

SATURNE R.2022

Une documentation du logiciel SATURNE utilisé au Centre IRM

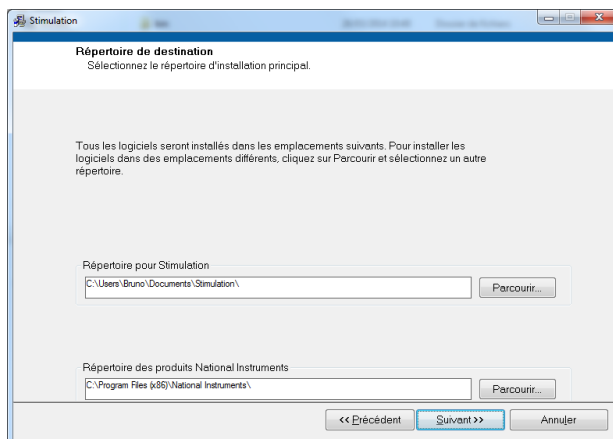
Table des matières

1 - Installation du logiciel.....	2
2 - Préparation du matériel de stimulation	3
2.1 - Dossiers et sous-dossiers.....	3
2.2 - Fichiers de séquence	3
2.2.1 - Colonnes obligatoires	3
2.2.2 - Colonnes dites « de stimulation »	4
2.2.3 - Colonnes dites « de réponse ».....	5
2.2.4 - Colonnes dites « diverses » ou de paramétrage.....	5
3 - Configuration de l'environnement vidéo.....	6
4 - Utilisation du programme.....	7
4.1 - L'interface d'accueil	7
4.2 – Options et paramètres.....	7
4.2.1 – Section « Subject responses ».....	8
4.2.2 - Section « Stimulation preferences ».....	9
4.2.3 - Section « General options ».....	10
4.2.4 - Section « Working context ».....	11
4.2.5 – Paramètres globaux et paramètres liés à une session.....	11
4.3 – Lancement d'un protocole.....	11
4.3.1 – Sujet et séquence.....	11
4.3.2 - Lancement d'une session.....	12
4.3.3 – Déroulement de la session.....	13
4.3.4 – Fin de la session	14
5 - Données comportementales	15
5.1 – Fichiers « log » de la session	15
5.2 : Enregistrement des réponses en continu : Les fichiers « TAPPING »	16
5.3 – Données d'enregistrement audio (réponses vocales)	17
5.4 – Exportation des données comportementale dans le formalisme BIDS	17

1 - Installation du logiciel

IMPORTANT : Avant de lancer l'installation, vérifiez bien que vous possédez les droits d'administration sur votre poste de travail

- Décompressez le fichier "Install_Stimulation_2022.zip"
- Dans le dossier "Volume", exécutez "Setup.exe". Suivez les instructions Une première boîte de dialogue d'affiche.



Par défaut, le programme (et l'ensemble de ses données) s'installera dans votre dossier « Documents ».

NOTE : Si vous souhaitez modifier cette destination, veillez bien à ce que le répertoire d'installation (« Stimulation ») se situe effectivement dans un dossier dans lequel vous avez directement tous les droits en écriture.

Le dossier d'installation des produits « National Instruments » n'a pas à être modifié.

Le reste de la procédure d'installation ne présente pas de difficulté particulière.

- Une fois l'installation terminée, vous serez sans doute amenés à redémarrer votre système.

2 - Préparation du matériel de stimulation

2.1 - Dossiers et sous-dossiers

- L'installation du programme va créer un dossier « **Stimuli** » dans le répertoire d'installation (Stimulation). C'est dans ce répertoire que doivent être stockés les images (au format BMP, JPEG ou PNG) et les sons (au format WAV), utilisés par les différentes séquences.
- Dans le dossier d'installation « **Stimulation** », vous placerez les séquences de stimulation. C'est dans ce dossier que seront également sauvegardées les données comportementales (plus précisément dans le sous-dossier « **sourcedata** », en référence au formalisme **BIDS**).

NOTE : Le programme est livré avec un pack complet destiné à implémenter un localiser standard (plus d'infos sur https://github.com/cosanlab/Pinel_localizer). Ce pack illustre l'utilisation et le formalisme des différents concepts (fichiers de description du protocole, dossier et données de stimulation, résultats comportementaux, ...) et inclut des stimulations visuelles, auditives, des tâches motrices, de calcul, Ces fichiers dits « de séquence » qui décrivent le protocole sont un excellent exemple pour commencer.

2.2 - Fichiers de séquence

Les fichiers de séquence décrivent le **protocole de l'expérimentation**, en fonction du programme et des modalités que celui-ci permet d'utiliser.

Il s'agit de fichiers texte-tableur dont le séparateur de colonne est le caractère TABULATION (C'est IMPORTANT). Par ailleurs, pour des raisons de convention, il est indispensable que ces fichiers portent l'extension « **.DESC** » en lieu et place de l'extension « **.txt** », afin d'être correctement identifiés par le programme. Ces fichiers sont constitués de plusieurs colonnes. Les en-têtes des colonnes doivent suivre un certain formalisme dans leur dénomination. L'ordre des colonnes n'a pas d'importance, mais un minimum d'organisation est requis.

Les fichiers de séquence doivent suivre le formalisme **BIDS (Brain Imaging Data Structure)** des données comportementales.

Pour ce faire, les fichiers de séquence doivent avoir pour nom : « **Stimulation_task-NomDeTache.desc** » (à l'utilisateur de choisir le nom de la tâche). Dans le cas où l'on veut gérer plusieurs versions (runs) de ces fichiers de séquence (pour autant de sessions), on peut utiliser une syntaxe du type « **Stimulation_task-NomDeTache-seqX.desc** » où le label X vaut 1, 2, 3, autant qu'il est prévu de séquences de stimulation différentes. X peut être une chaîne de caractères.

Par ailleurs, il est possible d'intégrer à un protocole donné une image JPEG sur laquelle on décrit ou rappelle les instructions concernant la tâche à exécuter. Pour ce faire, il suffit d'associer à un fichier « **Stimulation_task-NomDeTache.desc** » un fichier image « **Stimulation_task-NomDeTache.jpg** ». Ce fichier sera chargé lors du chargement du protocole et l'image sera affichée avant de lancer le protocole en question (voir section « **Lancement d'un protocole** »).

NOTE : Le noyau logiciel à la base du programme a gagné en généricité et peut désormais s'adapter à un grand nombre de paramètres (et donc de colonnes), gérer plusieurs modalités de réponse ... Mais cette version distribuée reste « **basique** ». Des versions plus adaptées peuvent être compilées selon les besoins des études.

2.2.1 - Colonnes obligatoires

IMPORTANT : Pour chacune des colonnes, il est très fortement conseillé de conserver un formalisme uniforme intra-colonne (ne pas mélanger nombres et chaînes alphanumériques par exemple). Cela n'influe pas sur le

déroulement du programme mais peut avoir des incidences sur certains programmes de traitement des données comportementales

- **CONDITION** ou **CONDITIONS** (au sens SPM du terme pour le futur traitement statistique des données) : C'est une chaîne alphanumérique.

NOTE : Il est conseillé de ne pas utiliser de nombre pour coder les conditions (même si cela est le cas pour le Localizer livré, qui est l'adaptation d'un ancien fichier).

- **DURATION** ou **DURATIONS** : Durée de présentation en nombre de triggers IRM (pour ce programme, par défaut, une coupe est simulée toutes les 100 ms ou 1s = 10 coupes). Ce paramètre est modulable dans le fichier « Stimulation.ini ». C'est donc la machine IRM (simulée ici) qui est l'horloge de l'application.

Il est conseillé de positionner ces deux colonnes au début, pour des questions de lisibilité.

NOTE : Afin d'assurer d'une période de « ligne de base » de la réponse cérébrale au début et à la fin de chaque session, il est recommandé de faire figurer dans les « fichiers séquence » une ligne au début et une ligne à la fin, sans tâche ni stimulation et d'une durée de quelques secondes.

2.2.2 - Colonnes dites « de stimulation »

Elles suivent la syntaxe suivante : « **STIM_MODALITE** » et peuvent être, pour le programme fourni, de 3 types :

- **STIM_TEXT** : Texte :
 - Case vide : Pas de texte à afficher
 - Sinon, le texte à afficher (sans les guillemets, ni tabulation)

NOTE : Du point de vue du programme, une « case vide » consiste en deux tabulations successives. Ceci implique que l'on peut utiliser les espaces dans le texte à afficher. Il faudra veiller cependant à bien préciser que le caractère séparateur est bien la TABULATION.

- **STIM_BITMAP** : Nom des fichiers images au format JPEG, BMP ou PNG, sans leur extension. Le nom des images peut être un numéro ou un texte (sans espaces, c'est préférable).

NOTE : Les images n'ont pas forcément besoin d'être de dimensions identiques. Il est cependant nécessaire qu'elles soient de même format (JPEG, BMP ou PNG). Par ailleurs, pour cette colonne, les cellules vides ne sont pas admises (le programme signalera une erreur). Il faut donc prévoir une image « de fond » que l'on pourra nommer comme on le désire (« Noir », « Background », « Black », « Fix », ...). Dans tous les cas, si une modalité TEXTE est demandée, le texte en question sera affiché par-dessus l'image.

- **STIM_WAV** : Sons (au format WAV).
 - Case vide : Pas de son à diffuser
 - Sinon, mettre le nom du fichier WAV (sans l'extension ".WAV").

NOTE : Dans le cas de sons WAV à diffuser, veillez à ce que la durée (exprimée en triggers) de la ligne (durée définie dans la colonne « DURATION.S ») correspondant au fichier audio soit égale ou supérieure à la durée du fichier WAV ... sans quoi il existe un risque de désynchronisation. En effet, le programme attend la fin du son avant de traiter la suite de la séquence. Par ailleurs, si la durée du son est plus courte dans la durée exprimée dans la colonne « DURATION.S » (c'est conseillé), le programme jouera l'intégralité du son puis attendra d'être parvenu à la fin de la durée exprimée dans la colonne « DURATION.S » avant de passer à la ligne suivante de la séquence.

NOTE : Le programme s'adapte à tous les sortes de fichier : MONO, STEREO, 8 ou 16 bits, 11025, 22050, 44100 Hz de fréquence d'échantillonnage.

NOTE : Du point de vue du programme, une « case vide » consiste en deux tabulations successives. Ceci étant, nous conseillons d'éviter les espaces dans les noms des fichiers WAV.

IMPORTANT : Il est fortement conseillé de faire précéder chaque ligne contenant une stimulation audio par une ligne ne contenant pas de stimulation audio, pendant quelques coupes au moins : en effet, c'est pendant cette ligne qu'est pré-chargé le fichier WAV figurant sur la ligne suivante et contenant les données audio à diffuser ...

Le programme gère les trois modalités en parallèle : il peut donc afficher un texte sur une image de fond tout en jouant un fichier WAV.

NOTE : Ce programme est spécifiquement dédié à des stimulations de type TEXTE, IMAGES et SONS. Cependant, d'autres modalités de stimulations existent au Centre IRM et dépendent de périphériques et environnements d'instrumentation spécifiques. On peut néanmoins noter que la généralité du présent formalisme permet de préparer des fichiers incluant des colonnes de type STIM_VIBRATOR, STIM_AIR, STIM_LED, ...

2.2.3 - Colonnes dites « de réponse »

Les colonnes de type « Réponse » suivent le même formalisme et peuvent également « adresser » plusieurs modalités

- **RESPONSE_BUTTON** : Réponse attendue sur la souris ou le clavier ou le joystick (en cours d'implémentation) :
 - 0 : Pas de réponse attendue
 - Si réponse à la souris :
 - 2 : Bouton gauche de la souris
 - 3 : Bouton du milieu de la souris
 - 4 : Bouton droit de la souris
 - Si on a choisi le clavier du PC, inscrire directement le code ASCII de la touche souhaitée (par exemple, ESPACE = 32)
 - Si on choisit le clavier 5 touches, indiquer le numéro de la touche (1 à 5, du pouce à l'auriculaire)

NOTE : Si on souhaite que la réponse du sujet permette de passer à la ligne suivante, sans attendre la fin la durée indiquée dans la colonne « DURATION.S », il suffit d'ajouter un MOINS ("-") devant le code de la réponse (voir aussi « Options »). Dans ce cas, prendre garde au fait que le timing global de la séquence ne sera plus respectée (la session sera plus courte)

- **RESPONSE_VOCAL** : Réponse vocale attendue, enregistrée via le microphone (ou les cartes analogiques, au Centre IRM). Dans la version microphone, attention à bien configurer l'entrée micro.
 - 0 : Pas de réponse attendue
 - 1 : Réponse attendue et qui sera enregistrée

NOTE : Dans le cas de réponses vocales, chaque réponse est enregistrée dans un fichier WAV indépendant qui sera localisé dans le sous-dossier « sourcedata \ sub-XX ». Les fichiers sont numérotés en fonction de la ligne correspondante du fichier « .DESC »

Le programme gère les deux modalités de réponse en parallèle : il peut donc demander à la fois ou successivement une réponse de type bouton et une réponse de type vocal.

2.2.4 - Colonnes dites « diverses » ou de paramétrage

Elles suivent la syntaxe suivante : « [MISC_PARAMETRE](#) », le préfixe « MISC » évoquant naturellement le fameux « miscellaneous » anglais. Ces colonnes sont largement optionnelles, mais peuvent permettre de compléter le protocole en modulant par exemple certains paramètres. Ces paramètres sont évidemment souvent très dépendants du projet et du protocole comportemental.

Dans le cadre du programme diffusé actuellement, un seul paramètre est géré : la couleur du texte à afficher, sous le label « [MISC_TEXTCOLOR](#) ».

Les couleurs est codée selon un formalisme classique en composantes Rouge, Vert et Bleu, codées chacune sur 8 bits (entiers de 0 à 255) et séparées par des virgules. Ainsi :

- Rouge : 255,0,0
- Vert : 0,255,0
- Bleu : 0,0,255
- Jaune : 255,255,0
- Magenta : 255,0,255
- Cyan : 0,255,255
- Gris : X,X,X (X croissant du NOIR (0) vers le BLANC (255))

NOTE : Si cette colonne est utilisée, elle doit être renseignée pour toutes les lignes. Si elle n'est pas présente, la couleur du texte sera constante est fixée dans les paramètres/options du programme (voir la section « [Stimulation preferences](#) »

3 - Configuration de l'environnement vidéo

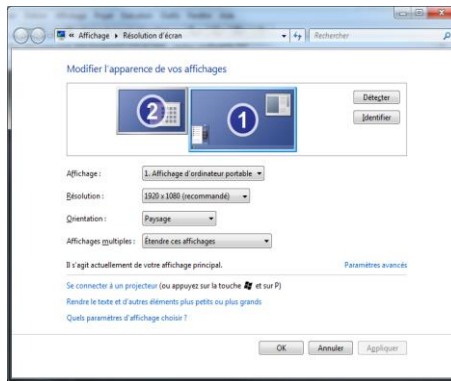
Dans un premier temps, il faut choisir la configuration de la sortie vidéo. En effet, il est possible de choisir le fonctionnement du programme avec un seul ou deux écrans. Dans ce dernier cas, il faut décider vers quelle sortie vidéo (écran) on choisit d'afficher la stimulation. L'exécution divise l'application en deux fenêtres : un panneau de contrôle et une fenêtre de stimulation. Il est possible d'afficher ces deux fenêtres sur deux écrans différents. Ainsi le panneau de contrôle (affichant la progression de la séquence, les réponses du sujet,) n'est visible que par l'expérimentateur. La fenêtre de stimulation n'est quant à elle visible que par le sujet.

Si on choisit de ne gérer qu'un écran, alors la fenêtre de stimulation masquera l'écran de contrôle ...

- Si on choisit un seul écran : la taille de la fenêtre de stimulation s'adaptera à la résolution de l'écran principal (le bureau Windows) (voir les propriétés vidéo).
- Si on choisit deux écrans : la taille de la fenêtre de stimulation s'adaptera à la résolution de l'écran secondaire (voir les propriétés vidéo).

Dans ces deux cas, l'image de stimulation sera centrée dans la fenêtre de stimulation, quels que soient les ratios des images ou des écrans.

ATTENTION : L'écran secondaire (externe) doit être positionné A GAUCHE de l'écran du bureau Windows. Dans les propriétés vidéo de Windows, sélectionner "Étendre le bureau à cet écran" ou "Étendre les affichages"



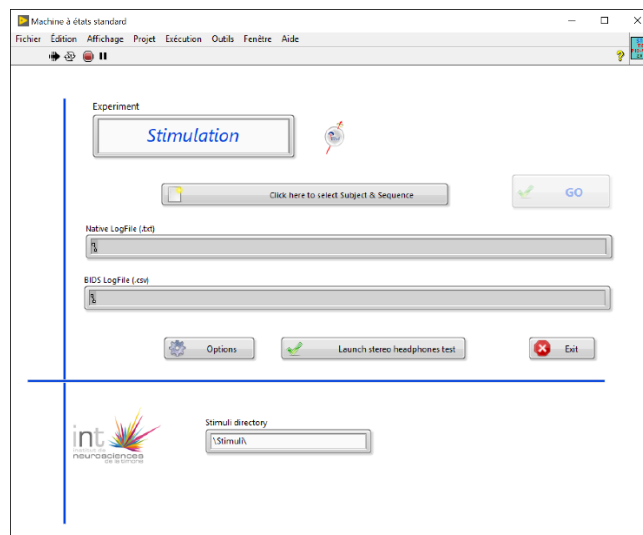
4 - Utilisation du programme

Le programme est en tous points identique à ceux utilisés lors des expérimentations IRMf au Centre IRM, à la différence près qu'il n'implémente pas toutes les modalités de stimulation, en particulier, les aspects les plus matériels. De plus, la synchronisation avec l'imageur IRM est ici émulée afin de préparer et tester au mieux les différentes tâches, séquences et protocoles.

4.1 - L'interface d'accueil

Elle permet d'entrer les informations relatives au sujet et à la session de stimulation que l'on souhaite réaliser mais également de modifier les options du programme.

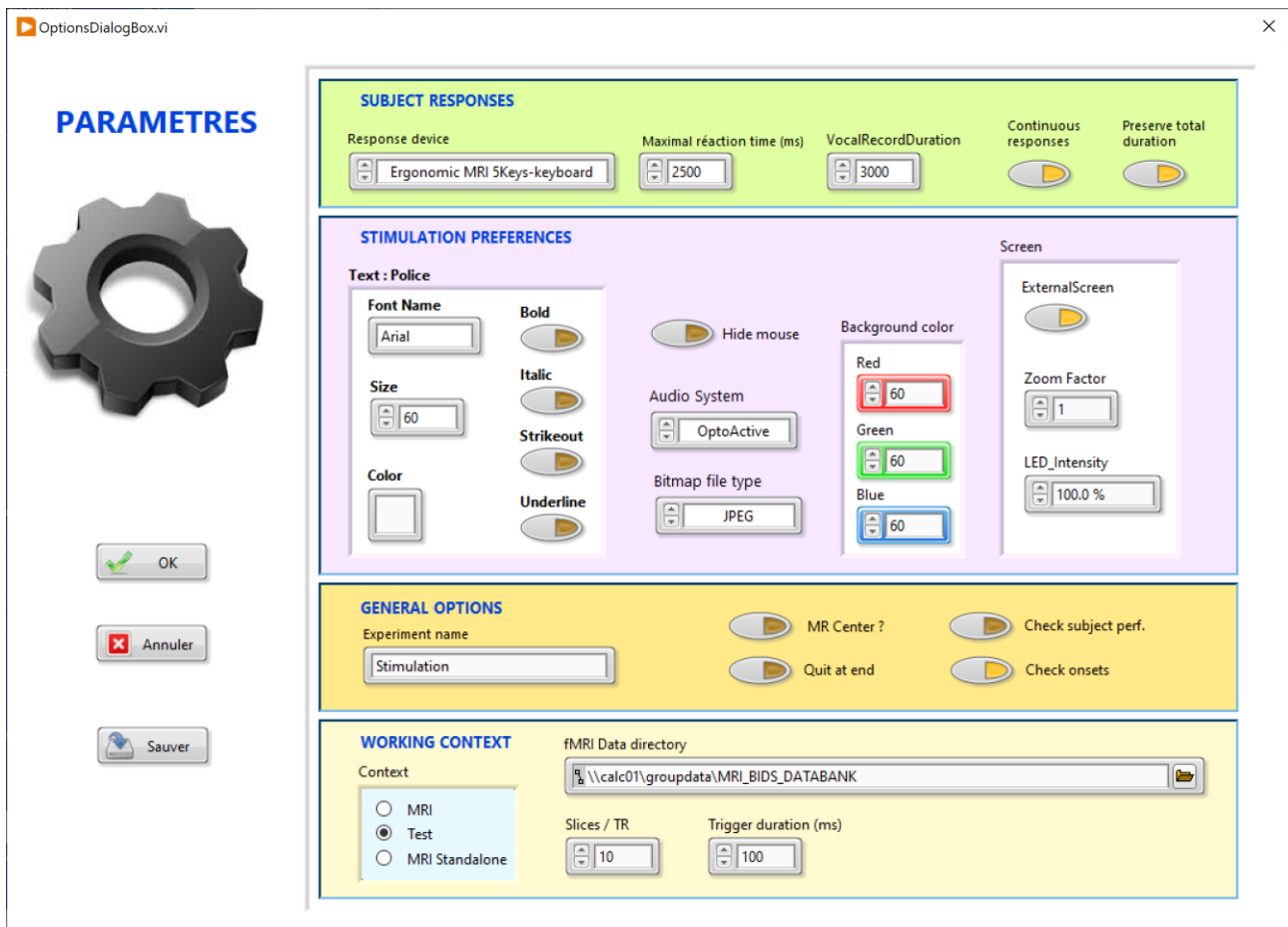
Le lancement du programme se fait au moyen de la touche « flèche blanche » positionnée en haut à gauche, sous le menu.



Une fois ces champs saisis, on revient à l'interface principale du programme.

4.2 – Options et paramètres

Un bouton « Options » permet de régler les options et paramètres du programme de stimulation. Ces paramètres sont stockés dans le fichier « Stimulation.ini » qui peut également être directement modifié via un simple éditeur de texte.



4.2.1 – Section « Subject responses »

- Le contrôle « **Response device** » permet de choisir le périphérique de réponse de type « boutons » (Souris, Clavier PC, Clavier ergonomique 5 touches) au moyen d'un menu déroulant.
- Le contrôle « **Maximal reaction time (ms)** » permet de régler le temps maximum de réaction (exprimé en millisecondes). Ce contrôle ne concerne que les périphériques de type « boutons ».

NOTE : Il faut garder à l'esprit que ce délai est fixe pour l'ensemble de la session. A chaque demande de réponse, ne pas oublier que si le sujet répond immédiatement APRES ce délai maximum, la réponse ne sera pas enregistrée et l'essai aura été considéré comme « non répondu ». De la même façon, si le sujet donne rapidement deux réponses, même différentes (double-clic, correction d'erreur, ...) seule la première aura été enregistrée. Voir éventuellement l'option « Continuous Responses » pour pallier ce problème.

- Le contrôle « **VocalRecordDuration** » permet de régler la durée d'enregistrement de chaque réponse vocale (en millisecondes). Il n'est utilisé que lorsque la colonne « **RESPONSE_VOCAL** » est renseignée à « 1 » pour l'essai.

NOTE : Cette durée d'enregistrement est constante pour l'ensemble de la session et des essais : Toute production vocale postérieure à ce délai ne sera pas enregistrée.

- L'option « **Continuous Responses** » permet des protocoles autorisant des **appuis successifs** sur les périphériques de réponses (plusieurs appuis possibles par stimulus). Dans ce cas, le champ « **Maximal reaction time (ms)** » n'est pas utilisé et la colonne « **RESPONSE_BUTTON** » n'est pas traitée. Les données comportementales sont alors sauvegardées dans un fichier annexe avec le suffixe « Tapping »

NOTE : Dans le cadre de réponses en continu, les réponses du **clavier IRM** sont codées en entiers selon un formalisme binaire qui autorise le codage de l'appui de plusieurs touches. Par exemple :

- 0 : Aucune touche
 - 1 : Pouce
 - 2 : Index
 - 4 : Majeur
 - 8 : Annulaire
 - 16 : Auriculaire
 - 3 = 1+2 : Pouce + Index
 - 14 = 2 + 4 + 8 : Index + Majeur + Annulaire
 - ...
- L'option « **Preserve Total Duration** » définit le comportement du déroulement temporel lors d'une réponse anticipée :
 - si un « - » est placé devant le code de réponse attendu (voir « Fichiers de séquences ») alors, le programme passe directement au stimulus suivant, sans attendre la durée initialement définie. Si l'option « **Preserve Total Duration** » est activée, le temps gagné (et éventuellement cumulé) est ajouté à la durée du premier stimulus suivant où la réponse n'est pas précédée d'un « - ». Dans le cas contraire, le temps n'est pas reporté et la durée totale de la session sera raccourcie (et non prédictible à l'avance). Attention, ce paramètre n'a pas de sens si l'option « **Continuous Responses** » a été activée.

IMPORTANT : Les processus de stimulation et d'enregistrement de réponses comportementales sont synchrones mais s'exécutent en parallèle. Les débuts de chaque « événement » de stimulation ou d'enregistrement de réponse sont donc synchronisés mais peuvent se terminer à des moments différents. Il est donc tout à fait possible d'enregistrer une réponse à un moment ultérieur à la ligne séquentielle où la réponse a été demandée (dans la colonne « RESPONSE_BUTTON »). De même, il est tout à fait possible d'enregistrer une réponse vocale, via le microphone, pendant une durée supérieure à celle de la ligne où la réponse a été demandée (dans la colonne « RESPONSE_VOCAL »). Ces deux options sont pilotées par des paramètres globaux : « Maximal reaction time (ms) » et « VocalRecordDuration ».

La seule chose à laquelle il faut prendre garde est de ne pas faire se « chevaucher » temporellement deux demandes de réponses (de même modalité) successives (par exemple, si la durée entre deux demandes de réponses est inférieure au « Maximal reaction time (ms) »)

4.2.2 - Section « Stimulation preferences »

- Le contrôle « **Text : Police** » : permet de choisir les caractéristiques du texte (police, taille, style, couleur) lorsque la modalité « **STIM_TEXT** » est utilisée :
 - **Font** : Police de caractère. Attention : la police doit être présente sur votre système. Evitez donc les polices « pittoresques »
 - **Size** : Taille de la police en points.

ATTENTION : Ne pas choisir une taille trop petite (illisible) ou trop grande (mouvements importants des yeux ou pire : un texte qui ne tient plus sur une ligne sera tronqué). Une connaissance précise des conditions de stimulation visuelle (taille et résolution de l'écran, distance au sujet, ...) est donc requise.

- **Bold** : Activer / Désactiver le mode « gras »
- **Italic** : Activer / Désactiver le mode « italique »
- **Strikeout** : Activer / Désactiver le mode « contour » (non disponible pour toutes les polices)
- **Underline** : Activer / Désactiver le mode « souligné »

- **Color** : Permet de choisir la couleur de la police. Ce paramètre est ignoré si la colonne « **MISC_TEXTCOLOR** » est présente
- Le contrôle « **Bitmap File Type** » : Pour la modalité « **STIM_BITMAP** » permet de choisir si l'on souhaite intégrer des images BMP, JPEG ou PNG à la stimulation (il s'agit essentiellement d'un filtre des images contenues dans le dossier « Stimuli »)

ATTENTION : Ces trois formats d'images possèdent des caractéristiques différentes. En particulier, le format JPEG, dédié à la photographie numérique a une forte tendance à altérer certaines composantes de l'image. A déconseiller pour des stimulations de précision en termes de psycho-physique de la vision.

- Le contrôle « **Background color** » permet de configurer la couleur de l'arrière-plan de la fenêtre de stimulation. Par principe, la fenêtre de stimulation couvre l'intégralité de l'écran de stimulation.

ATTENTION : Ce contrôle ne permet pas de régler la couleur d'arrière-plan des images bitmap. Selon les besoins, il conviendra donc d'harmoniser au besoin les couleurs d'arrière-plan de la fenêtre et des images bitmap.

- Le contrôle « **Zoom factor** » : Il permet de régler le coefficient de mise à l'échelle de l'image dans la fenêtre de stimulation. Si « Zoom facteur » est égal à 1.0, l'image sera présentée dans sa résolution originale. Si ce paramètre est supérieur à 1.0, l'image sera grossie en proportion (zoom) sinon, elle sera réduite (dé-zoom).

NOTE : Le dé-zoom est particulièrement utile lors de l'utilisation d'image de résolution supérieure à la taille de l'écran de stimulation. En revanche, le zoom de petites images est déconseillé sous peine de voir les pixels dégradés par le zoom.

- Le contrôle « **LED_Intensity** » : Ce paramètre n'est utilisé que lorsque le programme est exécuté avec un vidéoprojecteur PROPixx connecté, en l'occurrence au Centre IRM. Pour que ce paramètre soit pris en compte, il faut que l'option « **MR Center ?** » soit activée. Les valeurs possibles sont 100%, 50%, 25%, 12,5% et 6,25%. Dans la pratique, il s'avère qu'une intensité à 25% est largement suffisante.
- Le contrôle « **Audio System** » est également utilisé uniquement dans l'environnement du Centre IRM et permet d'initialiser / configurer certains périphériques spécifiques (mélangeur matriciel, système OptoActive, ...). Pour que ce paramètre soit pris en compte, il faut que l'option « **MR Center ?** » soit activée.
- L'option « **Hide mouse** » permet de masquer le curseur de la souris pendant le déroulement de la séquence de stimulation (il reste visible le reste du temps). Ceci est particulièrement utile lorsqu'on utilise un seul écran afin d'éviter d'avoir un curseur parasite.

4.2.3 - Section « General options »

Cette section permet de gérer les paramètres suivants :

- Le champ « **Experiment name** » : Permet de choisir le nom de l'étude (par défaut « Stimulation ») qui va permettre notamment de filtrer les nom des fichiers d'input (extension « *.DESC »)
- L'option « **MR Center ?** » : Spécifie si le programme s'exécute au Centre IRM. Dans ce dernier cas, cela permet de régler et initialiser certains périphériques spécifiques au Centre IRM (vidéoprojecteur PROPixx, mélangeur matriciel, ...)
- L'option « **Check onsets** » : Si cette option est choisie, le programme vérifiera après avoir sauvegardé les données que le déroulement temporel de la session s'est déroulé comme prévu par la colonne « **DURATION.S** » du fichier d'entrée « *.DESC ». Dans le cas contraire, d'éventuelles désynchronisations peuvent être rapportées.

*ATTENTION : Cette option n'est pas pertinente si l'option « **Preserve total duration** » est désactivée*

- L'option « **Check subject perf.** » : Si cette option est choisie, le programme vérifiera, après avoir sauvegardé les données, le nombre de réponses correctes (en regard de la colonne

RESPONSE_BUTTON) que le sujet a données au moyen du périphérique (clavier, souris, ...)
ATTENTION : Cette option n'est pas pertinente si l'option « Continuous responses » est activée)

- L'option « [Quit at end](#) » : Spécifie si le programme ferme l'environnement LabVIEW à la fin de l'exécution

4.2.4 - Section « Working context »

Cette section permet de gérer des paramètres liés à l'environnement dans lequel va s'exécuter le programme.

- Le contrôle « [Context](#) » : Permet de choisir un des trois modes de synchronisation / cadencement
 - [MRI](#) : les triggers sont générés par l'IRM et une horloge matérielle les transforme en interruptions logicielles (nécessite un matériel approprié et correctement configuré)
 - [Test](#) : les triggers sont simulés par le programme, tout comme les interruptions logicielles. Dans ce cas, le temps entre deux triggers simulés est précisément (à la milliseconde près) spécifié par le paramètre « [Trigger duration \(ms\)](#) ».
 - [MRI Standalone](#) : Mode « mixte » : le programme attend le premier trigger de l'IRM puis déroule la session en mode « Test ». Nécessite un matériel approprié et correctement configuré.
- Le paramètre « [Slices/TR](#) » : Ce paramètre représente le nombre de triggers générés par l'IRM pour chaque TR (volume) à l'acquisition. Ce paramètre n'exerce aucune influence sur le déroulement du programme mais permet de déterminer le nombre de volumes à programmer sur la console IRM pour la durée de la session.
- Le paramètre « [Trigger duration \(ms\)](#) » : Permet de spécifier (pour les modes « Test » et « MRI Standalone ») la durée entre deux triggers simulés. Il permet également de gérer le « TimeOut », c'est-à-dire le temps au-delà duquel, si aucun trigger n'a été reçu, le programme considère la session comme terminée.

4.2.5 – Paramètres globaux et paramètres liés à une session

Le fichier « [Stimulation.ini](#) » localisé dans le répertoire de l'application est lu au lancement du programme et tous les paramètres sont chargés en mémoire.

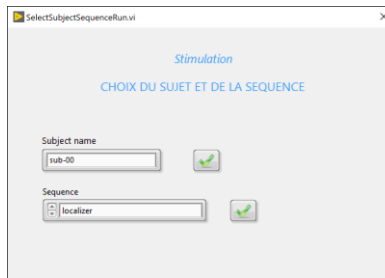
Cependant, il est possible de gérer des paramètres spécifiques pour chaque séquence.

Il suffit pour cela de copier le fichier « [Stimulation.ini](#) » vers un fichier dont la syntaxe est de la forme « [Stimulation_task-NomDeTache.ini](#) », identique (à l'extension près) au nom du fichier de séquence associé. Ainsi, on peut définir un set de paramètres spécifiques (par exemple le format de l'image ou le temps maximum de réaction ou même le cadencement des triggers) à chaque séquence. Ce fichier sera chargé au moment du chargement de la séquence et les nouveaux paramètres remplaceront les précédents en mémoire.

4.3 – Lancement d'un protocole

4.3.1 – Sujet et séquence

Le choix du sujet et de la séquence de stimulation se fait au moyen du bouton « [Click here to select Subject & Sequence](#) ». Une boîte de dialogue s'ouvre alors :



Le choix du sujet doit répondre au formalisme BIDS (sub-XX). Une fois ce choix validé (bouton « check à droite du champ de saisie), un menu déroulant apparaît pour choisir la séquence (le programme détecte les fichiers « .DESC » correctement nommés dans le dossier du programme).

Dans le cas où plusieurs fichiers font référence à une même tâche, le programme proposera de choisir un numéro de fonctionnelle (run) qui permettra de sauvegarder l'ordre des passation (et préserver ainsi le contrebalancement des sessions à travers les sujets).

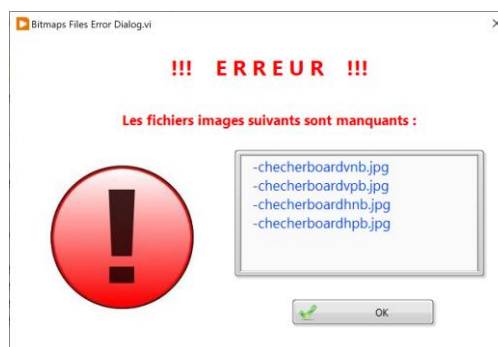
NOTE : Si un fichier « .ini » spécifique a été associé au fichier de séquence sélectionné, une boîte de dialogue d'avertissement apparaîtra pour le rappeler.



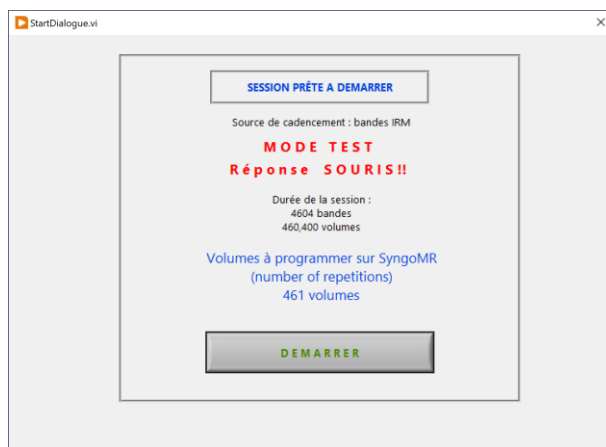
4.3.2 - Lancement d'une session

Un fois que l'on a (éventuellement) modifié certains paramètres et que le sujet et la séquence sont saisis, les champs « Native Log File (.txt) » est mis à jour. Il est de la forme : « sub-XX_task-NomdeTache_Date_Heure.txt ». Un fichier portant ce nom sera sauvegardé à la fin de l'exécution de la séquence et contiendra un descriptif complet du déroulement de celle-ci. Si tout est OK, cliquer sur « Go »

Si une colonne « STIM_BITMAP » est présente dans le fichier « .DESC », alors le programme va précharger toutes les images et éventuellement générer une boîte de dialogue d'erreur si des images manquent.



Si tout est OK, une boîte de dialogue récapitule la durée de la session, rappelle le mode (TEST ou IRM) et le périphérique de réponse de type bouton et on peut voir enfin le déroulement de la séquence.



NOTE : Si une image de rappel d'instruction(s) a été prévue pour la session sélectionnée (c'est-à-dire qu'il existe un fichier JPG qui a le même nom que le fichier de séquence, à l'extension près) alors, cette image est affichée sur l'écran secondaire tant que l'expérimentateur n'a pas appuyé sur le bouton « DEMARRER »

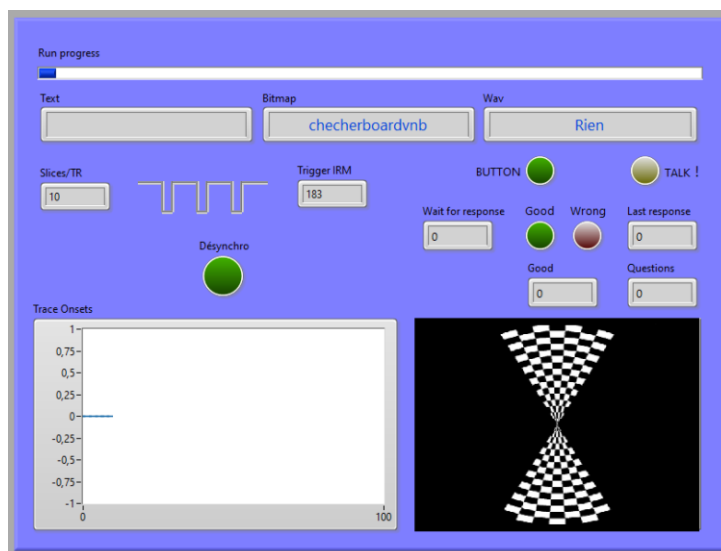
NOTE : Si le paramètre « Slices/TR » a été correctement renseigné, cette boîte de dialogue vous renseigne sur le nombre de volumes (TR) à programmer dans l'environnement « Syngo » de SIEMENS. On peut optimiser les sessions notamment en calculant leurs durées globales (en triggers) afin qu'elles soient des multiples du nombre de triggers par TR.

Une fois le sujet prêt à effectuer la session, l'appui sur le bouton « DEMARRER » lance cette session.

4.3.3 – Déroulement de la session

La session se déroulera jusqu'à la fin du fichier de séquence ou s'interrompra si l'expérimentateur appuie sur la combinaison de touche « MAJ GAUCHE » + « I » (pour signifier une Interruption). La session s'arrêtera alors et les données acquises jusqu'à cet instant seront sauvegardées (une boîte de dialogue signalera cependant l'anomalie).

Si l'option « External Screen » a été choisie, alors, l'écran principal présentera le panneau de contrôle suivant :



On y trouve les informations suivantes :

- La barre de défilement « Run progress », mise à jour à chaque « ligne » du fichier de séquence illustre l'avancement de la session.

- Les contrôles « **Text** », « **Bitmap** » et « **Wav** » rappellent, pour chaque ligne, le contenu des colonnes « **STIM_TEXT** », « **STIM_BITMAP** » et « **STIM_WAV** ».
- L'indicateur « **Slices / TR** » rappelle le nombre de triggers devant être reçus à chaque volume.
- L'indicateur « **Trigger IRM** » indique le numéro du trigger actuel (que ce soit de la machine IRM émulée ou de l'IRM réelle au Centre).
- En dessous de ces deux derniers indicateurs, on trouve un indicateur de type LED « **Desynchro** » et un graphe « **Trace Onsets** ». Ces deux outils permettent de vérifier, si besoin, que la séquence se déroule comme prévu du point de vue temporel. En particulier, que les onsets de chaque « ligne » sont bien conformes à ce qui est prévu dans le fichier de séquence qui a été chargé. Si une désynchronisation apparaît (typiquement un retard) le LED devient rouge et la courbe du graphe s'éloigne de 0. Si la désynchronisation est rattrapée, la LED redevient vert foncé et la courbe du graphe revient à 0.
- Sur la droite, on trouve deux indicateurs de type LED : « **BUTTON** » et « **TALK !** ». Ces deux voyants s'allument lorsque qu'une réponse est attendue depuis les colonnes « **RESPONSE_BUTTON** » ou « **RESPONSE_VOCAL** ».

NOTE : L'affichage de ces indicateurs est indépendant des durées « Maximal reaction time (ms) » et « VocalRecordDuration ». Il ne sont affichés que pendant la durée de la ligne sur laquelle la ou les réponses sont demandées.

- Juste sous ces deux boutons, un certain nombre d'indicateurs permettent de suivre les performances du sujet en terme de réponses de type « bouton » :
 - Le contrôle « **Wait for response** » reprend le contenu de la colonne « **RESPONSE_BUTTON** »
 - Les contrôles « **Good** » et « **Wrong** » s'allument dès lors qu'une réponse est donnée (jusqu'à la fin de la ligne : cela peut donc être très bref) et permettent donc de vérifier visuellement si le sujet réalise correctement les tâches
 - Le contrôle « **Last response** » affiche le code de la dernière réponse donnée par le sujet
 - Le contrôle « **Good** » cumule le nombre de bonnes réponses depuis le début de la session
 - Le contrôle « **Questions** » cumule le nombre de questions depuis le début de la session

4.3.4 – Fin de la session

La session se termine normalement sur un « **Timeout** », c'est-à-dire lorsque le module de synchronisation ne reçoit plus de trigger (réels ou simulés) depuis un temps déterminé par le paramètre « **Trigger Duration** »

Cela se produit à la fin de la séquence ou bien lorsque l'expérimentateur a utilisé la combinaison de touches « **MAJ GAUCHE** » + « **I** ».

Dans ce dernier cas (ou si l'IRM s'est arrêtée de façon prématurée), une boîte de dialogue viendra avertir l'expérimentateur.



Finalement, une dernière boîte de dialogue validera la fin de la session et la sauvegarde des données.

Il est conseillé, que ce soit dans l'environnement LabVIEW ou en utilisant le programme exécutable, de quitter le plus « proprement » possible l'environnement d'exécution au moyen de la combinaison de touche « CTRL » + « Q ». Cela permet de réinitialiser au mieux les différents « plans » : mémoire, matériel, interruptions, ...

5 - Données comportementales

Conformément au formalisme BIDS, le programme sauvegarde les données comportementales dans un dossier nommé « [sourcedata](#) » et dans lequel on trouvera les sous-dossiers « sub-01 », « sub-02 », qui seront créés tout au long de l'utilisation du programme. Plusieurs types de fichiers seront créés :

5.1 – Fichiers « log » de la session

Il s'agit de fichiers de la forme « [sub-XX_task-NomdeTache_Date_Heure.txt](#) ».

La date et l'heure permettent de ne jamais écraser les mêmes données, dans le cas où le même sujet et les mêmes séquences sont choisies pour relancer le programme.

Ces fichiers reprennent d'une part l'ensemble des informations des fichiers de séquences « .DESC » et comportent donc autant de lignes. On y ajoute les données les plus directement exploitables relatives au déroulement de la séquence et aux données comportementales (de type « appui bouton ») [mais ces données ne concernent que le cas où « Continuous Responses » est désactivé](#).

Les colonnes du fichier de sauvegarde sont de nombre variable et s'organisent de la façon suivante :

- Colonne 1 : Reprise à l'identique de la colonne « [CONDITION.S](#) »
- Colonne 2 : Reprise à l'identique de la colonne « [DURATION.S](#) »
- Colonnes 3 à 5 : Reprises aux identiques des colonnes « [STIM_TEXT](#) », « [STIM_BITMAP](#) » et « [STIM_WAVE](#) »
- Colonnes REPONSES : En fonction de leur présence éventuelle, reprises des colonnes « [RESPONSE_BUTTON](#) » et « [RESPONSE_VOCAL](#) »
- Colonnes MISC : En fonction de sa présence éventuelle, reprises de la colonne « [MISC_TEXTCOLOR](#) »
- Colonne « [ONSETS_TRIGGERS](#) » : Les triggers enregistrés au cours de la session. Le premier doit être à 0, par convention et par cohérence temporelle,
- Colonne « [ONSETS_MS](#) » : Les mêmes informations, codées en millisecondes (horloge de windows). On doit pouvoir remarquer que les deux colonnes correspondent à une ou deux millisecondes près.
- Colonne « [RESPONSE_1](#) » : Réponse éventuellement donnée par le sujet sur le périphérique de type « boutons », selon le codage explicité précédemment. Si aucune réponse n'a été enregistrée pour l'essai, un « 0 » est inscrit.

[NOTE et RAPPEL IMPORTANT](#) : Si le sujet a répondu au-delà du temps maximum (fixé par le paramètre « Maximal reaction time », la réponse n'a pas été prise en compte. De même, si le sujet a répondu plusieurs fois (de façon identique ou différente) pendant cette même période, seule la première réponse a été enregistrée.

- Colonne « [GOOD](#) » : La réponse donnée est-elle juste (c'est à dire égale à celle prévue dans la colonne 6) :
 - 1 : réponse juste
 - -1 : réponse fausse
 - 0 : pas de réponse donnée.

- Colonne « **RESPONSE_TIME** » : Instant de réponse (en ms) depuis le début de la session. S'il n'y a pas eu de réponse (colonne « RESPONSE_1 » à 0), la valeur « RESPONSE_TIME » n'a pas de signification.
- Colonne « **REACTION_TIME** » : Temps de réponse (en ms) : il s'agit de la soustraction des informations de la colonne « RESPONSE_TIME » et de la colonne « ONSETS_MS ». S'il n'y a pas eu de réponse (colonne « RESPONSE_1 » à 0), la valeur « REACTION_TIME » n'a pas de signification.

5.2 : Enregistrement des réponses en continu : Les fichiers « TAPPING »

Lorsque l'option « **Continuous responses** » est activée, les données comportementales sont sauvegardées dans un fichier annexe sous la forme « sub-XX_task-NomdeTache_Date_Heure_Tapping.txt ».

Le suffixe « Tapping » tire son origine de la première étude qui a nécessité de mettre en place ce formalisme et dans laquelle il était demandé de répéter des séquences motrices.

Ce formalisme est donc particulièrement adapté à ce type de tâche ou bien lorsqu'on peut raisonnablement envisager plusieurs réponses différentes pour une même « question ».

Dans ce cas, les questions et les réponses ne sont plus forcément associées de façon bijectives à des « lignes » du fichier de séquence mais peuvent survenir à tout moment.

Ces fichiers « Tapping » permettent de coder les appuis ET les relâchements des touches. Ils sont organisés en 4 colonnes :

- Colonne « **CURRENT_TRIGGER** » : Le timing de l'évènement d'appui ou de relâchement, exprimé en triggers
- Colonne « **ONSET_MS** » : Le même timing en millisecondes (horloge de windows)
- Colonne « **DEVICE_BINARY_CODE** » : Le code de la touche enfoncée ou relâchée selon le formalisme suivant :
 - 0 : Touche relâchée
 - Si on a choisi la souris :
 - 2 : Bouton gauche de la souris
 - 3 : Bouton du milieu de la souris
 - 4 : Bouton droit de la souris
 - Si on a choisi le clavier du PC, code ASCII de la touche (par exemple, ESPACE = 32)
 - Si on a choisi le clavier IRM ergonomique à 5 touches, les réponses sont codées en entiers selon un formalisme binaire qui autorise le codage de l'appui de plusieurs touches. Par exemple :
 - 0 : Aucune touche
 - 1 : Pouce
 - 2 : Index
 - 4 : Majeur
 - 8 : Annulaire
 - 16 : Auriculaire
 - 3 = 1+2 : Pouce + Index
 - 14 = 2 + 4 + 8 : Index + Majeur + Annulaire
 - ...

- Colonne « **CONDITION** » : Condition lors de l'évènement en référence à la colonne « **CONDITION.S** » du fichier de séquence choisi.

5.3 – Données d'enregistrement audio (réponses vocales)

Les réponses vocales sont enregistrées si la colonne « **RESPONSE_VOCAL** » est définie : un fichier « .WAV » est alors enregistré pour chaque ligne pour laquelle un « 1 » figure dans cette colonne. La durée de ces fichiers est déterminée par le paramètre « **VocalRecordDuration** ».

Le signal est enregistré à la fréquence de 22050 Hz, en mode « mono » et en utilisant une codage des données sur 16 bits.

Les fichiers sont enregistrés dans le dossier « **sourcedata** », dans le sous-dossier « **sub-XX** »

Le nom d'un fichier reprend le nom du participant, le nom de la séquence chargée et y concatène le numéro de la ligne sur laquelle le programme demande la réponse vocale.

Les noms des fichiers sont donc de la forme : « **NomSujet_NomSequence_012.wav** »

ATTENTION : Afin de simplifier la nomenclature et le traitement, la date n'est pas sauvegardée dans les noms des fichiers WAV. Cela signifie que si on relance une session avec la même séquence et le même sujet, les fichiers WAV seront écrasés.

5.4 – Exportation des données comportementales dans le formalisme BIDS

Si les fichiers de séquence décrivant les protocoles, la saisie des sujets et la sauvegarde des données sont organisés pour respecter au mieux les syntaxes du formalisme BIDS, une dernière étape consiste à générer un fichier de la forme « **sub-XX_task-NomdeTache_events.tsv** »

Ce fichier (également au format texte-tabulé) est spécifique au formalisme BIDS.

Il doit, a minima, contenir les données suivantes :

- *Colonne 1* : Onsets en secondes
- *Colonne 2* : Durée de l'évènement en secondes
- *Colonne 3* : Type d'essai (au sens condition)

Ce fichier peut et doit être enrichi des données comportementales (réponses, temps de réaction, ..) : il est à construire par l'expérimentateur en fonction de ses hypothèses scientifiques et donc de sa définition des conditions comportementales (par exemple : A-juste, A-erreur, B-lent, B-rapide ...).