

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
01 novembre 2018 (01.11.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/197155 A1

(51) Classification internationale des brevets :
A61B 5/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2018/058290

(22) Date de dépôt international :
30 mars 2018 (30.03.2018)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1753609 25 avril 2017 (25.04.2017) FR

(71) Déposant : CENTRE NATIONAL DE LA RE-
CHERCHE SCIENTIFIQUE [FR/FR] ; 3 rue Mi-
chel-Ange, 75016 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : DESTEXHE, Alain ; 32 rue du 8 mai 1945,
91190 GIF-SUR-YVETTE (FR). FOUBERT, Luc ; 9 rue
de la Croix Grignon, 91190 GIF-SUR-YVETTE (FR).

(74) Mandataire : IPAZ ; Parc Les Algorithmes, Bâtiment Pla-
ton, CS 70003 Saint-Aubin, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex
(FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,

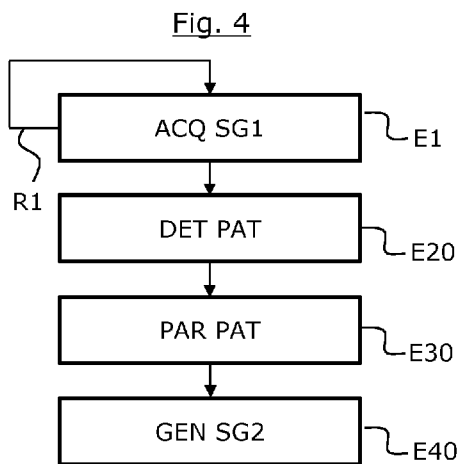
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM),
européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES,
FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title: PHYSIO-SENSORY TRANSDUCTION METHOD AND DEVICE

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE TRANSDUCTION PHYSIO-SENSORIELLE



(57) Abstract: The invention proposes a method and device allowing a physiological signal, typically representative of brain activity, to be transcribed in the form of sensory signals perceptible to a human user, typically acoustic signals. For this purpose, a physiological signal is acquired (E1) and then analysed in such a way as to detect (E20) therein patterns that are then parameterised (E30) in the time domain. One or more parameters of these patterns are used to determine one or more parameters of the generated sensory signals (E40) and/or to determine one or more parameters of temporal envelopes used to modulate the sensory signals. Application, in particular, to neuro-acoustic transduction.

(57) Abrégé : L'invention propose un procédé et un dispositif permettant de transcrire un signal physiologique, typiquement représentatif d'une activité cérébrale, sous la forme de signaux sensoriels perceptibles par un utilisateur humain, typiquement des signaux acoustiques. Pour ce faire, un signal physiologique est acquis (E1) puis analysé de manière à y détecter (E20) des motifs qui sont ensuite paramétrés (E30) dans le domaine temporel. Un ou plusieurs paramètres de ces motifs sont utilisés pour déterminer un ou plusieurs paramètres des signaux sensoriels générés (E40) et/ou pour déterminer un ou plusieurs paramètres d'enveloppes temporelles utilisées pour moduler les signaux sensoriels. Application en particulier à la transduction neuro-acoustique.



WO 2018/197155 A1

« Procédé et dispositif de transduction physio-sensorielle »

Domaine technique

La présente invention se rapporte aux domaines du traitement du signal et de la stimulation sensorielle.

Plus spécifiquement, la présente invention concerne un procédé et un
5 dispositif de transduction d'un signal physiologique en un signal sensoriel. De manière non limitative, le signal physiologique peut être représentatif d'une activité cérébrale d'un être humain et le signal sensoriel peut être un signal acoustique.

10

État de la technique antérieure

On connaît des procédés et dispositifs destinés à stimuler des ondes cérébrales d'un individu à partir d'un signal de mesure d'une activité cérébrale de cet individu.

Par exemple, dans la demande de brevet FR 3 039 773 A1, des motifs
15 prédéfinis sont identifiés dans un signal physiologique, en particulier pour identifier des ondes cérébrales lentes représentatives d'un état de sommeil. Ces ondes lentes ont typiquement une fréquence comprise entre 0,3 et 5 Hz. À partir de ces motifs prédéfinis, un signal acoustique est émis. Le signal acoustique consiste en une impulsion de bruit rose ou en un signal de
20 durée grande devant une période de l'onde lente. Pour stimuler les ondes cérébrales, le signal acoustique est synchronisé avec un motif identifié dans le signal physiologique.

Un but de la présente invention est d'améliorer, par rapport à l'état de la technique antérieure, la transcription d'un signal physiologique – en
25 particulier représentatif d'une activité cérébrale – sous la forme d'un signal sensoriel – acoustique ou autre – perceptible par un utilisateur humain.

Exposé de l'invention

À cet effet, un premier aspect de l'invention concerne un procédé de
30 transduction physio-sensorielle comprenant :

- une acquisition d'un signal physiologique d'un organisme (de préférence un être humain), et
- une détection d'un ou plusieurs motifs dans le signal physiologique,

et comprenant en outre, pour chaque motif détecté :

- une extraction d'au moins un paramètre de motif à partir du motif détecté, et
- une génération d'un signal sensoriel associé à ce motif comprenant :
 - 5 o une détermination d'au moins un paramètre du signal sensoriel en fonction de l'au moins un paramètre de motif, et/ou
 - o une modulation du signal sensoriel en fonction d'une enveloppe temporelle associée à ce motif ayant au moins un paramètre d'enveloppe déterminé en fonction de l'au moins un paramètre
 - 10 de motif.

Un tel procédé permet d'améliorer, par rapport à l'état de la technique antérieure, la transcription d'un signal physiologique en signal sensoriel par le paramétrage du ou des motifs détectés dans le signal physiologique et la génération d'un signal sensoriel déterminé en fonction

15 de ce paramétrage.

Chaque motif détecté donnant lieu à son propre signal sensoriel, un signal physiologique comprenant une succession de motifs donnera lieu à une succession respective de signaux sensoriels.

De préférence, une telle succession de signaux sensoriels peut être

20 générée de manière à respecter l'agencement temporel d'une telle succession de motifs détectés dans le signal physiologique. Par exemple, trois motifs successifs détectés dans le signal physiologique donneront de préférence lieu à trois signaux sensoriels associés à ces motifs et générés à la fois dans le même ordre et en respectant les écarts temporels des motifs

25 tels que détectés dans le signal physiologique.

Lorsque sont successivement générés plusieurs signaux sensoriels, respectivement associés à plusieurs motifs successifs d'un signal physiologique, on considère dans la présente demande que le temps auquel est généré chacun de ces signaux sensoriels *ne* constitue *pas* un paramètre

30 de signal sensoriel, c'est-à-dire *ne* constitue *pas* un paramètre propre à un signal sensoriel donné. En effet, le temps auquel est généré chacun de ces signaux sensoriels constitue un paramètre qui régit l'agencement temporel de ces signaux sensoriels. Pour cette raison, on considère dans la présente demande que le temps auquel est généré chacun de ces signaux sensoriels

35 ne constitue pas un paramètre *intra*- signal sensoriel mais constitue un

paramètre *inter-* signaux sensoriels. Autrement dit, on en entend dans la présente demande par défaut qu'un paramètre de signal sensoriel est un paramètre intra-signal sensoriel.

5 De préférence, le signal physiologique est représentatif d'une activité cérébrale de l'organisme, qui peut par exemple être mesuré par électroencéphalographie, ou toute autre technique d'enregistrement de l'activité cérébrale.

Alternativement, le signal physiologique est représentatif d'une
10 activité cardiaque ou respiratoire ou oculaire ou musculaire de l'organisme.

De préférence, le signal sensoriel est un signal acoustique (onde acoustique ayant par exemple pour paramètre de signal une durée et/ou une ou des fréquences et/ou une intensité de cette ou ces fréquences), audible par un être humain.

15 Alternativement, le signal sensoriel peut être :

- un signal visuel (image ou lumière ayant par exemple pour paramètre de signal une durée et/ou une intensité ou amplitude et/ou une fréquence ou longueur d'onde (de chaque pixel dans le cas d'une image))
ou

20 - tactile (pression mécanique ayant par exemple pour paramètre de signal une durée et/ou une force et/ou une amplitude de mouvement et/ou une fréquence de vibration), ou

- olfactif (odeur ayant par exemple pour paramètre de signal une durée et/ou une intensité ou amplitude et/ou un parfum), ou

25 - gustatif (goût ayant par exemple pour paramètre de signal une durée et/ou une intensité ou amplitude et/ou un parfum).

Dans un mode de réalisation préféré:

- l'organisme est un être humain,
- le signal physiologique est représentatif d'une activité cérébrale dudit
30 être humain, et
- le signal sensoriel est un signal acoustique.

Dans un mode de réalisation, le ou les motifs détectés dans le signal physiologique peuvent être représentatifs d'un état de sommeil profond. Le

ou les motifs détectés peuvent dans ce cas consister en des ondes de fréquence comprise entre 0,3 et 5 Hz appelées ondes delta.

La détection d'un ou plusieurs motifs dans le signal physiologique
5 peut être réalisée suivant toute procédure connue. Par exemple, la détection d'un motif peut comprendre :

- une détection d'une amplitude du signal physiologique devenant supérieure ou égale à une première amplitude prédéterminée en un premier temps ;
- 10 – une détection de l'amplitude du signal physiologique devenant inférieure à une deuxième amplitude prédéterminée en un deuxième temps ;
- un test de validation selon lequel un motif est détecté si la durée écoulée entre lesdits premier et deuxième temps est supérieure ou
15 égale à une durée prédéterminée.

De préférence, pour chaque motif détecté, l'au moins un paramètre de motif peut résulter d'un calcul ou d'une mesure de :

- un temps de début de motif, et/ou
- 20 – un temps de fin de motif, et/ou
- une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
- un temps d'amplitude maximale pour lequel le signal sensoriel dans ce motif atteint l'amplitude maximale, et/ou
- une durée totale correspondant à une durée écoulée entre ledit temps
25 de début de motif et ledit temps de fin de motif, et/ou
- une durée de montée correspondant à une durée écoulée entre ledit temps de début de motif et ledit temps d'amplitude maximale, et/ou
- une durée de descente correspondant à une durée écoulée entre ledit temps d'amplitude maximale et ledit temps de fin de motif, et/ou
- 30 – une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique entre ledit temps de début de motif et ledit temps d'amplitude maximale, et/ou
- une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique entre ledit temps d'amplitude maximale et ledit temps de fin de motif.

Pour un motif donné, ledit temps de début de motif peut de préférence consister en ledit premier temps auquel est détectée une amplitude du signal physiologique devenant supérieure ou égale à ladite première amplitude prédéterminée.

5

Dans un mode de réalisation, pour chaque motif détecté, la génération du signal sensoriel associé à ce motif peut comprendre ladite modulation de ce signal sensoriel en fonction de ladite enveloppe temporelle associée à ce motif, l'au moins un paramètre d'enveloppe pouvant

10 comprendre :

- une amplitude d'attaque correspondant à une amplitude maximale de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- une durée d'attaque correspondant à une durée écoulée entre un temps de début et un temps d'amplitude maximale de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- 15 – une durée de relâchement correspondant à une durée écoulée entre un temps de début de relâchement et un temps de fin de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- une durée de déclin correspondant à une durée écoulée à partir du temps d'amplitude maximale jusqu'à un temps de fin de déclin, et/ou
- 20 – une amplitude de maintien, et/ou
- une durée de maintien correspondant à une durée écoulée entre un temps de fin de déclin et un temps de début de relâchement.

Ainsi, ladite enveloppe temporelle peut être une enveloppe de type « ADSR » – acronyme de « Attack Decay Sustain Release » (ou « Attaque Chute Entretien Extinction » en français). Alternativement, l'enveloppe temporelle peut être une enveloppe de type « AR » ou « ASR » ou « ADR ».

La durée de relâchement peut en outre correspondre à une durée écoulée à partir :

- 30 – du temps d'amplitude maximale dans le cas d'une enveloppe de type AR, ou
- d'un temps de fin de durée de maintien dans le cas d'une enveloppe de type ASR ou ADSR, ou
- d'un temps de fin de durée de déclin dans le cas d'une
- 35 enveloppe de type ADR.

La durée de déclin peut en outre correspondre à une durée écoulée jusqu'à :

- un temps de début de relâchement dans le cas d'une enveloppe de type ADR, ou
- 5 – un temps de début de maintien dans le cas d'une enveloppe de type ADSR.

Dans un mode de réalisation, l'au moins un paramètre d'enveloppe peut comprendre l'amplitude d'attaque, la durée d'attaque et la durée
10 d'extinction.

De préférence :

- l'amplitude d'attaque peut dépendre de l'amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
- la durée d'attaque peut dépendre de la durée de montée, et/ou
- 15 – la durée d'extinction peut dépendre de la durée de descente.

Dans un autre mode de réalisation, pour chaque motif détecté :

- la génération du signal sensoriel associé à ce motif peut comprendre ladite modulation de ce signal sensoriel en fonction de ladite
20 enveloppe temporelle associée à ce motif,
- l'au moins un paramètre de motif peut comprendre une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif,
- l'au moins un paramètre d'enveloppe peut comprendre :
 - une amplitude d'attaque étant une fonction de ladite amplitude
25 maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
 - une durée d'attaque étant une fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif.

Lorsque l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend une amplitude d'attaque, l'amplitude d'attaque peut être proportionnelle à
30 l'amplitude maximale.

Lorsque l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend une durée d'attaque, la durée d'attaque peut être inversement proportionnelle à l'amplitude maximale.

Dans un mode de réalisation, pour chaque motif détecté, la génération du signal sensoriel peut comprendre ladite détermination d'au moins un paramètre de signal sensoriel, l'au moins un paramètre de signal sensoriel pouvant comprendre :

- 5 – une fréquence d'oscillations, et/ou
- une fréquence de coupure, et/ou
- une amplitude.

Dans un mode de réalisation, pour chaque motif détecté :

- 10 – l'au moins un paramètre de motif peut comprendre une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif,
- le signal sensoriel :
 - 15 ○ peut être filtré avec un filtre ayant une fréquence de coupure étant fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, le filtre étant par exemple un filtre passe-bas ou passe-haut, et/ou
 - peut osciller avec une fréquence étant fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
 - 20 ○ peut avoir une amplitude étant fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif.

Dans un mode de réalisation, pour chaque motif détecté, l'au moins un paramètre de signal sensoriel peut varier en fonction d'une variation de

25 l'au moins un paramètre de motif, l'au moins un paramètre de motif étant de préférence une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif. Suivant ce dernier mode de réalisation, l'au moins un paramètre de signal sensoriel peut comprendre une fréquence d'oscillations et/ou une fréquence de coupure et/ou une amplitude.

30

En général, plusieurs motifs peuvent être détectés dans le signal physiologique, chaque motif pouvant comprendre en tant que paramètre de motif un temps de début de motif, chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté pouvant comprendre un temps d'initiation de ce signal

35 sensoriel, la durée écoulée entre le temps d'initiation de chaque paire de

signaux sensoriels générés de manière contiguë pouvant être proportionnelle ou égale à la durée écoulée entre le temps de début de motif de chaque paire de motifs détectés de manière contiguë.

Autrement dit et par conséquent, la dynamique temporelle de la
5 somme des signaux sensoriels générés peut être en adéquation avec la dynamique temporelle du signal physiologique.

Dans un mode de réalisation, chaque motif peut comprendre en outre en tant que paramètre de motif un temps de fin de motif, chaque signal
10 sensoriel généré pour chaque motif détecté pouvant comprendre en outre un temps d'expiration de ce signal sensoriel, l'amplitude de chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté pouvant être constante entre le temps d'initiation et le temps d'expiration de ce signal sensoriel.

15 Selon une première variante de réalisation, la génération dudit signal sensoriel est réalisée de manière différée par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

Autrement dit, la génération du ou des signaux sensoriels peut être précédée par un enregistrement de données informatiques ou d'un signal
20 numérique ou électronique ou électrique ou analogique (par exemple un fichier son) permettant la génération ultérieure du ou des signaux sensoriels.

Selon une deuxième variante de réalisation, la détection du ou des
25 motifs, l'extraction dudit au moins un paramètre de motif, et la génération dudit signal sensoriel peuvent être effectuées en temps réel par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

Par l'expression « temps réel », on entend que le traitement du signal physiologique (ou les différentes étapes concernées) est réalisé de sorte
30 que la modulation du signal sensoriel généré est représentative du signal physiologique acquis au même instant, au temps de mise en œuvre des étapes de traitement près.

Ainsi, par exemple, lorsque le signal sensoriel est modulé de sorte que l'amplitude de ce signal sensoriel soit non nulle uniquement entre le
35 temps de début de motif et le temps de fin de motif pour un motif donné, le

signal sensoriel aura une amplitude non nulle de manière synchrone avec la présence d'un tel motif dans le signal physiologique, avec un décalage temporel correspondant au temps de réalisation des étapes de détection du motif, d'extraction de paramètre de motif, et de génération du signal
5 sensoriel.

Le signal sensoriel généré peut être une fonction périodique (éventuellement modulée ou non par une enveloppe) ou non-périodique.

10 Dans un mode de réalisation, aucune étape n'est mise en œuvre pour transformer le signal physiologique depuis un domaine temporel vers un domaine fréquentiel.

Un deuxième aspect de l'invention concerne un dispositif de
15 transduction physio-sensorielle comprenant :

- un moyen d'acquisition agencé et/ou programmé pour acquérir un signal physiologique d'un organisme, et
- un moyen de détection agencé et/ou programmé pour détecter un ou plusieurs motifs dans le signal physiologique,

20 et comprenant en outre :

- un moyen d'extraction agencé et/ou programmé pour extraire de chaque motif détecté au moins un paramètre de motif, et
- un système de génération agencé et/ou programmé pour générer un signal sensoriel pour chaque motif détecté, ce système de génération

25 comprenant :

- o un moyen de détermination agencé et/ou programmé pour déterminer au moins un paramètre du signal sensoriel en fonction de l'au moins un paramètre de motif, et/ou
- o un moyen de modulation agencé et/ou programmé pour
30 moduler le signal sensoriel en fonction d'une enveloppe temporelle associée à ce motif ayant au moins un paramètre d'enveloppe déterminé en fonction de l'au moins un paramètre de motif.

Un tel dispositif permet de mettre en œuvre le procédé décrit ci-
35 dessus.

Dans un mode de réalisation préféré, le dispositif peut être agencé et/ou programmé de sorte que :

- l'organisme puisse être un être humain,
- 5 – le signal physiologique est représentatif d'une activité cérébrale dudit être humain, et
- le signal sensoriel est un signal acoustique

De préférence, le moyen de détection peut être agencé et/ou programmé pour :

- 10 – détecter une amplitude du signal physiologique devenant supérieure ou égale à une première amplitude prédéterminée en un premier temps ;
- détecter l'amplitude du signal physiologique devenant inférieure à une deuxième amplitude prédéterminée en un deuxième temps ;
- 15 – réaliser un test de validation selon lequel un motif est détecté si la durée écoulée entre lesdits premier et deuxième temps est supérieure ou égale à une durée prédéterminée.

De préférence, le moyen de détection peut comprendre un calculateur
20 ou un outil de mesure agencé et/ou programmé pour réaliser, pour chaque motif détecté, un calcul ou une mesure de :

- un temps de début de motif, et/ou
- un temps de fin de motif, et/ou
- une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
- 25 – un temps d'amplitude maximale pour lequel le signal sensoriel dans ce motif atteint l'amplitude maximale, et/ou
- une durée totale correspondant à une durée écoulée entre ledit temps de début de motif et ledit temps de fin de motif, et/ou
- une durée de montée correspondant à une durée écoulée entre ledit
30 temps de début de motif et ledit temps d'amplitude maximale, et/ou
- une durée de descente correspondant à une durée écoulée entre ledit temps d'amplitude maximale et ledit temps de fin de motif, et/ou
- une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique entre
35 ledit temps de début de motif et ledit temps d'amplitude maximale, et/ou

– une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique entre ledit temps d'amplitude maximale et ledit temps de fin de motif, et pour affecter le résultat de ce calcul ou de cette mesure audit au moins un paramètre de motif.

5

Dans un mode de réalisation, le moyen de modulation peut être agencé et/ou programmé pour que l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend :

- une amplitude d'attaque correspondant à une amplitude maximale de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- une durée d'attaque correspondant à une durée écoulée entre un temps de début et un temps d'amplitude maximale de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- une durée de relâchement correspondant à une durée écoulée entre un temps de début de relâchement et un temps de fin de l'enveloppe temporelle associée à ce motif, et/ou
- une durée de déclin correspondant à une durée écoulée à partir du temps d'amplitude maximale jusqu'à un temps de fin de déclin, et/ou
- une amplitude de maintien, et/ou
- une durée de maintien correspondant à une durée écoulée entre un temps de fin de déclin et un temps de début de relâchement.

Dans un mode de réalisation, le moyen de modulation peut être agencé et/ou programmé pour que l'au moins un paramètre d'enveloppe comprenne l'amplitude d'attaque, la durée d'attaque et la durée d'extinction.

De préférence :

- l'amplitude d'attaque peut dépendre de l'amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
- la durée d'attaque peut dépendre de la durée de montée, et/ou
- la durée d'extinction peut dépendre de la durée de descente.

Dans un autre mode de réalisation, le dispositif peut comprendre le moyen de modulation, le dispositif pouvant être agencé et/ou programmé de sorte que, pour chaque motif détecté :

- l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif,
- l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend :
 - o une amplitude d'attaque étant une fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
 - o une durée d'attaque étant une fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif.

Dans un mode de réalisation, le dispositif peut comprendre le moyen de détermination et être agencé et/ou programmé de sorte que, pour chaque motif détecté, l'au moins un paramètre de signal sensoriel comprenne :

- une fréquence d'oscillations, et/ou
- une fréquence de coupure, et/ou
- une amplitude.

Dans un mode de réalisation, le dispositif peut être agencé et/ou programmé de sorte que, pour chaque motif détecté :

- l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif,
- le signal sensoriel :
 - o est filtré avec un filtre du dispositif, ce filtre ayant une fréquence de coupure étant fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, le filtre étant par exemple un filtre passe-bas ou passe-haut, et/ou
 - o oscille avec une fréquence qui est fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif, et/ou
 - o a une amplitude qui est fonction de ladite amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif.

Ainsi, dans un mode de réalisation, le dispositif peut comprendre un filtre agencé et/ou programmé pour filtrer le signal sensoriel, le filtre pouvant avoir une fréquence de coupure étant fonction de ladite amplitude maximale, le filtre étant par exemple un filtre passe-bas ou passe-haut.

Dans un mode de réalisation, le dispositif peut être agencé et/ou programmé de sorte que, pour chaque motif détecté, l'au moins un paramètre de signal sensoriel varie en fonction d'une variation de l'au moins un paramètre de motif, l'au moins un paramètre de motif étant de
5 préférence une amplitude maximale du signal physiologique dans ce motif.

De préférence, le dispositif peut être agencé et/ou programmé pour détecter plusieurs motifs dans le signal physiologique, chaque motif pouvant comprendre en tant que paramètre de motif un temps de début de
10 motif, chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté pouvant comprendre un temps d'initiation de ce signal sensoriel, la durée écoulée entre le temps d'initiation de chaque paire de signaux sensoriels générés de manière contiguë pouvant être proportionnelle ou égale à la durée écoulée entre le temps de début de motif de chaque paire de motifs détectés de
15 manière contiguë.

Dans un mode de réalisation, le dispositif peut être agencé et/ou programmé de sorte que chaque motif comprenne en outre en tant que paramètre de motif un temps de fin de motif, chaque signal sensoriel
20 généré pour chaque motif détecté pouvant comprendre en outre un temps d'expiration de ce signal sensoriel, l'amplitude de chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté pouvant être constante entre le temps d'initiation et le temps d'expiration de ce signal sensoriel.

25 Selon une première variante de réalisation, le système de génération peut comprendre en outre un retardateur agencé et/ou programmé pour générer le signal sensoriel de manière différée par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

30 Selon une deuxième variante de réalisation, le système de génération peut être un générateur temps réel agencé et/ou programmé pour détecter le ou les motifs, extraire dudit au moins un paramètre de motif, et générer ledit signal sensoriel en temps réel par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

De préférence, le système de génération peut être agencé et/ou programmé de sorte que le signal sensoriel généré soit une fonction périodique.

5 Dans un mode de réalisation, le dispositif peut être agencé et/ou programmé pour ne mettre en œuvre aucune étape pour transformer le signal physiologique depuis un domaine temporel vers un domaine fréquentiel.

10 Description des figures et modes de réalisation

D'autres avantages et particularités de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, et des dessins annexés suivants :

- 15 – la figure 1 montre un signal physiologique enregistré par électroencéphalographie sur un sujet humain en sommeil profond ;
- la figure 2 montre une partie du signal physiologique de la figure 1 ;
- la figure 3 montre un exemple d'enveloppe de type « ADSR » ;
- 20 – la figure 4 est un diagramme représentant les principales étapes du procédé selon l'invention dans une première variante de mise en œuvre ;
- la figure 5 est un diagramme représentant les principales étapes du procédé selon l'invention dans une deuxième variante de mise en œuvre ;
- 25 – les figures 6 à 8 sont des diagrammes représentant différentes combinaisons d'étapes permettant de générer un signal sensoriel selon l'invention ;
- la figure 9 montre un signal physiologique enregistré par électroencéphalographie sur un sujet humain en éveil ;
- 30 – la figure 10 montre une partie du signal physiologique de la figure 9 ;
- la figure 11 montre une série de signaux sensoriels générés suivant un premier mode de mise en œuvre de l'invention ;

- la figure 12 montre une série de signaux sensoriels générés suivant un deuxième mode de mise en œuvre de l'invention ;
- la figure 13 montre une série de signaux sensoriels générés suivant un troisième mode de mise en œuvre de l'invention ;
- 5 – la figure 14 montre une série de signaux sensoriels générés suivant un quatrième mode de mise en œuvre de l'invention.

Sur les différentes figures, les mêmes références désignent des caractéristiques ou étapes identiques ou similaires.

10 Les modes de réalisation décrits ci-après n'étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites, isolées des autres caractéristiques décrites, même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques, si cette sélection de
15 caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un
20 avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

La présente invention vise typiquement à transcrire un signal physiologique sous la forme d'un signal sensoriel perceptible par un
25 utilisateur humain.

Signal physiologique

Le signal physiologique est de préférence représentatif d'une activité cérébrale humaine.

30 Le signal physiologique est un signal temporel, c'est un dire un signal qui est une fonction d'un temps.

Le signal physiologique a une dynamique temporelle, c'est-à-dire qu'il varie au cours du temps.

Un premier exemple de signal physiologique 10 est représenté en
35 figure 1. Le signal 10 de la figure 1 a été obtenu à l'aide d'un

électroencéphalogramme enregistrant l'activité cérébrale d'un être humain en état de sommeil profond.

Un deuxième exemple de signal physiologique 11 est représenté en figure 9. Le signal 11 de la figure 9 a été obtenu à l'aide d'un
5 électroencéphalogramme enregistrant l'activité cérébrale d'un être humain en état d'éveil.

Ces différents états cognitifs, de sommeil profond ou d'éveil, sont caractérisés par la présence d'ondes qui oscillent à des fréquences spécifiques. Typiquement, dans un état de sommeil profond, le cerveau peut
10 générer des ondes, appelées ondes delta, ayant une fréquence comprise entre 0,3 et 4 Hz. Dans un état d'éveil, le cerveau peut générer des ondes, appelées ondes bêta, ayant typiquement une fréquence supérieure à 14 Hz.

La présente invention n'est pas limitée à l'acquisition ou au traitement des ondes delta ou bêta et peut être basée sur une acquisition
15 d'un signal physiologique représentatif d'une activité physiologique – par exemple cérébrale, cardiaque, respiratoire, oculaire, ou encore musculaire – de tout organisme – par exemple un animal ou un être humain. Cet organisme, en particulier lorsque celui-ci est un animal ou un être humain, peut être placé dans tout état cognitif – par exemple en état de sommeil
20 profond ou paradoxal ou d'éveil ou encore de relaxation.

En référence aux figures 4 et 5, le procédé selon l'invention est un procédé de transduction physio-sensorielle comprenant une étape d'acquisition E1 d'un signal physiologique, par exemple un signal physiologique 10 ou 11 tel que représenté à la figure 1 ou 9. Dans la
25 boîte E1 du diagramme de la figure 4 et de la figure 5, qui correspond à l'étape d'acquisition du signal physiologique, « ACQ SG1 » signifie « acquisition du signal physiologique ».

Une telle étape d'acquisition E1 est réalisée à l'aide d'un dispositif de transduction physio-sensorielle comprenant un moyen d'acquisition agencé
30 et/ou programmé pour acquérir un signal physiologique d'un organisme (non représenté).

Détection de motif

Le procédé selon l'invention comprend une détection d'un ou
35 plusieurs motifs dans le signal physiologique.

Dans l'exemple de la figure 4, l'étape de détection E20 est réalisée au fur et à mesure de l'acquisition E1 du signal physiologique, ce qui est illustré par la boucle R1 sur le diagramme de cette figure 4. Dans la boîte E20 du diagramme de la figure 4, qui correspond à l'étape de 5 détection de motif, « DET PAT » signifie « détection de motif », étant entendu que le motif détecté est un motif présent dans une partie du signal physiologique venant d'être acquise.

Dans l'exemple de la figure 5, l'étape de détection E21 est réalisée après acquisition E1 complète du signal physiologique. Dans la boîte E21 du 10 diagramme de la figure 5, qui correspond à l'étape de détection de motif, « DET PAT_{*i*} » signifie « détection de motif », étant entendu que le motif détecté est un *i*-ème motif présent dans le signal physiologique acquis.

Alternativement ou complémentaiement, on peut détecter un ou plusieurs motifs dans le signal physiologique après acquisition partielle de 15 ce signal.

La figure 2 représente une partie du signal 10 de la figure 1 (partie indiquée par un rectangle sur la figure 1). La figure 2 fait apparaître un motif 100 qui sera pris comme exemple pour décrire l'invention par la suite. 20 Le motif 100 est dans cet exemple représentatif d'un état de sommeil profond et correspond à une onde delta.

La figure 10 représente une partie du signal 11 de la figure 9 (partie indiquée par un rectangle sur la figure 9). Sur la figure 10, plusieurs motifs du signal 11 sont désignés par des cercles pleins situés au-dessus d'une 25 amplitude maximale de chacun de ces motifs. Les motifs de la figure 10 sont, dans cet exemple, représentatifs d'un état d'éveil et correspondent à des ondes bêta.

Pour réaliser l'étape de détection E20 ou E21, le dispositif de transduction physio-sensorielle comprend un moyen de détection agencé 30 et/ou programmé pour détecter un ou plusieurs motifs dans le signal physiologique (non représenté).

Dans un mode de réalisation, la détection E20 ou E21 d'un motif 100 comprend les sous-étapes SE1, SE2 et SE3 décrites ci-dessous en référence 35 à la figure 2.

La sous-étape SE1 comporte une détection de l'amplitude du signal physiologique 10 devenant supérieure ou égale à une première amplitude prédéterminée as_1 en un premier temps ts_1 . Par exemple, la première amplitude as_1 peut avoir une valeur de 7 μV .

5 On voit en figure 2 que ledit premier temps ts_1 se situe typiquement après un temps de début du motif t_1 , ce qui permet d'optimiser le processus de détection en limitant le nombre de fausses détections.

La sous-étape SE2 comporte une détection de l'amplitude du signal physiologique 10 devenant inférieure à une deuxième amplitude prédéterminée as_2 en un deuxième temps ts_2 . Par exemple, la deuxième amplitude as_2 peut avoir une valeur de 0,89 μV .

La valeur des seuils as_1 et as_2 peut être proportionnelle à une déviation standard du signal physiologique 10.

La sous-étape SE3 comporte un test de validation selon lequel un motif 100 est détecté si la durée écoulée entre lesdits premier ts_1 et deuxième ts_2 temps est supérieure ou égale à une durée prédéterminée. Par exemple, cette durée prédéterminée peut avoir une valeur de 100 ms. Un tel test permet notamment d'éviter de considérer comme un motif une simple variation de l'amplitude du signal qui serait liée à du bruit haute
20 fréquence.

Paramétrage

Pour chaque motif 100 détecté, le procédé comprend une extraction d'au moins un paramètre de motif à partir de ce motif 100 détecté.

25 Dans l'exemple de la figure 4, l'étape d'extraction E30 est réalisée après l'étape de détection pour le motif 100 détecté lors de cette dernière étape de détection. Dans la boîte E30 du diagramme de la figure 4, qui correspond à l'étape d'extraction d'au moins un paramètre de motif, « PAR PAT » signifie « paramétrage de motif ».

30 Dans l'exemple de la figure 5, l'étape d'extraction E31 est réalisée après l'étape de détection de l' i -ème motif 100 détecté dans le signal physiologique. Dans la boîte E31 du diagramme de la figure 5, qui correspond à l'étape d'extraction d'au moins un paramètre de motif, « PAR PAT i » signifie « paramétrage de motif », étant entendu que le motif
35 paramétré est l' i -ème motif détecté dans le signal physiologique.

L'étape d'extraction est réalisée par un moyen d'extraction compris dans le dispositif de l'invention, ce moyen d'extraction étant agencé et/ou programmé pour extraire de chaque motif détecté au moins un paramètre de motif.

5

En référence à la figure 2, pour chaque motif 100 détecté, l'au moins un paramètre de motif résulte d'un calcul ou d'une mesure de :

- ledit temps de début de motif t_1 , et/ou
- un temps de fin de motif t_3 , et/ou
- 10 – une amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100, et/ou
- un temps d'amplitude maximale t_2 , et/ou
- une durée totale correspondant à une durée écoulée entre ledit temps de début de motif t_1 et ledit temps de fin de motif t_3 , et/ou
- 15 – une durée de montée correspondant à une durée écoulée entre ledit temps de début de motif t_1 et ledit temps d'amplitude maximale t_2 , et/ou
- une durée de descente correspondant à une durée écoulée entre ledit temps d'amplitude maximale t_2 et ledit temps de fin de motif t_3 , et/ou
- 20 – une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique 10 entre ledit temps de début de motif t_1 et ledit temps d'amplitude maximale t_2 , et/ou
- une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique 10 entre
- 25 ledit temps d'amplitude maximale t_2 et ledit temps de fin de motif t_3 .

Dans le présent document, une dérivée première est définie comme un rapport entre une variation d'amplitude sur une variation de temps. Par exemple, la dérivée première du signal physiologique 10 entre ledit temps de début de motif t_1 et ledit temps d'amplitude maximale t_2 correspond au

30 rapport entre :

- d'une part, la différence de l'amplitude a_1 du signal physiologique 10 au temps t_1 et l'amplitude maximale a_2 , et
- d'autre part, la différence entre t_1 et t_2 .

Similairement, la dérivée première du signal physiologique 10 entre ledit temps d'amplitude maximale t_2 et ledit temps de fin de motif t_3 correspond au rapport entre :

- d'une part, la différence de l'amplitude maximale a_2 et de l'amplitude a_3 du signal physiologique 10 au temps t_3 , et
- d'autre part, la différence entre t_2 et t_3 .

Dans le présent document, une dérivée seconde est définie comme une variation de ladite dérivée première sur ladite variation de temps correspondante.

10

À titre d'exemple indicatif, l'amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans le motif 100 peut être égale à $27 \mu\text{V}$, la durée de montée peut être égale à 268 ms et la durée de descente peut être égale à 348 ms.

15

Dans un mode de réalisation non représenté, le moyen de détection comprend un calculateur ou un outil de mesure agencé et/ou programmé pour réaliser, pour chaque motif détecté, ledit calcul ou ladite mesure et pour affecter le résultat de ce calcul ou de cette mesure audit au moins un paramètre de motif.

20

Ainsi, le procédé de l'invention comprend, lors de l'étape d'extraction, un paramétrage du signal physiologique 10 dans le domaine temporel.

De préférence, aucune étape n'est mise en œuvre pour transformer le signal physiologique 10 depuis un domaine temporel vers un domaine fréquentiel. En particulier, le procédé selon l'invention ne réalise aucune étape de traitement pour obtenir une représentation fréquentielle du signal physiologique afin d'en extraire le ou les paramètres de motif. Selon l'invention, au moins un et de préférence tous les paramètres de motif sont extraits du signal physiologique dans le domaine temporel.

30

Grâce à ce paramétrage réalisé dans le domaine temporel, le signal sensoriel peut être généré de manière à transcrire le signal physiologique d'une manière relativement fidèle d'un point de vue perceptif, en particulier du point de vue de la perception temporelle.

35

Signal sensoriel

Selon l'invention, un signal sensoriel est généré.

Ce signal sensoriel est de préférence un signal ou une onde acoustique mais peut alternativement ou complémentai-
5 signal ou une onde de toute autre nature (visuel, tactile, olfactif...) pourvu
qu'il soit perceptible par ledit organisme.

Le signal sensoriel est de préférence une fonction périodique. Par exemple, le signal sensoriel peut consister en une onde sinusoïdale ou en une somme de sinusoïdes.

10

Pour chaque motif 100 détecté, le procédé de l'invention comprend une génération d'un signal sensoriel associé à ce motif 100 grâce à un système de génération agencé et/ou programmé pour générer un tel signal.

Dans l'exemple de la figure 4, l'étape E40 de génération d'un signal
15 sensoriel est réalisée après l'étape d'extraction E30. Dans la boîte E40 du diagramme de la figure 4, qui correspond à cette étape de génération, « GEN SG2 » signifie « génération d'un signal sensoriel ».

Dans l'exemple de la figure 5, l'étape E41 de génération d'un signal sensoriel est réalisée après l'étape d'extraction E31. Dans la boîte E41 du
20 diagramme de la figure 5, qui correspond à cette étape de génération, « GEN SG2_i » signifie « génération d'un signal sensoriel », étant entendu que le signal sensoriel généré est associé à l'*i*-ème motif détecté dans le signal physiologique lors de l'étape E21.

25 Quel que soit le mode de réalisation, par exemple celui illustré en figure 4, l'étape de génération E40 peut comprendre différentes sous-étapes. Différentes combinaisons de sous-étapes de l'étape E40 sont illustrées aux figures 6 à 8 en référence au mode de réalisation de la figure 4. Ces différentes combinaisons peuvent bien entendu être
30 appliquées au mode de réalisation de la figure 5 ou à tout autre mode de réalisation selon l'invention.

Dans l'exemple de la figure 6, l'étape de génération E40 comprend une détermination E401 d'au moins un paramètre du signal sensoriel en
35 fonction de l'au moins un paramètre de motif extrait lors de l'étape E30.

Dans la boîte E401 du diagramme de la figure 6, « PAR SG2 » signifie « détermination d'au moins un paramètre du signal sensoriel ». Lorsqu'un ou plusieurs paramètres de signal sensoriel sont ainsi déterminés, le signal sensoriel est généré en tant que tel à l'aide du système de génération (non représenté), cette génération effective étant illustrée par la boîte E408 dans le diagramme de la figure 6. Dans la boîte E408 du diagramme de la figure 6, « SG2 » signifie « génération effective du signal sensoriel ».

L'au moins un paramètre de signal sensoriel est par exemple une fréquence d'oscillations et/ou une fréquence de coupure et/ou une amplitude.

Pour réaliser une telle sous-étape de détermination d'au moins un paramètre du signal sensoriel, le système de génération comprend un moyen de détermination agencé et/ou programmé pour déterminer au moins un paramètre du signal sensoriel en fonction de l'au moins un paramètre de motif (non représenté).

Un autre exemple est montré à la figure 7 dans lequel l'étape de génération E40 comprend une modulation E403 du signal sensoriel en fonction d'une enveloppe temporelle associée au motif traité dans les étapes E20 et E30.

Une telle enveloppe temporelle consiste en un signal spécifique construit pour moduler un signal sensoriel.

Un exemple d'enveloppe temporelle 200 est représenté à la figure 3.

Selon l'invention, pour chaque motif 100, une enveloppe temporelle 200 peut être associée à ce motif 100 et avoir au moins un paramètre d'enveloppe déterminé en fonction de l'au moins un paramètre de motif.

Ainsi, contrairement au cas de la figure 6, dans le cas de la figure 7 :

- l'au moins un paramètre de motif n'est pas assigné à un ou plusieurs paramètres du signal sensoriel en tant que tel, mais
- l'au moins un paramètre de motif détermine au moins un paramètre d'enveloppe, laquelle enveloppe servant à moduler le signal sensoriel.

Autrement dit, dans l'exemple de la figure 7, l'étape de génération E40 comprend une sous-étape de détermination E402 d'au moins un paramètre d'enveloppe. Dans la boîte E402 du diagramme de la

figure 7, « PAR SG3 » signifie « détermination d'au moins un paramètre d'enveloppe ». Lorsqu'un ou plusieurs paramètres d'enveloppe sont ainsi déterminés, le signal sensoriel est modulé par l'enveloppe temporelle 200 et ce signal sensoriel ainsi modulé est alors généré en tant que tel. Cette
5 génération de signal sensoriel modulé est illustrée par la boîte E403 dans le diagramme de la figure 7. Dans la boîte E403 de ce diagramme, « SG2+SG3 » signifie « génération du signal sensoriel modulé par l'enveloppe temporelle ».

Pour réaliser une telle sous-étape de modulation du signal sensoriel,
10 le système de génération comprend un moyen de modulation agencé et/ou programmé pour moduler le signal sensoriel en fonction d'une enveloppe temporelle associée au motif faisant l'objet de la génération de ce signal sensoriel, cette enveloppe temporelle ayant au moins un paramètre d'enveloppe déterminé en fonction de l'au moins un paramètre de motif.

15

La génération de signal sensoriel selon le diagramme de la figure 8 combine les deux approches des figures 6 et 7. En particulier, l'étape de génération E40 peut ainsi comprendre à la fois :

- une sous-étape E401 de détermination d'au moins un paramètre du
20 signal sensoriel en fonction de l'au moins un paramètre de motif extrait lors de l'étape E30,
- une sous-étape E402 de détermination d'au moins un paramètre d'enveloppe en fonction de l'au moins un paramètre de motif extrait lors de l'étape E30, et
- 25 – une sous-étape E403 de génération de signal sensoriel modulé.

Dans la boîte E403 du diagramme de la figure 8, « SG2+SG3 » signifie « génération du signal sensoriel modulé par l'enveloppe temporelle », étant entendu que le signal sensoriel est lui-même paramétré en fonction de l'au moins un paramètre de motif.

30

À titre d'exemple non limitatif, le système de génération peut comprendre un amplificateur, un ou plusieurs oscillateurs, par exemple :

- un oscillateur monophonique capable de générer une onde de type sinus, triangle, carré, etc.,
- 35 – un oscillateur de type « LFO » (oscillateur basse fréquence),

- un module permettant de faire de la synthèse additive ou soustractive ou de la modulation de fréquence.
- un module de lecture à table d'ondes...

Le dispositif de l'invention peut mettre en œuvre des technologies
5 analogiques et/ou numériques.

Enveloppe temporelle

On va maintenant décrire un exemple d'enveloppe temporelle en
référence à la figure 3 qui montre une enveloppe du type ADSR. Une telle
10 enveloppe ADSR comprend les quatre phases successives suivantes :
attaque, déclin (aussi appelée chute), maintien (aussi appelée entretien) et
relâchement (aussi appelée extinction).

Dans le cas d'une telle enveloppe ADSR associée à un motif 100
donné, l'au moins un paramètre d'enveloppe peut comprendre :

- 15 – une amplitude d'attaque a_{21} correspondant à une amplitude
maximale de cette enveloppe temporelle 200, et par exemple
proportionnelle à l'amplitude maximale du motif associé,
- une durée d'attaque correspondant à une durée écoulée entre un
20 temps de début t_{20} de cette enveloppe temporelle 200 et un temps
d'amplitude maximale t_{21} , et par exemple proportionnelle ou égale à
la durée de montée du motif associé, ou proportionnelle à l'amplitude
maximale du motif associé,
- une durée de relâchement correspondant à une durée écoulée depuis
un temps de fin de durée de maintien t_{23} jusqu'à un temps de fin t_{24}
25 de l'enveloppe temporelle 200, et par exemple proportionnelle à
l'amplitude maximale ou à la durée de descente du motif associé,
- une durée de déclin correspondant à une durée écoulée à partir du
temps d'amplitude maximale t_{21} jusqu'à un temps de début de
maintien t_{22} , et par exemple proportionnelle à l'amplitude maximale
30 ou à la durée de descente du motif associé,
- une amplitude de maintien a_{22} , et par exemple proportionnelle à
l'amplitude maximale du motif associé,
- une durée de maintien correspondant à une durée écoulée entre le
35 temps de fin de déclin t_{22} (lequel correspond donc dans ce cas au
temps de début de maintien) et un temps de début de

relâchement t_{23} (lequel correspond donc dans ce cas au temps de fin de durée de maintien), et par exemple proportionnelle à l'amplitude maximale ou à la durée de descente du motif associé,

- une durée totale correspondant à une durée écoulée entre le temps de début t_{20} et le temps de fin de déclin t_{22} , et par exemple proportionnelle ou égale à la durée totale du motif associé, ou proportionnelle à l'amplitude maximale du motif associé.

Par défaut :

- l'amplitude a_{22} peut avoir pour valeur deux tiers de l'amplitude a_{21} , et/ou
- la durée de déclin et la durée de relâchement peuvent chacune être égale à la moitié de la durée de maintien.

La valeur de ces paramètres d'enveloppe peut être définie par une valeur définie par défaut dans le dispositif selon l'invention.

D'autres types d'enveloppe non représentés peuvent être utilisés, par exemple des enveloppes de type :

- AR : comportant uniquement des phases d'attaque et de relâchement ;
- ASR : comportant uniquement des phases d'attaque, de maintien et de relâchement ;
- ADR : comportant uniquement des phases d'attaque, de déclin et de relâchement.

Dans le cas de ces autres types d'enveloppe, les différents paramètres d'enveloppe disponibles se déduisent de la liste de paramètres donnés ci-dessus en exemple pour une enveloppe ADSR.

Multiplicité de signaux sensoriels

La description qui précède explicite essentiellement la génération d'un signal sensoriel associé à un motif détecté dans un signal physiologique.

Bien entendu, un signal physiologique comprend généralement plusieurs motifs qui peuvent chacun donner lieu à une génération d'un signal sensoriel propre.

Selon la variante de la figure 4, le signal physiologique est lu au fur et à mesure de son acquisition (boucle R1). Dès qu'un motif est présent dans une partie du signal physiologique en cours de lecture, ce motif est en

principe détecté E20 déclenchant la réalisation des étapes E30 et E40. Un signal sensoriel associé à ce motif est ainsi généré. Par conséquent, la présence de plusieurs motifs dans différentes parties du signal physiologique se traduit par une génération successive de signaux sensoriels associés à ces différents motifs.

Les étapes de détection E20 du ou des motifs, d'extraction E30 dudit au moins un paramètre de motif, et de génération E40 dudit signal sensoriel peuvent ainsi être effectuées en temps réel par rapport à l'acquisition E1 du signal physiologique. Pour ce faire, le système de génération peut être un générateur temps réel agencé et/ou programmé pour détecter le ou les motifs, extraire dudit au moins un paramètre de motif, et générer ledit signal sensoriel en temps réel par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

Selon la variante de la figure 5, le signal physiologique est acquis dans une étape E1 préalable ou indépendante. Pour chaque motif i détecté dans le signal physiologique lors de l'étape E21, on réalise les étapes E31 et E41. Un signal sensoriel associé à chaque motif i est ainsi généré. Chaque motif est traité de manière séparée, soit de manière itérative comme illustré par la boucle R2, soit en parallèle (non représenté). Par conséquent, la présence de plusieurs motifs dans différentes parties du signal physiologique se traduit par une génération de signaux sensoriels associés à ces différents motifs. Lorsque chaque motif i est traité de manière itérative, les signaux sensoriels associés aux motifs détectés sont successivement générés en temps réel ou éventuellement en passant par un enregistrement intermédiaire dans une mémoire de données informatiques ou d'un signal numérique ou électronique ou électrique ou analogique (par exemple un fichier son) permettant la génération ultérieure de chaque signal sensoriel. Lorsque les motifs détectés sont traités en parallèle, ou lorsqu'ils sont générés après enregistrement de données dans une mémoire, les signaux sensoriels peuvent être générés en respectant ou non la temporalité des motifs dans le signal physiologique.

La génération d'un signal sensoriel peut donc être réalisée de manière différée par rapport à l'acquisition du signal physiologique. Pour ce faire, le système de génération peut comprendre un retardateur agencé et/ou

programmé pour générer le signal sensoriel de manière différée par rapport à l'acquisition du signal physiologique.

De préférence, plusieurs motifs 100 sont détectés dans le signal physiologique 10. Dans un mode de réalisation, on considère que chaque motif 100 comprend en tant que paramètre de motif ledit temps de début de motif t_1 , et que chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté comprend un temps d'initiation de ce signal sensoriel. De préférence, suivant ce mode de réalisation, la durée écoulée entre le temps d'initiation de chaque paire de signaux sensoriels générés de manière contiguë est proportionnelle ou égale à la durée écoulée entre le temps de début de motif t_1 de chaque paire de motifs détectés de manière contiguë.

Exemples particuliers

Dans un mode de réalisation, l'enveloppe temporelle 200 comprend les trois paramètres d'enveloppe suivants : l'amplitude d'attaque a_{21} , la durée d'attaque et la durée d'extinction. Dans ce mode de réalisation, pour chaque enveloppe 200 associée à un motif 100 donné :

- l'amplitude d'attaque a_{21} dépend de - par exemple est proportionnelle à - l'amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100, et/ou
- la durée d'attaque dépend de - par exemple est proportionnelle à - la durée de montée, et/ou
- la durée d'extinction dépend de - par exemple est proportionnelle à - la durée de descente.

Dans le mode de réalisation MDR11 de la figure 11, quatre signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 sont générés et correspondent respectivement à quatre motifs successivement détectés dans un signal physiologique, par exemple le signal 10 de la figure 1. Chaque motif 100 comprend en tant que paramètre de motif un temps de fin de motif t_3 et chaque signal sensoriel généré pour chaque motif détecté comprend un temps d'expiration de ce signal sensoriel.

On voit en figure 11 que ces quatre signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 sont respectivement générés en un temps d'initiation t_{31} , t_{33} , t_{35} et

t37 et se terminent respectivement en un temps d'expiration t32, t34, t36 et t38. On voit aussi que l'amplitude, représentée suivant l'axe des ordonnées, de chaque signal sensoriel est constante entre son temps d'initiation et son temps d'expiration.

5 Le mode de réalisation MDR11 illustre ainsi un cas simple dans lequel chaque signal sensoriel a une amplitude identique quelle que soit la forme du motif associé à ce signal sensoriel – par hypothèse, on suppose dans cet exemple que les motifs associés aux signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 ont une forme différente, et ont par exemple une amplitude maximale
10 différente.

La figure 11 fait apparaître des signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 de durée différente d'un signal à l'autre. Par hypothèse, on suppose dans cet exemple que chacun des signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 a une durée identique à la durée du motif qui lui est associé, la durée d'un signal
15 sensoriel étant définie par la durée écoulée entre son temps d'initiation (par exemple t31 pour le signal 31) et son temps d'expiration (par exemple t32 pour le signal 31).

Pour ce mode de réalisation MDR11, on suppose aussi, à fin d'illustration, que la durée écoulée entre le temps d'initiation de chaque
20 paire de signaux sensoriels générés de manière contiguë est égale à la durée écoulée entre le temps de début de motif de chaque paire de motifs associés détectés de manière contiguë dans le signal physiologique 10. Autrement dit, la génération successive des signaux sensoriels 31, 32, 33 et 34 respecte la dynamique temporelle de la partie du signal physiologique
25 comprenant les quatre motifs associés à ces signaux sensoriels.

Le mode de réalisation MDR12 de la figure 12 est similaire au mode de réalisation MDR11, à l'exception de l'amplitude respective des signaux sensoriels 35, 36, 37 et 38 qui est fonction de – par exemple
30 proportionnelle à – l'amplitude maximale du signal physiologique dans le motif correspondant. On peut donc déduire de la figure 12 que l'amplitude maximale des motifs associés aux signaux sensoriels 35, 36, 37 et 38 est respectivement de plus en plus petite.

Dans d'autres modes de réalisation, l'amplitude respective des
35 signaux sensoriels 35, 36, 37 et 38 pourrait être inversement

proportionnelle à l'amplitude maximale du signal physiologique dans le motif correspondant, ou être une fonction de tout autre nature, par exemple une fonction de cette amplitude maximale et/ou d'un ou plusieurs autres paramètres de motif.

5

La figure 13 montre un autre mode de réalisation MDR13 dans lequel quatre signaux sensoriels 39, 40, 41 et 42 sont générés.

Dans ce mode de réalisation MDR13, pour chaque motif 100 détecté dans le signal physiologique, la génération du signal sensoriel associé à ce motif 100 comprend ladite modulation de ce signal sensoriel en fonction de ladite enveloppe temporelle 200 associée à ce motif 100. En conséquence, on voit que les signaux sensoriels 39, 40, 41 et 42 modulés ont chacun un profil qui évolue au cours du temps, en l'occurrence ont une amplitude qui évolue au cours du temps en raison de la modulation de ces signaux par une enveloppe temporelle, dans cet exemple une enveloppe du type AR (voir plus haut pour une description de différents types d'enveloppe). Dans cet exemple, l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100, et l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend une durée d'attaque a_{21} étant proportionnelle à ladite amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans le motif associé à l'enveloppe correspondante.

Les signaux sensoriels 39, 40, 41 et 42 sont respectivement générés en un temps d'initiation t_{39} , t_{42} , t_{45} et t_{48} et se terminent respectivement en un temps d'expiration t_{41} , t_{44} , t_{47} et t_{50} . Ces signaux ont respectivement un temps d'amplitude maximale t_{40} , t_{43} , t_{46} et t_{49} . L'amplitude maximale atteinte par chacun des signaux sensoriels 39, 40, 41 et 42 est identique en valeur absolue d'un signal à l'autre mais survient après une durée de montée différente d'un signal à l'autre. La durée de montée est définie par la durée écoulée entre le temps d'initiation (par exemple t_{39} pour le signal 39) et le temps d'amplitude maximale (par exemple t_{40} pour le signal 39).

Dans un autre mode de réalisation non représenté, on substitue dans le mode de réalisation MDR13 le paramètre d'enveloppe de durée d'attaque par un paramètre d'enveloppe comprenant une amplitude d'attaque a_{21}

proportionnelle à ladite amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans le motif associé à l'enveloppe correspondante.

Le mode de réalisation MDR14 de la figure 14 combine les deux
5 derniers modes de réalisation qui viennent d'être décrits : l'enveloppe temporelle modulant chaque signal sensoriel a pour paramètres d'enveloppe à la fois la durée d'attaque et l'amplitude d'attaque. De plus, dans le mode de réalisation MDR14, l'enveloppe temporelle mise en œuvre est du type ADSR.

10 Plus spécifiquement, les signaux sensoriels 43, 44, 45 et 46 de la figure 14 ont respectivement :

- un temps d'initiation t_{51} , t_{55} , t_{57} et t_{61} ,
- un temps d'expiration t_{55} , t_{57} , t_{61} et t_{65} (dans cet exemple, le temps d'expiration des signaux 43, 44 et 45 correspondent
15 respectivement au temps d'initiation des signaux 44, 45 et 46),
- un temps d'amplitude maximale t_{52} , t_{56} , t_{58} et t_{62} ,
- un temps de fin de déclin t_{53} , t_{57} (pour le signal 44, le temps de fin de déclin correspond au temps d'expiration de ce signal), t_{59} et t_{63} ,
- un temps de début de relâchement t_{54} , t_{56} (pour le signal 44, le
20 temps de début de relâchement correspond au temps d'amplitude maximale de ce signal), t_{60} et t_{64} .

L'exemple de la figure 14 montre que des signaux sensoriels successivement générés peuvent atteindre une amplitude maximale différente d'un signal à l'autre, cette amplitude maximale pouvant
25 survenir après une durée de montée différente d'un signal à l'autre, grâce à un paramétrage tel que décrit ci-dessus.

Dans le mode de réalisation MDR15, pour chaque motif 100 détecté, l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale a_2 du
30 signal physiologique 10 dans ce motif 100, et le signal sensoriel est filtré avec un filtre ayant une fréquence de coupure étant fonction de ladite amplitude maximale a_2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100.

Dans d'autres modes de réalisation non représentés, combinables en
35 particulier avec le mode de réalisation MDR15, pour chaque motif 100

déecté, l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale a2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100, et le signal sensoriel peut :

- 5 – osciller avec une fréquence étant fonction de ladite amplitude maximale a2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100, et/ou
- avoir une amplitude étant fonction de ladite amplitude maximale a2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100.

Dans un autre mode de réalisation non représenté, pour chaque motif 100 détecté, l'au moins un paramètre de signal sensoriel varie en fonction d'une variation de l'au moins un paramètre de motif, l'au moins un paramètre de motif étant de préférence une amplitude maximale a2 du signal physiologique 10 dans ce motif 100. L'au moins un paramètre de signal sensoriel peut comprendre une fréquence d'oscillations et/ou une 15 fréquence de coupure et/ou une amplitude.

Bien sûr, l'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits et de nombreux aménagements peuvent être apportés à ces exemples sans sortir du cadre de l'invention.

20 Par exemple, le procédé peut comprendre une étape de détection de l'ensemble des motifs contenus dans un signal physiologique suivie d'une étape de classification permettant de sélectionner des motifs détectés représentatifs d'un état cognitif particulier. Une telle étape de classification peut être utile notamment dans une situation dans laquelle les critères de 25 détection de motif choisis sont susceptibles de détecter des motifs représentatifs d'états cognitifs différents que l'on souhaite distinguer. Tel pourrait être le cas après acquisition d'un signal physiologique représentant une activité cérébrale pendant une durée prolongée telle qu'une nuit.

De plus, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes 30 de réalisation de l'invention peuvent être associés les uns avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où ils ne sont pas incompatibles ou exclusifs les uns des autres.

Le signal physiologique peut être représentatif d'une activité 35 cérébrale de l'organisme (ondes alpha, beta, delta, etc.) ou d'une activité cardiaque ou respiratoire ou oculaire ou musculaire de l'organisme d'un

animal ou être humain. Le signal physiologique n'est pas acquis de manière invasive dans cet animal ou être humain, par exemple pas au moyen d'une sonde intracérébrale.

Comme expliqué précédemment, le signal sensoriel peut être un
5 signal acoustique ou visuel ou tactile ou olfactif ou gustatif. Le signal sensoriel est de préférence reçu (par exemple écouté) par le même animal ou être humain dont est issu le signal physiologique. On parle alors de signal sensoriel « personnalisé ».

Ce signal sensoriel peut être rejoué de façon personnalisée, au même
10 individu qui a produit le signal sensoriel, ou plus généralement à un autre utilisateur.

Bien entendu, les différentes caractéristiques, formes, variantes et modes de réalisation de l'invention peuvent être associées les uns avec les
15 autres selon diverses combinaisons.

REVENDEICATIONS**1.** Procédé de transduction physio-sensorielle comprenant :

- une acquisition (E1) d'un signal physiologique (10) d'un organisme, et
- 5 - une détection (E20, E21) d'un ou plusieurs motifs (100) dans le signal physiologique (10),

caractérisé en ce qu'il comprend en outre, pour chaque motif (100) détecté :

- 10 - une extraction (E30, E31) d'au moins un paramètre de motif à partir du motif (100) détecté, et
- une génération (E40, E41) d'un signal sensoriel (31-46) associé à ce motif (100) comprenant :
 - 15 o une détermination (E401) d'au moins un paramètre du signal sensoriel en fonction de l'au moins un paramètre de motif, et/ou
 - o une modulation (E403) du signal sensoriel (31-46) en fonction d'une enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100) ayant au moins un paramètre d'enveloppe (a21, a22) déterminé en fonction de l'au moins un paramètre de motif.

20

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la détection (E20, E21) d'un motif (100) comprend :

- 25 - une détection d'une amplitude du signal physiologique (10) devenant supérieure ou égale à une première amplitude prédéterminée (as1) en un premier temps (ts1) ;
- une détection de l'amplitude du signal physiologique (10) devenant inférieure à une deuxième amplitude prédéterminée (as2) en un deuxième temps (ts2) ;
- 30 - un test de validation selon lequel un motif (100) est détecté si la durée écoulée entre lesdits premier (ts1) et deuxième (ts2) temps est supérieure ou égale à une durée prédéterminée.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, pour chaque motif (100) détecté, l'au moins un paramètre de motif résulte d'un calcul ou d'une mesure de :

- un temps de début de motif (t1), et/ou
- 5 – un temps de fin de motif (t3), et/ou
- une amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100), et/ou
- un temps d'amplitude maximale (t2), et/ou
- une durée totale correspondant à une durée écoulée entre ledit temps
10 de début de motif (t1) et ledit temps de fin de motif (t3), et/ou
- une durée de montée correspondant à une durée écoulée entre ledit temps de début de motif (t1) et ledit temps d'amplitude maximale (t2), et/ou
- une durée de descente correspondant à une durée écoulée entre ledit
15 temps d'amplitude maximale (t2) et ledit temps de fin de motif (t3), et/ou
- une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique (10) entre ledit temps de début de motif (t1) et ledit temps d'amplitude maximale (t2), et/ou
- 20 – une dérivée première et/ou seconde du signal physiologique (10) entre ledit temps d'amplitude maximale (t2) et ledit temps de fin de motif (t3).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel,
25 pour chaque motif (100) détecté, la génération (E40, E41) du signal sensoriel (31-46) associé à ce motif (100) comprend ladite modulation (E403) de ce signal sensoriel (31-46) en fonction de ladite enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100), l'au moins un paramètre d'enveloppe comprenant :

- 30 – une amplitude d'attaque (a21) correspondant à une amplitude maximale de l'enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100), et/ou
- une durée d'attaque correspondant à une durée écoulée entre un temps de début (t20) et un temps d'amplitude maximale (t21) de
35 l'enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100), et/ou

- une durée de relâchement correspondant à une durée écoulée jusqu'à un temps de fin (t_{24}) de l'enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100), et/ou
- une durée de déclin correspondant à une durée écoulée à partir du temps d'amplitude maximale (t_{21}), et/ou
- une amplitude de maintien (a_{22}), et/ou
- une durée de maintien correspondant à une durée écoulée entre un temps de fin de déclin (t_{22}) et un temps de début de relâchement (t_{23}).

10

5. Procédé selon la revendication 4 considérée comme dépendante de la revendication 3, dans lequel l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend l'amplitude d'attaque (a_{21}), la durée d'attaque et la durée d'extinction, et dans lequel :

- l'amplitude d'attaque (a_{21}) dépend de l'amplitude maximale (a_2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100), et/ou
- la durée d'attaque dépend de la durée de montée, et/ou
- la durée d'extinction dépend de la durée de descente.

6. Procédé selon la revendication 4 considérée comme dépendante de la revendication 3, dans lequel, pour chaque motif (100) détecté :

- la génération (E40, E41) du signal sensoriel (31-46) associé à ce motif (100) comprend ladite modulation (E403) de ce signal sensoriel (31-46) en fonction de ladite enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100),
- l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale (a_2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100),
- l'au moins un paramètre d'enveloppe comprend :
 - une amplitude d'attaque (a_{21}) étant une fonction de ladite amplitude maximale (a_2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100), et/ou
 - une durée d'attaque étant une fonction de ladite amplitude maximale (a_2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100).

35

- 7.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel, pour chaque motif (100) détecté, la génération (E40, E41) du signal sensoriel (31-46) comprend ladite détermination (E401) d'au moins un paramètre de signal sensoriel, cet au moins un paramètre de signal sensoriel comprenant :
- une fréquence d'oscillations, et/ou
 - une fréquence de coupure, et/ou
 - une amplitude.
- 8.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel, pour chaque motif (100) détecté :
- l'au moins un paramètre de motif comprend une amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100),
 - le signal sensoriel :
 - o est filtré avec un filtre ayant une fréquence de coupure étant fonction de ladite amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100), et/ou
 - o oscille avec une fréquence étant fonction de ladite amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100), et/ou
 - o a une amplitude étant fonction de ladite amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100).
- 9.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel, pour chaque motif (100) détecté, l'au moins un paramètre de signal sensoriel varie en fonction d'une variation de l'au moins un paramètre de motif, l'au moins un paramètre de motif étant de préférence une amplitude maximale (a2) du signal physiologique (10) dans ce motif (100).
- 10.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel plusieurs motifs (100) sont détectés dans le signal physiologique (10), chaque motif (100) comprenant en tant que paramètre de motif un temps de début de motif (t1), chaque signal sensoriel (31-46) généré pour chaque motif (100) détecté comprenant un temps d'initiation de ce signal

sensoriel (31-46), la durée écoulée entre le temps d'initiation de chaque paire de signaux sensoriels générés de manière contiguë étant proportionnelle ou égale à la durée écoulée entre le temps de début de motif (t_1) de chaque paire de motifs détectés de manière contiguë.

5

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel chaque motif (100) comprend en outre en tant que paramètre de motif un temps de fin de motif (t_3), chaque signal sensoriel (31-46) généré pour chaque motif détecté comprenant en outre un temps d'expiration de ce signal sensoriel (31-46), l'amplitude de chaque signal sensoriel (31-46) généré pour chaque motif (100) détecté étant constante entre le temps d'initiation et le temps d'expiration de ce signal sensoriel (31-46).

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la génération (E40, E41) dudit signal sensoriel (31-46) est réalisée de manière différée par rapport à l'acquisition (E1) du signal physiologique (10).

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel la détection (E20, E21) du ou des motifs (100), l'extraction (E30, E31) dudit au moins un paramètre de motif, et la génération (E40, E41) dudit signal sensoriel (31-46) sont effectuées en temps réel par rapport à l'acquisition (E1) du signal physiologique (10).

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel le signal sensoriel (31-46) généré est une fonction périodique.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, dans lequel aucune étape n'est mise en œuvre pour transformer le signal physiologique (10) depuis un domaine temporel vers un domaine fréquentiel.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel :

- l'organisme est un être humain,

- le signal physiologique (10) est représentatif d'une activité cérébrale dudit être humain, et
- le signal sensoriel (31-46) est un signal acoustique.

5 **17.** Dispositif de transduction physio-sensorielle comprenant :

- un moyen d'acquisition agencé et/ou programmé pour acquérir (E1) un signal physiologique (10) d'un organisme, et
- un moyen de détection agencé et/ou programmé pour détecter (E20, E21) un ou plusieurs motifs (100) dans le signal physiologique (10),

10 caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- un moyen d'extraction agencé et/ou programmé pour extraire (E30, E31) de chaque motif (100) détecté au moins un paramètre de motif , et

15 - un système de génération agencé et/ou programmé pour générer (E40, E41) un signal sensoriel (31-46) pour chaque motif (100) détecté, ce système de génération comprenant :

- o un moyen de détermination agencé et/ou programmé pour déterminer (E401) au moins un paramètre du signal sensoriel (31-46) en fonction de l'au moins un paramètre de motif ,
20 et/ou

- o un moyen de modulation agencé et/ou programmé pour moduler (E403) le signal sensoriel (31-46) en fonction d'une enveloppe temporelle (200) associée à ce motif (100) ayant au moins un paramètre d'enveloppe déterminé en fonction de l'au
25 moins un paramètre de motif.

1 / 4

Fig. 1

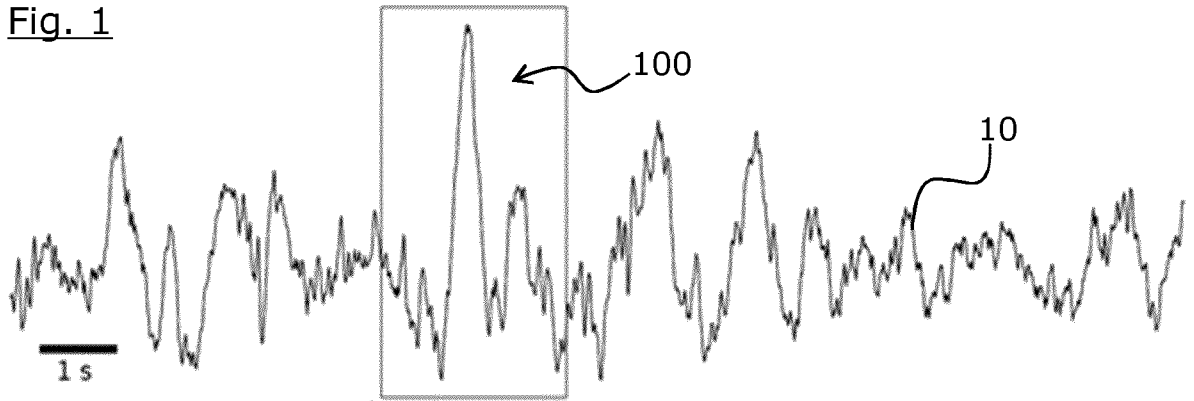


Fig. 2

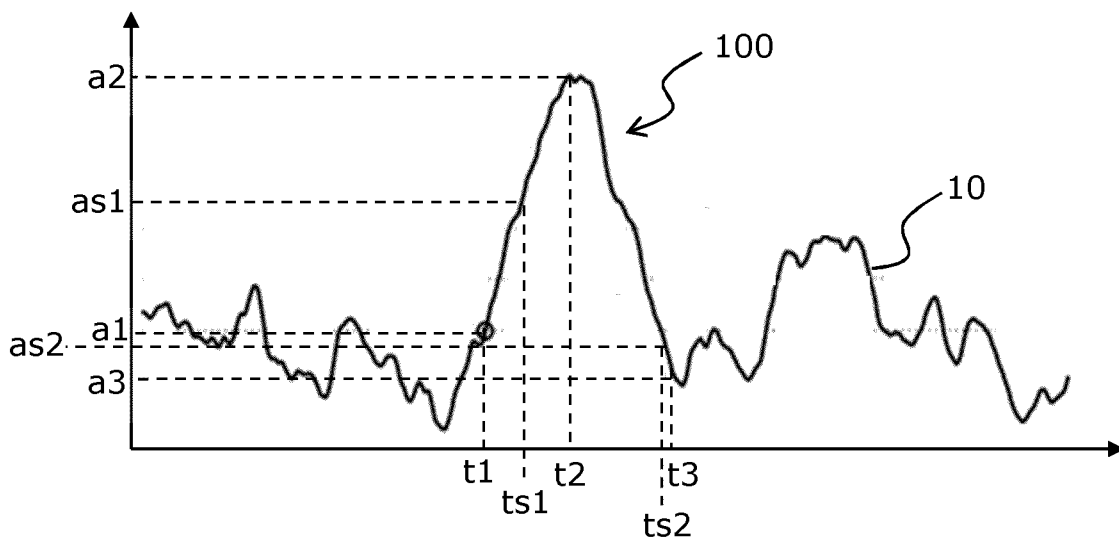


Fig. 3

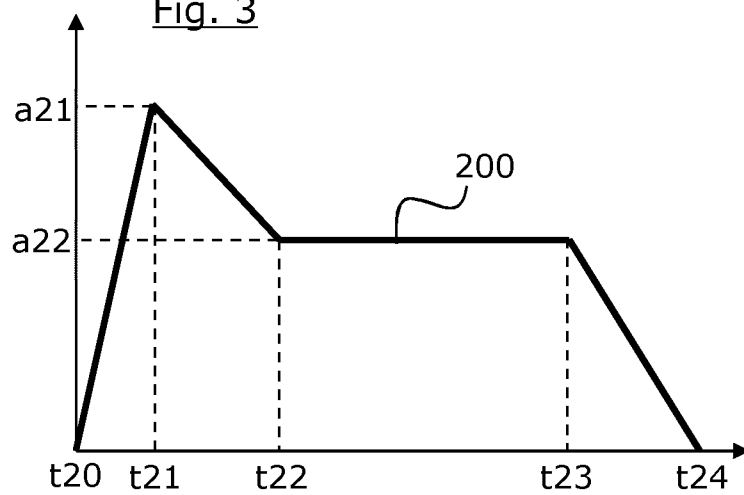


Fig. 4

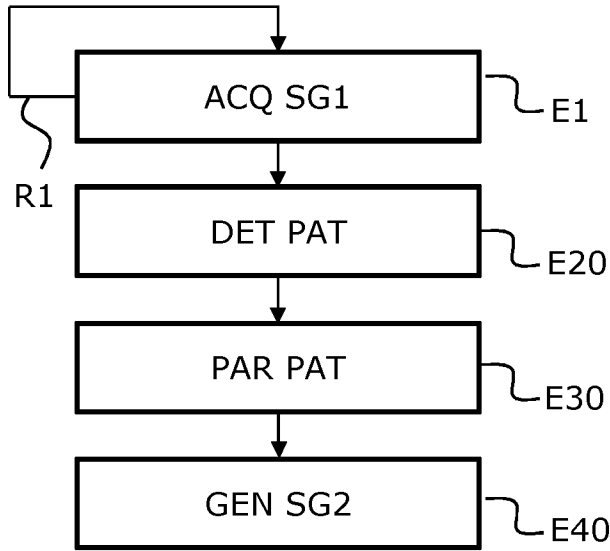


Fig. 5

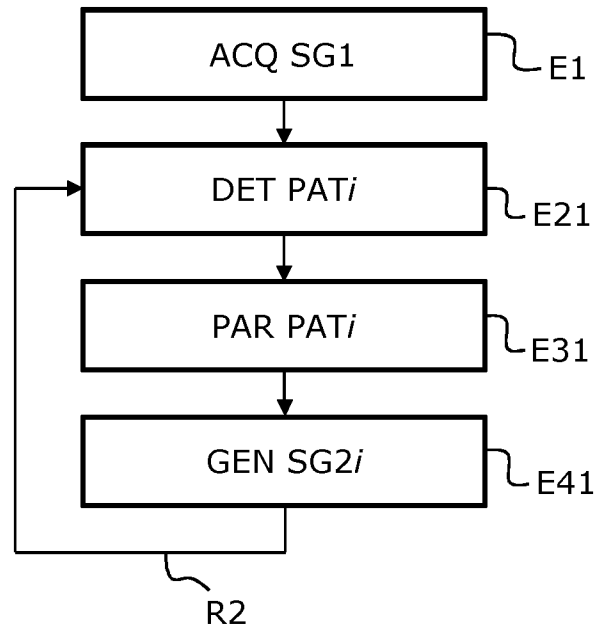


Fig. 6

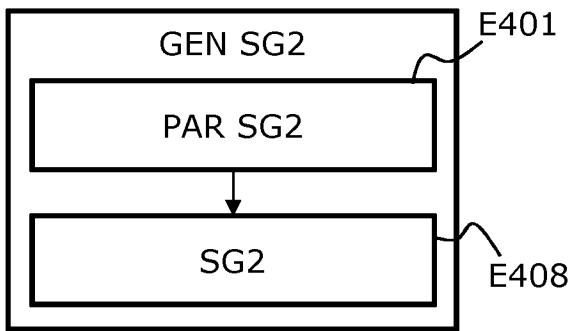


Fig. 7

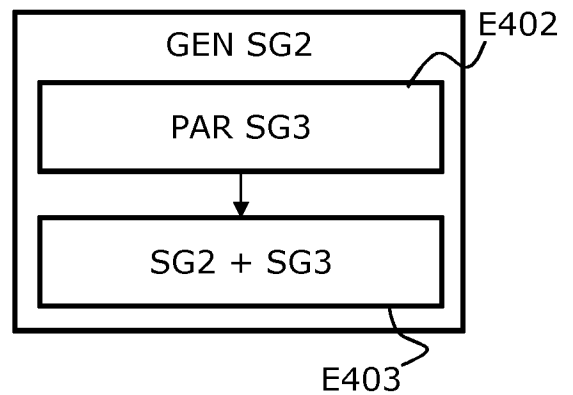


Fig. 8

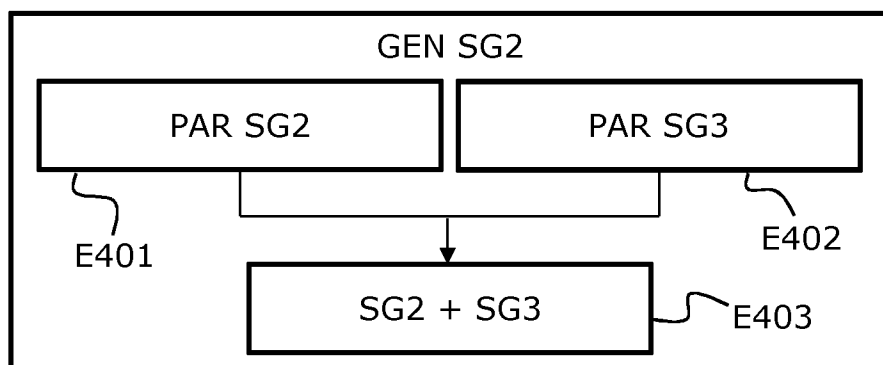


Fig. 9

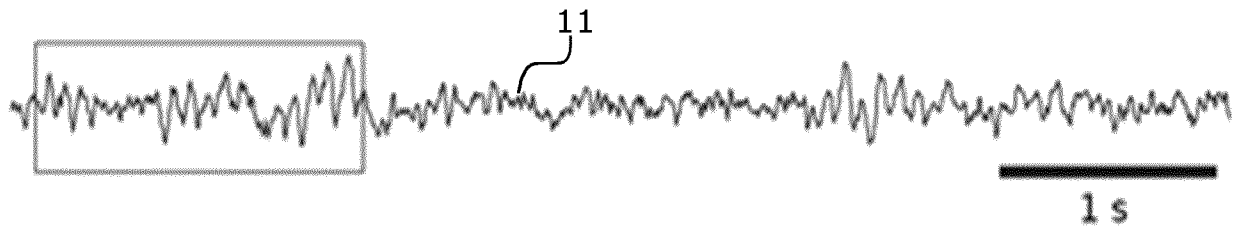


Fig. 10

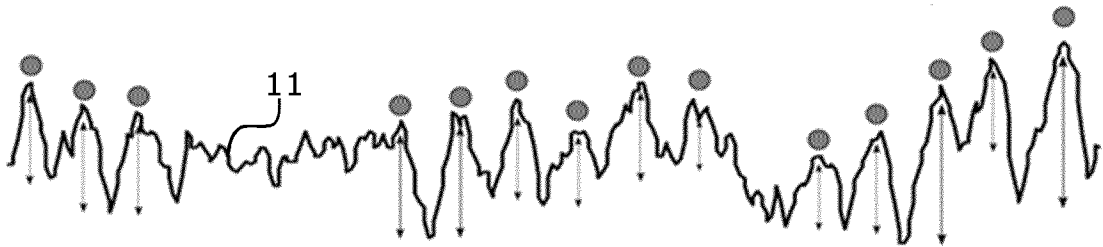


Fig. 11

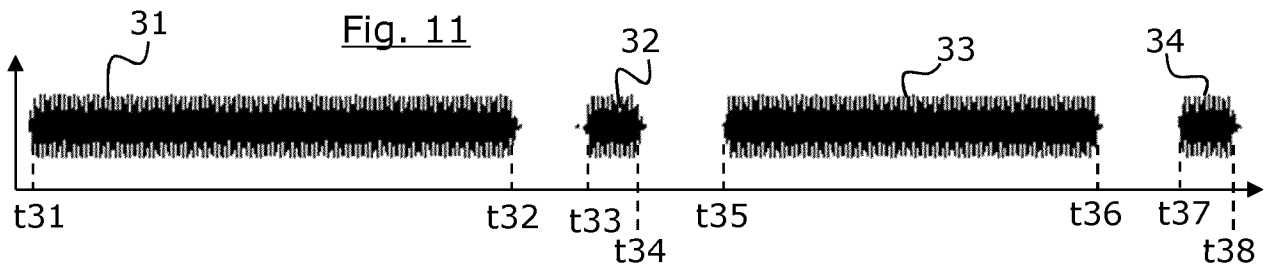


Fig. 12

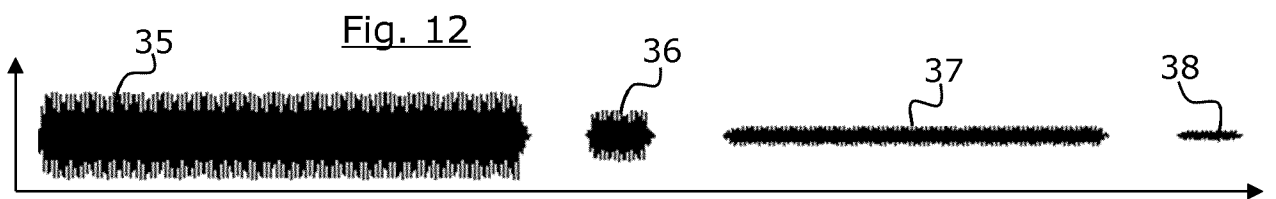
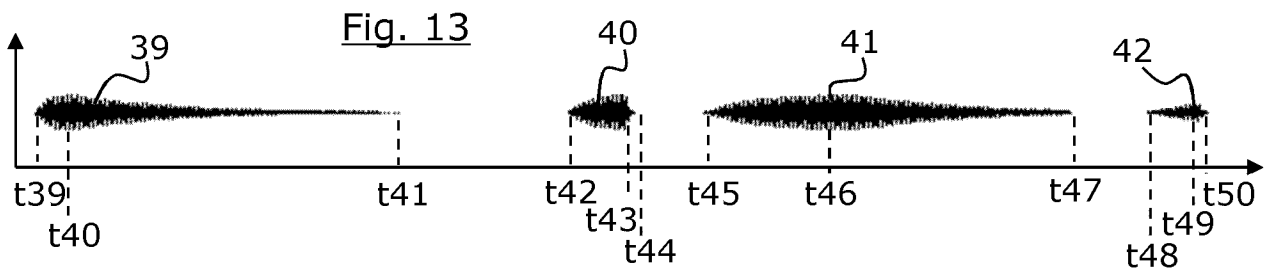
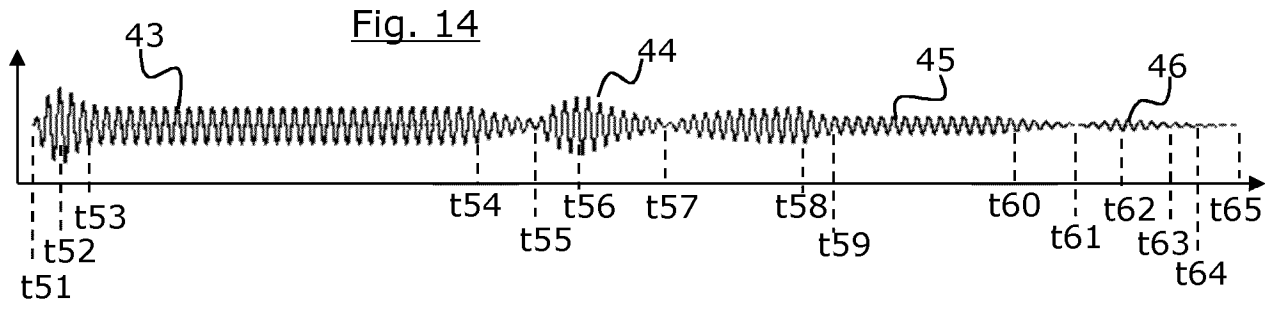


Fig. 13





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058290

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B5/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Alain Destexhe ET AL: "The Spikiss Project - composing music from awake neuronal activity", 1 June 2016 (2016-06-01), pages 1-4, XP055412473, Retrieved from the Internet: URL:http://cns.iaf.cnrs-gif.fr/spikiss-wake.html [retrieved on 2017-10-04] the whole document -/--	1-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 2 July 2018	Date of mailing of the international search report 13/07/2018
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Weiss-Schaber, C
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/058290

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	<p>& Alain Destexhe ET AL: "The Spikiss Project - composing music from neuronal activity", 1 June 2016 (2016-06-01), pages 1-3, XP055412519, Retrieved from the Internet: URL:http://cns.iaf.cnrs-gif.fr/spikiss-sleep.html [retrieved on 2017-10-04]</p>	
X	<p>----- US 2015/201889 A1 (ROGINSKA AGNIESZKA [US] ET AL) 23 July 2015 (2015-07-23) paragraph [0010] - paragraph [0012] paragraph [0031] - paragraph [0033] paragraph [0039] - paragraph [0041] paragraph [0068]</p>	1-17
A	<p>----- MICHEL LE VAN QUYEN ET AL: "High-frequency oscillations in human and monkey neocortex during the wake-sleep cycle", PROCEEDINGS NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES PNAS, vol. 113, no. 33, 1 August 2016 (2016-08-01), pages 9363-9368, XP055412490, US ISSN: 0027-8424, DOI: 10.1073/pnas.1523583113 the whole document</p> <p>-----</p>	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/058290

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2015201889	A1	NONE	

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. A61B5/00 ADD.</p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p>		
<p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) A61B</p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data</p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>Alain Destexhe ET AL: "The Spikiss Project - composing music from awake neuronal activity", 1 juin 2016 (2016-06-01), pages 1-4, XP055412473, Extrait de l'Internet: URL:http://cns.iaf.cnrs-gif.fr/spikiss-wake.html [extrait le 2017-10-04] le document en entier</p>	1-17
		-/--
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>
<p>* Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
<p>Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée</p> <p style="text-align: center;">2 juillet 2018</p>		<p>Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">13/07/2018</p>
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale</p> <p style="text-align: center;">Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p style="text-align: center;">Weiss-Schaber, C</p>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
	<p>& Alain Destexhe ET AL: "The Spikiss Project - composing music from neuronal activity", 1 juin 2016 (2016-06-01), pages 1-3, XP055412519, Extrait de l'Internet: URL:http://cns.iaf.cnrs-gif.fr/spikiss-sleep.html [extrait le 2017-10-04]</p>	
X	<p>----- US 2015/201889 A1 (ROGINSKA AGNIESZKA [US] ET AL) 23 juillet 2015 (2015-07-23) alinéa [0010] - alinéa [0012] alinéa [0031] - alinéa [0033] alinéa [0039] - alinéa [0041] alinéa [0068]</p>	1-17
A	<p>----- MICHEL LE VAN QUYEN ET AL: "High-frequency oscillations in human and monkey neocortex during the wake-sleep cycle", PROCEEDINGS NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES PNAS, vol. 113, no. 33, 1 août 2016 (2016-08-01), pages 9363-9368, XP055412490, US ISSN: 0027-8424, DOI: 10.1073/pnas.1523583113 le document en entier</p> <p>-----</p>	1-17

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2018/058290

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2015201889	A1	23-07-2015	AUCUN