>
- **Huang-Pollock, C. L., Maddox, W. T., & Karalunas, S. L. (2020).** Developmental improvement in speed-accuracy trade-offs is associated with increased emphasis on accuracy. *Journal of Experimental Child Psychology*, *190*, 104709. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104709>
- **Lerche, V., Mertens, U. K., & Voss, A. (2020).** The speed-accuracy tradeoff effects in diffusion models depend on both the response-stimulus interval and the response mode. *Acta Psychologica*, *206*, 103056. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103056>
- **Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001).** An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, *24*(1), 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- **Moustafa, A. A., Sherman, S. J., & Frank, M. J. (2008).** A dopaminergic basis for working memory, learning, and attentional shifting in Parkinsonism. *Neuropsychologia*, *46*(13), 3144–3156. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.07.011>
- **Myers, N. E., Visscher, K. M., & De Lange, F. P. (2022).** Dynamic adjustments of decision thresholds in human visual cortex. *Nature Neuroscience*, *25*(1), 123–130. <https://doi.org/10.1038/s41593-021-00948-7>
- **Pitliya, P., Subramaniam, K., & Vinogradov, S. (2022).** Depressive symptoms in schizophrenia: Relationship with the prefrontal cortex and treatment implications. *Schizophrenia Research*, *239*, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2021.11.009>

- **Ratcliff, R., & McKoon, G. (2008).** The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. *Neural Computation, 20*(4), 873–922. <https://doi.org/10.1162/neco.2008.20.4.873>
- **Ratcliff, R., & Van Dongen, H. P. A. (2011).** Diffusion model for one-choice reaction-time tasks and the cognitive effects of sleep deprivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(27), 11285–11290. <https://doi.org/10.1073/pnas.1100483108>
- **Roussel, M., & Godefroy, O. (2019).** The assessment of the dysexecutive syndrome in Alzheimer's disease: A novel tool. *Frontiers in Aging Neuroscience, 11*, 329. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00329>
- **Thorpe, S. J., & Fabre-Thorpe, M. (2001).** Neuroscience. Seeking categories in the brain. *Science (New York, N.Y.), 291*(5502), 260–263. <https://doi.org/10.1126/science.1058249>
- **Vidal, L., Bourdin, B., Marqueste, T., & Lévêque, C. (2020).** Cortical processing of fatigue perception in patients with multiple sclerosis: A neurophysiological study. *Journal of Neurology, 267*(4), 1049–1058. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09679-8>
- **Voss, A., & Voss, J. (2008).** A fast numerical algorithm for the estimation of diffusion model parameters. *Journal of Mathematical Psychology, 52*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2007.09.005>
- **Voss, A., & Voss, J. (2007).** Fast-dm: A free program for efficient diffusion model analysis. *Behavior Research Methods, 39*(4), 767–775. <https://doi.org/10.3758/BF03192967>
- **Voss, A., Rothermund, K., & Voss, J. (2004).** Interpreting the parameters of the diffusion model: An empirical validation. *Memory & Cognition, 32*(7), 1206–1220. <https://doi.org/10.3758/BF03196893>
- **Van Zomeran, A. H., & Brouwer, W. H. (1994).** *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford University Press.

Annexes

1. Fiches de prise en main

Ces fiches, spécialement conçues pour être imprimables, ont pour vocation de constituer un support de ressources récapitulatif facile d'utilisation afin de faciliter la prise en main de l'outil et garantir les conditions de passation.

2. Aide au Compte Rendu

Afin de faciliter la lecture des résultats, des qualificatifs sont utilisés dans chaque tableau récapitulatif et pour chaque paramètre évalué. Ceux-ci ont pour but de renseigner rapidement et plus clairement le clinicien du niveau qualitatif de la performance du sujet selon nos normes. Il est cependant bien évident que ces qualificatifs ne dispensent pas d'une évaluation clinique de l'individu, et n'ont pas pour but de remplacer l'interprétation du clinicien.

Voici ci-dessous un tableau récapitulant les termes qualitatifs possibles selon les variables étudiées/mesurées afin de donner une rapide description/définition plus détaillée.

Tableau 1 : Récapitulatif des termes utilisés dans le compte rendu

Variables concernées	Qualitatif	Définition
Scores de vitesse & Scores de Performances	Très Rapide/Elevé	Le sujet présente un temps de réponse très rapide ou à une performance très supérieur à la moyenne obtenue pour la tranche d'âge qui le concerne
	Rapide/Elevé	Le sujet présente un temps de réponse rapide ou à une performance supérieure à la moyenne obtenue pour la tranche d'âge qui le concerne

	Moyenne Rapide / Elevée	Le sujet présente une performance ou un temps de réponse dans la moyenne supérieure pour la tranche d'âge qui le concerne
	Moyenne	Le sujet présente un temps de réponse médian ou à une performance moyenne pour la tranche d'âge qui le concerne
	Moyenne Lent / Faible	Le sujet présente un temps de réponse ou une performance dans la moyenne inférieure pour la tranche d'âge qui le concerne
	Lent/Faible	Le sujet présente un temps de réponse lent ou à une performance inférieure à la moyenne pour la tranche d'âge qui le concerne
	Très lent/Faible	Le sujet présente un temps de réponse très lent ou à une performance très inférieure à la moyenne pour la tranche d'âge qui le concerne.
Indice de Réaction à la Difficulté	Survitesse (très) élevée	Le sujet présente une survitesse (très) élevée face à la difficulté pour sa tranche d'âge. La vitesse de réalisation dans l'augmentation de la difficulté est (très) rapide.
	Survitesse moyenne	Le sujet présente une survitesse moyenne face à la difficulté pour sa tranche d'âge. La vitesse de réalisation dans l'augmentation de la difficulté est légèrement augmentée.

	Ajustement normal	Le sujet présente un surtemps normal face à la difficulté.
	Décélération moyenne	Le sujet présente un ralentissement modéré face à la difficulté pour sa tranche d'âge. Il ralentit légèrement pour s'adapter à la difficulté de l'épreuve.
	Décélération élevée	Le sujet présente un ralentissement (très) important face à la difficulté pour sa tranche d'âge. Il ralentit beaucoup pour s'adapter à la difficulté de l'épreuve.
Dispersion	Très Homogène	Le sujet présente des performances très stables dans le temps, avec très peu de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
	Homogène	Le sujet présente des performances stables dans le temps, avec peu de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
	Moyen Homogène	Le sujet présente des performances légèrement plus stables que la moyenne dans le temps, avec peu de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
	Moyenne	Le sujet présente des performances adaptées en termes de stabilité dans le temps, par rapport à sa tranche d'âge.

	Moyen Dispersé	Le sujet présente des performances légèrement moins stables (plus dispersées) dans le temps, avec un peu trop de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
	Dispersé	Le sujet présente des performances peu stables (dispersées) dans le temps, avec trop de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
	Très Dispersé	Le sujet présente des performances très instables (très dispersées) dans le temps, avec beaucoup de variabilité en termes de temps de réponses par rapport à sa tranche d'âge.
Erreurs	Normal	Le sujet produit un nombre d'erreurs normal par rapport à la moyenne obtenue pour sa tranche d'âge.
	Limite	Le sujet produit un nombre d'erreurs limite par rapport à la moyenne obtenue pour sa tranche d'âge.
	Faible	Le sujet produit un nombre d'erreurs trop important par rapport à la moyenne obtenue pour sa tranche d'âge. Sa précision est Faible .
	Très Faible	Le sujet produit un nombre d'erreurs très important par rapport à la moyenne obtenue pour sa tranche d'âge. Sa précision est Très Faible .