



(11)

EP 4 091 682 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.11.2022 Bulletin 2022/47

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
A63B 71/06 ^(2006.01) **G07C 1/22** ^(2006.01)
G10K 5/00 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22169283.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
A63B 71/0616; G07C 1/22; G10K 5/00;
A63B 2071/0661; A63B 2220/62; A63B 2220/808;
A63B 2225/50

(22) Date de dépôt: **21.04.2022**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **BOSSARD, François**
49300 CHOLET (FR)
• **KOECHLIN, Meaban**
49240 AVRILLE (FR)
• **COLUMEAU, Francis**
85000 LA ROCHE SUR YON (FR)
• **MARCOTTE, Laurent**
49510 JALLAIS (FR)

(30) Priorité: **20.05.2021 FR 2105278**

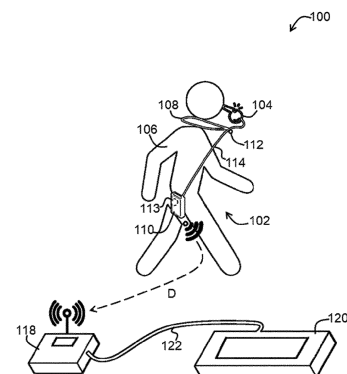
(74) Mandataire: **Gevers & Orès**
Immeuble le Palatin 2
3 Cours du Triangle
CS 80165
92939 Paris La Défense Cedex (FR)

(71) Demandeur: **Bodet Time & Sport**
49340 Tremontines (FR)

(54) **DÉTECTION DE COUPS DE SIFFLET**

(57) L'invention concerne un procédé de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre (106) d'une rencontre sportive, comportant : - l'installation de premier et deuxième microphones (112, 113) sur l'arbitre (106) de sorte que, lorsque l'arbitre (106) utilise un sifflet (104), le deuxième microphone (113) se trouve plus loin du sifflet (104) que le premier microphone (112) ; et - l'analyse de premier et deuxième signaux (S1, S2) respectivement fournis par des premier et deuxième microphones (112, 113), pour déterminer si un son perçu est ambiant ou bien peut provenir du sifflet (104).

[Fig. 1]



EP 4 091 682 A1

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre d'une rencontre sportive.

Arrière-plan technologique

[0002] La demande internationale publiée sous le numéro WO 2012/01275 A1 décrit un système de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre d'une rencontre sportive, comportant un microphone conçu pour fournir un signal et un dispositif d'analyse conçu pour analyser le signal pour détecter le coup de sifflet.

[0003] Plus précisément, dans cette publication, l'analyse consiste à comparer une enveloppe du signal avec une enveloppe prédéfinie.

[0004] Dans un système du type de celui décrit dans cette publication, des coups de sifflets lointains, par exemple provenant du public de l'événement sportif, ou bien des bruits équivalents comme des crissements de chaussure peuvent entraîner des nondétections ou bien des détections intempestives.

[0005] Il peut ainsi être souhaité de prévoir un procédé de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre d'une rencontre sportive qui permette d'améliorer la fiabilité de la détection des coups de sifflets de l'arbitre de la rencontre sportive.

Résumé de l'invention

[0006] Il est donc proposé un procédé de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre d'une rencontre sportive, comportant :

- l'installation de premier et deuxième microphones sur l'arbitre de sorte que, lorsque l'arbitre utilise un sifflet, le deuxième microphone se trouve plus loin du sifflet que le premier microphone ; et
- l'analyse de premier et deuxième signaux respectivement fournis par des premier et deuxième microphones, pour déterminer si un son perçu est ambiant ou bien peut provenir du sifflet.

[0007] L'invention peut en outre comporter une ou plusieurs des caractéristiques optionnelles suivantes, selon toute combinaison techniquement possible.

[0008] De façon optionnelle, l'analyse comporte : - une détermination de première et deuxième amplitudes des premier et deuxième signaux, respectivement ; et - une comparaison des première et deuxième amplitudes.

[0009] De façon optionnelle également, les première et deuxième amplitudes sont comparées pour déterminer si une différence entre les première et deuxième amplitudes est supérieure à un seuil prédéfini.

[0010] Ainsi, il est possible de distinguer un son pro-

che, donc susceptible d'être un coup de sifflet, d'un son ambiant. En effet, un son ambiant aurait une origine lointaine entraînant une amplitude sensiblement similaire pour les deux signaux. En outre, cette distinction est obtenue de manière simple, sans utiliser des temps de propagation ou bien des analyses spectrales complexes.

[0011] De façon optionnelle également, les premier et deuxième microphones sont installés sur l'arbitre de sorte que, lorsque l'arbitre utilise le sifflet, le deuxième microphone se trouve en-dessous du premier microphone et les première et deuxième amplitudes sont comparées pour déterminer si la première amplitude est supérieure à la deuxième amplitude.

[0012] Ainsi, il est possible de distinguer un son d'origine haute, donc susceptible d'être un coup de sifflet, d'un son d'origine basse, comme un crissement de chaussure au sol. En effet, un son d'origine basse est mieux perçu par le deuxième microphone que par le premier microphone, entraînant une amplitude plus grande du deuxième signal par rapport au premier signal. En outre, cette distinction est obtenue de manière simple, sans utiliser des temps de propagation ou bien des analyses spectrales complexes.

[0013] De façon optionnelle également, le procédé comporte en outre une comparaison de la première amplitude à un seuil prédéfini.

[0014] De façon optionnelle également, le premier microphone est installé de manière à se trouver à moins de 5 cm du sifflet lorsque le sifflet est utilisé, de préférence entre 2 et 3 cm.

[0015] De façon optionnelle également, le premier microphone est attaché au sifflet de l'arbitre de manière à rester à moins de 5 cm du sifflet.

[0016] De façon optionnelle également, le deuxième microphone est attaché au corps de l'arbitre, par exemple à une ceinture de ce dernier.

[0017] De façon optionnelle également, l'analyse des premier et deuxième signaux est réalisée par un dispositif d'analyse porté par l'arbitre.

[0018] De façon optionnelle également, le procédé comporte en outre une analyse fréquentielle du deuxième signal.

[0019] Au sens de la présente invention, un microphone peut être n'importe quel transducteur acoustique-électrique.

Brève description des figures

[0020] L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

la [Fig. 1] est une vue schématique d'une installation de contrôle du temps de jeu d'une rencontre sportive, comportant un système de détection d'un coup de sifflet selon l'invention,

la [Fig. 2] est une vue fonctionnelle du système de détection de la figure 1,

la [Fig. 3] est une vue fonctionnelle d'une unité d'analyse du système de détection de la figure 2, et

la [Fig. 4] est un schéma-bloc d'un procédé de détection d'un coup de sifflet selon l'invention.

Description détaillée de l'invention

[0021] En référence à la figure 1, un exemple d'installation 100 de contrôle du temps de jeu d'un événement sportif, tel qu'une rencontre de basketball, dans laquelle l'invention est mise en œuvre, va à présent être décrite.

[0022] L'installation 100 comporte tout d'abord un système de détection 102 conçu pour détecter un coup de sifflet de l'événement sportif. Plus précisément, dans l'exemple décrit, le signal acoustique est un coup de sifflet émis par un sifflet 104 d'un arbitre 106 de l'événement sportif, signalant par exemple un arrêt ou une reprise du temps de jeu. Le système de détection 102 est en outre conçu pour émettre, de préférence sans fil, un message de détection résultant de la détection du coup de sifflet. Le sifflet 104 est par exemple accroché à une dragonne 108 pouvant être passée au cou de l'arbitre 106.

[0023] Le système de détection 102 comporte, dans l'exemple décrit, un boîtier principal 110 et des premier et deuxième microphones 112, 113. Le premier microphone 112 est, dans l'exemple décrit, externe au boîtier principal 110 et par exemple connecté à ce dernier par une liaison filaire 114. Alternativement, une liaison sans fil pourrait être utilisée entre le premier microphone 112 et le boîtier principal 110. Le deuxième microphone 113 est situé, dans l'exemple décrit, dans le boîtier principal 110. Alternativement, il pourrait être situé en dehors du boîtier principal 110, par exemple fixé à ce dernier.

[0024] Le système de détection 102 est de préférence portable afin d'être porté par l'arbitre 106. Ainsi, le microphone 112 est par exemple accroché à la dragonne 108 ou bien directement au sifflet 104, tandis que le boîtier principal 110 comporte un système d'attache (non représenté) au corps de l'arbitre 106, c'est-à-dire sur toute partie du corps de l'arbitre excepté la tête et le cou de l'arbitre 106. Le système d'attache peut s'attacher directement au corps de l'arbitre ou bien indirectement, sur un vêtement de l'arbitre 106, par exemple à la ceinture de l'arbitre 106. Le système d'attache comporte par exemple un clip de fixation à la ceinture. Ainsi, au moins lorsque le sifflet 104 est utilisé, le premier microphone 112 est situé à proximité du sifflet 104, par exemple à moins de 5 cm, de préférence entre 2 et 3 cm, alors que le deuxième microphone 113 est situé en-dessous du premier microphone 112 et, par exemple au moins 20 cm, de préférence au moins 40 cm, plus loin du sifflet 104 que le premier microphone 112. « En-dessous » signifie que le deuxième microphone 113 est situé à une hauteur par rapport au sol, plus basse que le premier

microphone 113, par exemple au moins 20 cm, de préférence au moins 40 cm plus basse.

[0025] Ainsi, par la suite, le premier microphone 112 sera appelé « microphone proche » et le deuxième microphone 113 sera appelé « microphone éloigné ».

[0026] L'installation 100 comporte en outre un récepteur 118 et un chronomètre 120, par exemple de temps de jeu, connecté l'un à l'autre, par exemple par une connexion filaire 122. Le récepteur 118 est conçu pour recevoir le message de détection et le transmettre au chronomètre 120. Ce dernier est en particulier conçu, en réponse à la réception du message de détection, pour s'arrêter ou bien se relancer.

[0027] En référence à la figure 2, le système de détection 102 va à présent être décrit plus en détail.

[0028] Les microphones 112, 113 sont conçus pour fournir respectivement des premier et second signaux S1, S2, par exemple analogiques ou numériques, représentatifs de mesures respectives de l'environnement sonore.

[0029] Le système de détection 102 comporte en outre un dispositif 204 d'analyse des signaux S1, S2 pour détecter un coup de sifflet dans l'environnement sonore.

[0030] Dans l'exemple décrit, le dispositif d'analyse 204 comporte des filtres passe-bande 205, 206 pour respectivement filtrer les signaux S1, S2. De préférence, ces filtres passe-bande 205, 206 présentent une bande passante comprise entre 3 kHz et 5 kHz. Par exemple, la bande passante va de 3,25 kHz à 4,75 kHz.

[0031] Le dispositif d'analyse 204 comporte en outre, lorsque les signaux S1, S2 sont analogiques, des convertisseurs analogique-numérique 208, 210 pour convertir les signaux filtrés en signaux numériques S'1, S'2. Alternativement, le filtrage pourrait être réalisé après la conversion analogique-numérique.

[0032] Le dispositif d'analyse 204 comporte en outre une unité 212 d'analyse des signaux numériques S'1, S'2 conçue pour détecter le coup de sifflet à partir de l'analyse des signaux numériques S'1, S'2 et, dans ce cas, fournir un message de détection.

[0033] Dans l'exemple décrit, l'unité d'analyse 212 comporte un ordinateur, c'est-à-dire un système informatique comportant une unité de traitement de données 212A (telle qu'un microprocesseur) et une mémoire principale 212B (telle qu'une mémoire RAM, de l'anglais « Random Access Memory ») accessible par l'unité de traitement 212A. Le système informatique comporte en outre par exemple une interface réseau (non représentée) et/ou un support lisible par ordinateur (non représenté), comme par exemple un support local (tel qu'un disque dur local ou bien une mémoire FLASH) ou bien un support distant (tel qu'un disque dur distant et accessible via par l'interface réseau au travers d'un réseau de communication (non représenté) ou bien encore un support amovible (tel qu'une clé USB, de l'anglais « Universal Serial Bus ») lisible au moyen d'un lecteur (non représenté) approprié du système informatique (tel qu'un port USB). Un programme d'ordinateur (212C)

contenant des instructions pour l'unité de traitement 212A est enregistré sur le support et/ou téléchargeable via l'interface réseau. Ce programme d'ordinateur 212C est par exemple destiné à être chargé dans la mémoire principale 212B, afin que l'unité de traitement exécute ses instructions. Pour faciliter la description du programme d'ordinateur (212C), les instructions seront décrites par la suite comme organisées en modules logiciels. Cependant, cette présentation ne préjuge pas de la forme du programme d'ordinateur 212C, qui peut être quelconque. En outre, le terme « ordinateur » est à prendre au sens large et couvre aussi bien par exemple un micro-contrôleur, qu'un téléphone intelligent (de l'anglais « smartphone »).

[0034] Alternativement, tout ou partie des modules pourrait être implémenté sous forme de modules matériels, c'est-à-dire sous forme d'un circuit électronique, par exemple micro-câblé, ne faisant pas intervenir de programme d'ordinateur.

[0035] Le système de détection 102 comporte en outre un dispositif d'émission sans fil 214, par exemple placé dans le boîtier 110, conçu pour émettre le message de détection D au récepteur 118.

[0036] En référence à la figure 3, les modules de l'unité d'analyse 212 vont à présent être décrits plus en détail.

[0037] L'unité d'analyse 212 comporte tout d'abord un module d'acquisition 302 conçu pour acquérir des échantillons consécutifs, par exemple un nombre prédéfini, simultanément pour le signal numérique S'1 et le signal numérique S'2, c'est-à-dire sur le même intervalle de temps pour les deux signaux numériques S'1, S'2. Ces échantillons forment une trame T1 pour le signal numérique S'1 et une trame T2 pour le signal numérique S'2. De préférence, chaque trame T1, T2 comporte au moins 100 échantillons, par exemple 512 échantillons consécutifs.

[0038] L'unité d'analyse 212 peut être conçue pour réaliser une analyse d'amplitude d'au moins un des signaux numériques S'1, S'2.

[0039] Ainsi, l'unité d'analyse 212 comporte en outre un module de détermination d'amplitude 304 conçu pour respectivement déterminer des amplitudes A1, A2 des trames T1, T2. Par exemple, chaque amplitude A1, A2 est égale à la valeur efficace (de l'anglais « Root Mean Square », ou RMS) des échantillons de la trame T1, T2 respective.

[0040] L'unité d'analyse 212 comporte en outre, dans l'exemple décrit, trois modules d'analyse d'amplitude 306, 308, 310.

[0041] Le premier module d'analyse d'amplitude 306 est conçu pour comparer l'amplitude A1 issue du microphone proche 112 avec un premier seuil prédéfini V1, et pour fournir un premier résultat d'analyse d'amplitude RA1, positif lorsque l'amplitude A1 est supérieure au seuil V1 et négatif dans le cas contraire. Un résultat positif indique la présence d'un bruit suffisamment fort pour être un coup de sifflet. Cette analyse permet ainsi d'éviter les détections intempestives qui pourraient par exemple pro-

venir du souffle de l'arbitre lorsqu'il court.

[0042] Le seuil V1 est par exemple fixé en fonction du type de microphone proche 112 utilisé, du niveau sonore minimum du type de sifflet 104 susceptible d'être utilisé et de la distance entre le microphone proche 112 et le sifflet 104 lors de l'utilisation du système de détection 102. Par exemple, le microphone proche 112 est fixé sur la dragonne 108 à une distance comprise entre 2 et 3 cm du sifflet 104, ce dont il est tenu compte pour fixer le seuil V1.

[0043] Le deuxième module d'analyse d'amplitude 308 est conçu pour comparer l'une à l'autre les amplitudes A1, A2, et pour fournir un deuxième résultat d'analyse d'amplitude RA2, positif lorsque l'amplitude A1 issue du microphone proche 112 est supérieure à l'amplitude A2 issue du microphone éloigné 113 et négatif dans le cas contraire.

[0044] Le troisième module d'analyse d'amplitude 310 est conçu pour déterminer une différence absolue DA entre les amplitudes A1, A2, par exemple donnée par $DA = |A1 - A2|$, où [...] est la fonction valeur absolue. Le troisième module d'analyse d'amplitude 310 est en outre conçu pour comparer cette différence absolue D à un deuxième seuil prédéfini V2, et pour fournir un troisième résultat d'analyse d'amplitude R3, positif lorsque la différence absolue DA est supérieure au seuil V2 et négatif dans le cas contraire.

[0045] Les modules 308, 310 pourraient être regroupés en un seul module conçu pour déterminer une différence relative DR entre les amplitudes A1, A2 (par exemple donnée par $DR = A1 - A2$) et pour comparer cette différence relative D' avec le seuil V2.

[0046] Ces comparaisons entre les deux amplitudes A1, A2 permettent de déterminer plus précisément si un son perçu dans les signaux S1, S2 est ambiant, s'il provient d'une source qui englobe les deux microphones 112, 113, comme une vuvuzela ou le klaxon d'un spectateur. En effet, lors d'un coup de sifflet de l'arbitre 106, l'amplitude A1 du signal S1 fourni par le microphone proche 112 est plus grande que celle du signal S2 fourni par le microphone éloigné 113. Si la différence est inférieure à cette valeur V2, il est considéré que le son ne peut pas provenir du sifflet 104, mais plutôt d'une source lointaine. Si l'amplitude A2 est plus grande que l'amplitude A1, la source de son doit provenir du sol et est probablement un crissement de chaussure.

[0047] Il sera apprécié que la comparaison des amplitudes A1, A2 est une solution simple pour détecter si la source du son est compatible ou non avec un coup de sifflet de l'arbitre 106 et ne nécessite pas, en particulier, de calculs complexes de différence de temps de propagation pour essayer de situer la position de la source sonore, afin de déterminer si cette position est compatible avec la position du sifflet 104 lorsqu'il est utilisé.

[0048] Le seuil V2 est par exemple fixé en fonction des localisations respectives des deux microphones 112, 113 prévues sur l'arbitre (dragonne - ceinture dans l'exemple décrit).

[0049] L'unité d'analyse 212 peut être conçue pour réaliser, en plus d'une analyse d'amplitude ou bien à la place, une analyse fréquentielle sur au moins une parmi les trames T1, T2. De préférence, cette dernière n'est réalisée qu'à partir de la trame T2 issue du microphone éloigné 113, car le signal analogique S1 fourni par le microphone proche 112 est susceptible d'être saturé, ce qui risquerait de fausser l'analyse fréquentielle en introduisant des pics fréquentiels parasites qui n'existent pas réellement.

[0050] Ainsi, dans l'exemple décrit, l'unité d'analyse 212 comporte en outre un module de conversion fréquentielle 312 conçu pour convertir la trame T2 issue du microphone éloigné 113 dans un domaine fréquentiel afin d'obtenir un spectre fréquentiel F2. Le spectre fréquentiel F2 est par exemple obtenu par transformée de Fourier de la trame T2, par exemple une transformée de Fourier rapide (de l'anglais « Fast Fourier Transform », ou FFT).

[0051] L'unité d'analyse 212 comporte en outre, toujours dans l'exemple décrit, un module 314 de recherche de pics, conçu pour rechercher des pics fréquentiels P2 dans le spectre fréquentiel F2. Chaque pic trouvé est par exemple défini par une amplitude et une fréquence à laquelle il se trouve. Des pics en dehors de la bande passante du filtre passe-bande 206 peuvent également être trouvés.

[0052] L'unité d'analyse 212 comporte en outre, dans l'exemple décrit, trois modules d'analyse fréquentielle 316, 318, 320.

[0053] Le premier module d'analyse fréquentielle 316 est conçu pour déterminer l'amplitude la plus élevée parmi les amplitudes des pics présents dans un intervalle de fréquences prédéfini, égal de préférence à la bande passante du filtre passe-bande 206. Le premier module d'analyse fréquentielle 316 est en outre conçu pour comparer cette amplitude la plus élevée à un troisième seuil prédéfini V3, et pour fournir un premier résultat d'analyse fréquentielle RF1, positif si le seuil V3 est dépassé et négatif dans le cas contraire. Ainsi, le résultat d'analyse fréquentielle RF1 est positif même s'il y a d'autres pics détectés en dehors de la plage de fréquence du sifflet 104, qui s'étend généralement de 2800Hz à 4500Hz, présentant des amplitudes proches. Ceci permet de détecter un pic très puissant, noyé dans un bruit ambiant très élevé. Il est ainsi considéré que ce pic très puissant correspond au fait que l'arbitre 106 souffle fort dans le sifflet 104 pour couvrir le bruit ambiant.

[0054] Le deuxième module d'analyse fréquentielle 318 est conçu pour comparer l'amplitude de chaque pic trouvé dans un intervalle de fréquences prédéfini, égal de préférence à la bande-passante du filtre passe bande 206, avec un quatrième seuil prédéfini V4, et pour fournir un deuxième résultat d'analyse fréquentielle RF2, positif si l'amplitude de chaque pic trouvé est supérieure au seuil V4 et négatif dans le cas contraire. De préférence, le seuil V4 est au moins deux fois inférieur au seuil V3, ou bien, dit autrement, le seuil V3 est au moins deux fois supérieur au seuil V4. Cette détection correspond à une

situation normale. En effet, l'intervalle de fréquences (en particulier la bande passante) est choisi pour être inclus dans les bandes de fréquences des sifflets habituellement utilisés.

[0055] Le troisième module d'analyse fréquentielle 320 est conçu pour rechercher, dans un intervalle de fréquences prédéfini, égal par exemple à la bande passante, parmi les pics trouvés P2, deux pics de même fréquence (ou de fréquence proche, par exemple proche à 20% près) de respectivement la trame T2 en cours et la trame T2 précédemment acquise dont la somme des amplitudes est supérieure à un cinquième seuil V5 prédéfini. Le troisième module d'analyse fréquentielle 320 est en outre conçu pour déterminer si du bruit est présent dans la trame T2 en cours, ainsi que dans la trame T2 précédemment acquise. Le troisième module d'analyse fréquentielle 320 est en outre conçu, de manière optionnelle, pour déterminer si des pics (par exemple d'amplitude supérieure à un certain seuil) sont présents en dehors de la bande passante. Le troisième module d'analyse fréquentielle 320 est alors conçu pour fournir un troisième résultat d'analyse fréquentielle RF3, positif (i) s'il existe deux pics consécutifs dont la somme des amplitudes est supérieure au seuil V5, (ii) si aucun bruit n'est détecté dans la trame T2 en cours et dans la précédente et, le cas échéant, (iii) s'il n'y a pas de pics en dehors de la bande passante, et négatif dans le cas contraire. Cette analyse a pour fonction de détecter un coup de sifflet faible dans une ambiance calme.

[0056] L'unité d'analyse comporte en outre un module de synthèse 322 conçu pour détecter ou non le coup de sifflet en fonction d'au moins une partie des résultats d'analyse RA1, RA2, RA3, RF1, RF2 et RF3. En effet, il est apparent d'après la description précédente que chaque résultat d'analyse est positif lorsque les signaux S1, S2 sont compatibles avec un coup de sifflet, et négatif dans le cas contraire. Le module de synthèse 322 vient donc combiner ces résultats d'analyse pour en déduire une détection ou non du coup de sifflet. Certains résultats d'analyse, comme les résultats d'analyse RA1, RA2, RA3, peuvent être réhibitoires c'est-à-dire que le module de synthèse 322 est conçu pour ne pas détecter de coup de sifflet dès que l'un de ces résultats d'analyse est négatif.

[0057] Plus précisément, dans l'exemple décrit, le module de synthèse 322 est conçu pour fournir un résultat global d'analyse fréquentielle RF à partir des résultats d'analyse fréquentielle RF1, RF2 et RF3, positif lorsque au moins un de ces derniers est positif et négatif dans le cas contraire (bloc « ≥ 1 » sur la figure 3).

[0058] Le module de synthèse 322 est en outre conçu pour détecter un coup de sifflet lorsque tous les résultats d'analyse d'amplitude RA1, RA2, RA3 et d'analyse fréquentielle RF sont positifs, et pour ne pas détecter de coup de sifflet dans le cas contraire (bloc « & » sur la figure 3). Dans ce cas, le module de synthèse 322 n'a pas besoin de tous les résultats RA1, RA2, RA3 et RF pour conclure à l'absence d'un coup de sifflet, il lui suffit

d'avoir un seul résultat négatif.

[0059] Pour économiser des calculs et donc de l'énergie - problématique importante pour la portabilité, l'unité d'analyse 212 est de préférence conçue pour d'abord activer successivement les modules d'analyse d'amplitude 306, 308, 310 pour obtenir les résultats RA1, RA2, RA3, avant d'activer les modules 312 à 320 relatifs à l'analyse fréquentielle si tous les résultats RA1, RA2, RA3 sont positifs. Ainsi, dès l'obtention d'un résultat négatif, il n'est pas nécessaire d'activer les autres modules et en particuliers ceux de conversion fréquentielle 312 et de recherche de pics 314 pouvant impliquer des calculs importants.

[0060] En référence à la figure 4, un exemple de procédé 400 de détection d'un coup de sifflet va à présent être décrit.

[0061] Au cours d'une étape 402, le dispositif de détection 102 est installé sur l'arbitre. En particulier, le premier microphone 112 est installé sur l'arbitre 106, par exemple comme décrit précédemment, de sorte que le premier microphone 112 se trouve à moins de 5 cm du sifflet 104 lorsque le sifflet est utilisé, de préférence entre 2 et 3 cm, et de sorte que le deuxième microphone 113 se trouve au moins 20 cm, de préférence 40 cm, plus loin du sifflet 104 que le premier microphone 112 lorsque le sifflet 104 est utilisé.

[0062] Au cours d'une étape 404, les microphones 112, 113 fournissent leurs signaux S1, S2 respectifs.

[0063] Au cours d'une étape 406, les signaux analogiques S1, S2 sont filtrés et numérisés pour fournir les signaux numériques S'1, S'2.

[0064] Au cours d'une étape 408, le module d'acquisition 302 fournit les deux trames T1, T2 en cours.

[0065] Au cours d'une étape 410, le module de détermination d'amplitude 304 fournit les amplitudes A1, A2 des trames T1, T2.

[0066] Au cours d'une étape 412, le premier module d'analyse d'amplitude 306 compare l'amplitude A1 issue du microphone proche 112 avec le seuil V1. Si l'amplitude A1 n'est pas supérieure au seuil V1, le résultat RA1 est négatif et le module de synthèse 322 détecte une absence de coup de sifflet. Le procédé 400 retourne alors à l'étape 404. Dans le cas contraire, le procédé 400 continue.

[0067] Au cours d'une étape 414, le deuxième module d'analyse d'amplitude 308 compare entre elles les amplitudes A1, A2. Si l'amplitude A1 (microphone proche 112) n'est pas supérieure à l'amplitude A2 (microphone éloigné 113), le résultat RA2 est négatif et le module de synthèse 322 détecte une absence de coup de sifflet. Le procédé 400 retourne alors à l'étape 404. Dans le cas contraire, le procédé 400 continue.

[0068] Au cours d'une étape 416, le troisième module d'analyse d'amplitude 310 compare la différence absolue DA entre les amplitudes A1, A2 avec le seuil V2. Si la différence absolue DA n'est pas supérieure au seuil V2, le résultat RA3 est négatif et le module de synthèse 322 détecte une absence de coup de sifflet. Le procédé 400

retourne à l'étape 404. Dans le cas contraire, le procédé 400 continue.

[0069] Au cours d'une étape 418, le module de conversion fréquentielle 312 fournit le spectre fréquentiel F2 de la trame T2 issue du microphone éloigné 113.

[0070] Au cours d'une étape 420, le module 314 de recherche de pics fréquentiels fournit les pics fréquentiels P2 du spectre fréquentiel F2.

[0071] Au cours d'une étape 422, le premier module d'analyse fréquentielle 316 détermine l'amplitude la plus élevée parmi les amplitudes des pics trouvés dans un intervalle de fréquences prédéfini, et la compare au seuil V3. Si le seuil V3 est dépassé (résultat RF1 positif), un coup de sifflet est détecté par le module de synthèse 322 et le procédé 400 passe à l'étape 428. Dans le cas contraire, le procédé 400 continue.

[0072] Au cours d'une étape 424, le deuxième module d'analyse fréquentielle 318 compare l'amplitude de chaque pic trouvé dans un intervalle de fréquences avec le seuil V4. Si l'amplitude de chaque pic trouvé est supérieure au seuil V4 (résultat RF2 positif), un coup de sifflet est détecté par le module de synthèse 322 et le procédé 400 passe à l'étape 428. Dans le cas contraire, le procédé 400 continue.

[0073] Au cours d'une étape 426, le troisième module d'analyse fréquentielle 320 vérifie les trois conditions décrites précédemment et, si elles sont toutes vérifiées, fournit un résultat RF3 positif. Dans ce cas, un coup de sifflet est détecté par le module de synthèse 322 et le procédé 400 passe à l'étape 428. Dans le cas contraire, aucun coup de sifflet n'est détecté par le module de synthèse 322 le procédé 400 retourne à l'étape 404.

[0074] Au cours d'une étape 428, le module d'émission 214 émet le message de détection D et le récepteur 118 le reçoit et le transmet au chronomètre 120.

[0075] Au cours d'une étape 430, le chronomètre 120 s'arrête ou bien se relance suivant son état préalable.

[0076] Le procédé retourne alors à l'étape 404 pour obtenir de nouvelles trames T1, T2. De préférence, l'analyse est suffisamment rapide pour que les nouvelles trames T1, T2 suivent directement les précédentes trames T1, T2, c'est-à-dire que les nouvelles trames T1, T2 commencent aux échantillons suivants directement les précédentes trames T1, T2.

[0077] On notera par ailleurs que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment. Il apparaîtra en effet à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

[0078] Par exemple, la dragonne 108 pourrait être attachée au poignet de l'arbitre. Dans ce cas, le microphone 112 pourrait se trouver à certains moments à proximité du microphone 113, voire en dessous, lorsque l'arbitre n'utilise pas son sifflet et tient les bras le long du corps. Cependant, si un son provenant du sol (comme un crissement de chaussure) est capté par les microphones 112, 113 dans cette situation, même si le module 308

fournit un résultat RA2 positif du fait que le microphone 112 est temporairement plus bas que le microphone 113, le résultat RA3 du module 310 devrait être négatif, du fait de la proximité des deux microphones 112, 113, conduisant à l'absence de détection de coup de sifflet. Ainsi, la solution décrite ci-dessus est robuste.

[0079] En outre, l'unité d'analyse 212 pourrait ne pas comporter de module d'analyse conçu pour comparer une caractéristique des deux signaux, mais plutôt des modules chacun dédié à l'analyse soit du signal S1, soit du signal S2, les résultats étant ensuite traités par le module de synthèse 320 pour détecter un coup de sifflet ou son absence. Par exemple, en reprenant la figure 3, les modules 308 et 310 pourraient être omis. Ainsi, l'analyse porterait bien sur le premier signal S1 (module 306) et sur le deuxième signal S2 (modules 316, 316, 320) mais sans comparaison entre les signaux S1, S2.

[0080] En outre, bien que le système de détection décrit ci-dessus est portatif afin d'en équiper l'arbitre se déplaçant sur le terrain de jeu de la rencontre sportive, il pourrait aussi être utilisé de manière fixe, par exemple pour détecter le coup de sifflet d'un arbitre présent à la table de marque, sur le côté de la rencontre sportive. Dans ce cas, le système de détection pourrait être placé au moins en partie sur la table de marque, avec les deux microphones espacés de préférence l'un de l'autre comme décrit ci-dessus.

[0081] Dans la présentation détaillée de l'invention qui est faite précédemment, les termes utilisés ne doivent pas être interprétés comme limitant l'invention aux modes de réalisation exposés dans la présente description, mais doivent être interprétés pour y inclure tous les équivalents dont la prévision est à la portée de l'homme de l'art en appliquant ses connaissances générales à la mise en œuvre de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

Revendications

1. Procédé (400) de détection d'un coup de sifflet d'un arbitre (106) d'une rencontre sportive, comportant :

- l'installation (402) de premier et deuxième microphones (112, 113) sur l'arbitre (106) de sorte que, lorsque l'arbitre (106) utilise un sifflet (104), le deuxième microphone (113) se trouve plus loin du sifflet (104) que le premier microphone (112) ; et
- l'analyse de premier et deuxième signaux (S1, S2) respectivement fournis par des premier et deuxième microphones (112, 113), pour déterminer si un son perçu est ambiant ou bien peut provenir du sifflet (104).

2. Procédé (400) selon la revendication 1, dans lequel l'analyse comporte :

- une détermination (410) de première et deuxième amplitudes (A1, A2) des premier et deuxième signaux (S1, S2), respectivement ; et
- une comparaison (414, 416) des première et deuxième amplitudes (A1, A2).

3. Procédé (400) selon la revendication 2, dans lequel les première et deuxième amplitudes (A1, A2) sont comparées (416) pour déterminer si une différence entre les première et deuxième amplitudes (A1, A2) est supérieure à un seuil prédéfini.

4. Procédé (400) selon la revendication 2 ou 3, dans lequel les premier et deuxième microphones (112, 113) sont installés sur l'arbitre (106) de sorte que, lorsque l'arbitre (106) utilise le sifflet (104), le deuxième microphone (113) se trouve en-dessous du premier microphone (112) et dans lequel les première et deuxième amplitudes (A1, A2) sont comparées (414) pour déterminer si la première amplitude (A1) est supérieure à la deuxième amplitude (A2).

5. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, comportant en outre une comparaison (412) de la première amplitude (A1) à un seuil prédéfini.

6. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le premier microphone (112) est installé de manière à se trouver à moins de 5 cm du sifflet (104) lorsque le sifflet est utilisé, de préférence entre 2 et 3 cm.

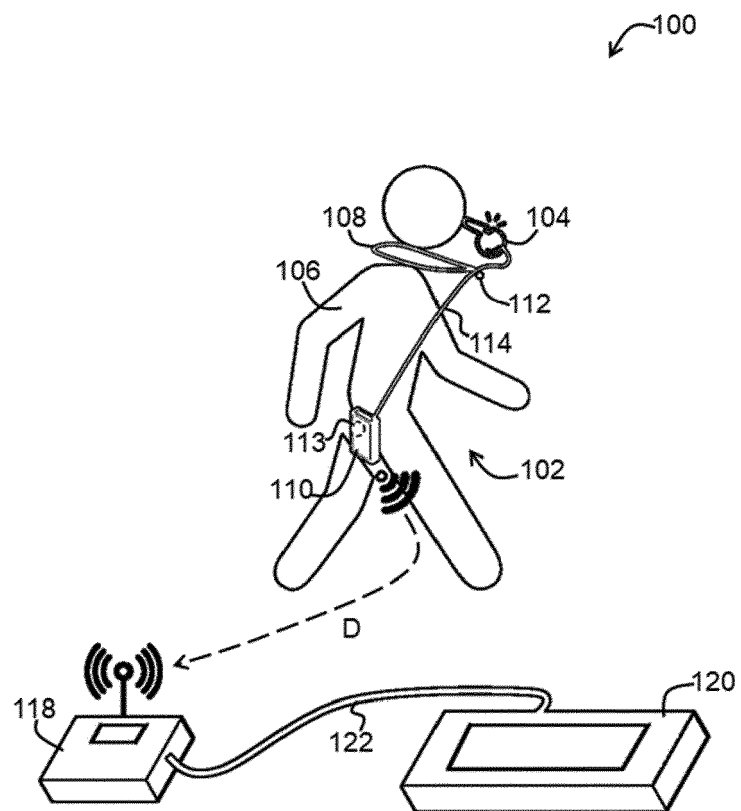
7. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le premier microphone (112) est attaché au sifflet (104) de l'arbitre (106) de manière à rester à moins de 5 cm du sifflet (104).

8. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le deuxième microphone (113) est attaché au corps de l'arbitre (106), par exemple à une ceinture de ce dernier ou bien dans un boîtier (110) de traitement de signal.

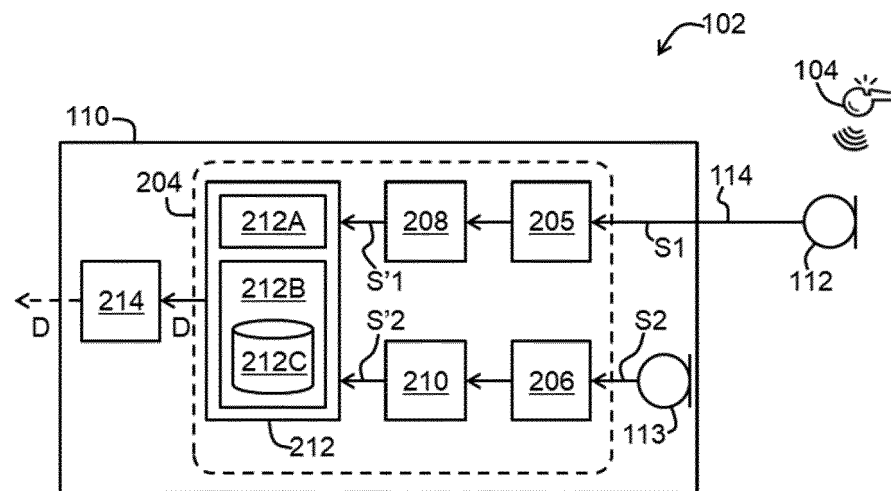
9. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'analyse des premier et deuxième signaux (S1, S2) est réalisée par un dispositif d'analyse (204) porté par l'arbitre (106).

10. Procédé (400) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comportant en outre une analyse fréquentielle (420, 422, 424, 426) du deuxième signal (S2).

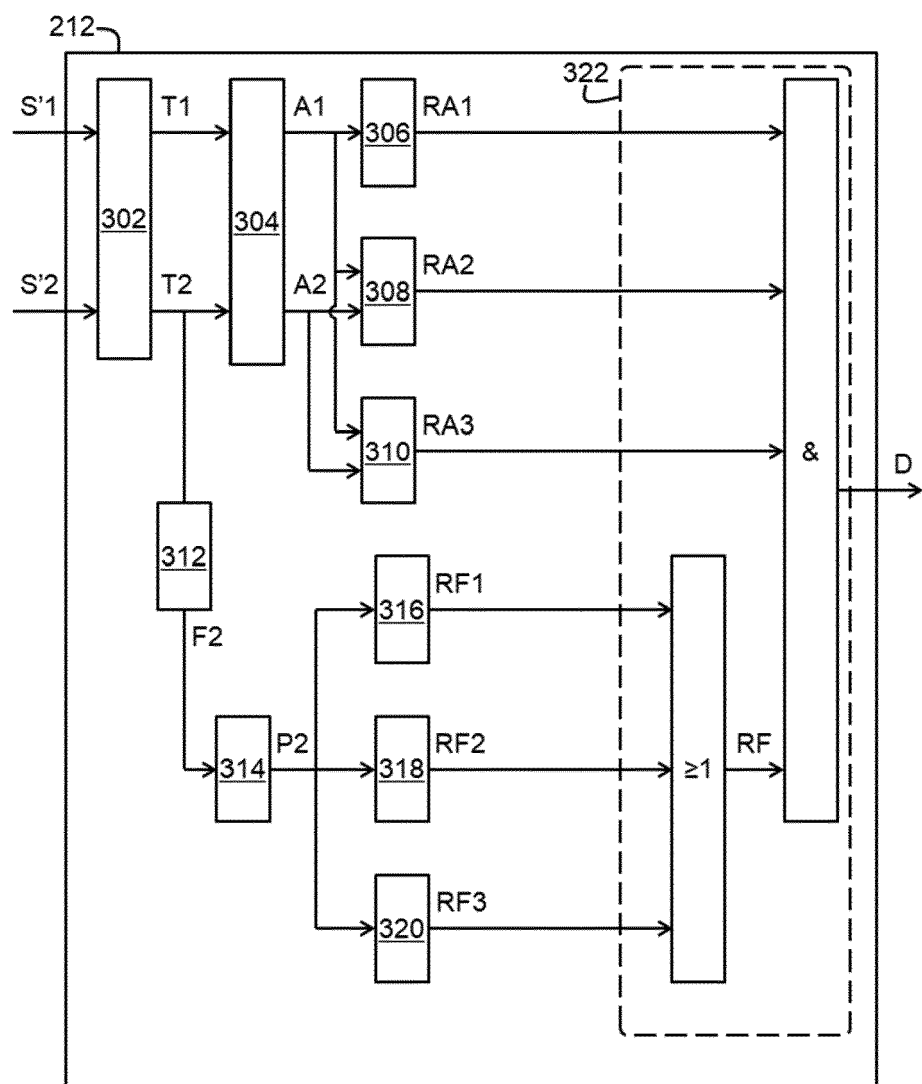
[Fig. 1]



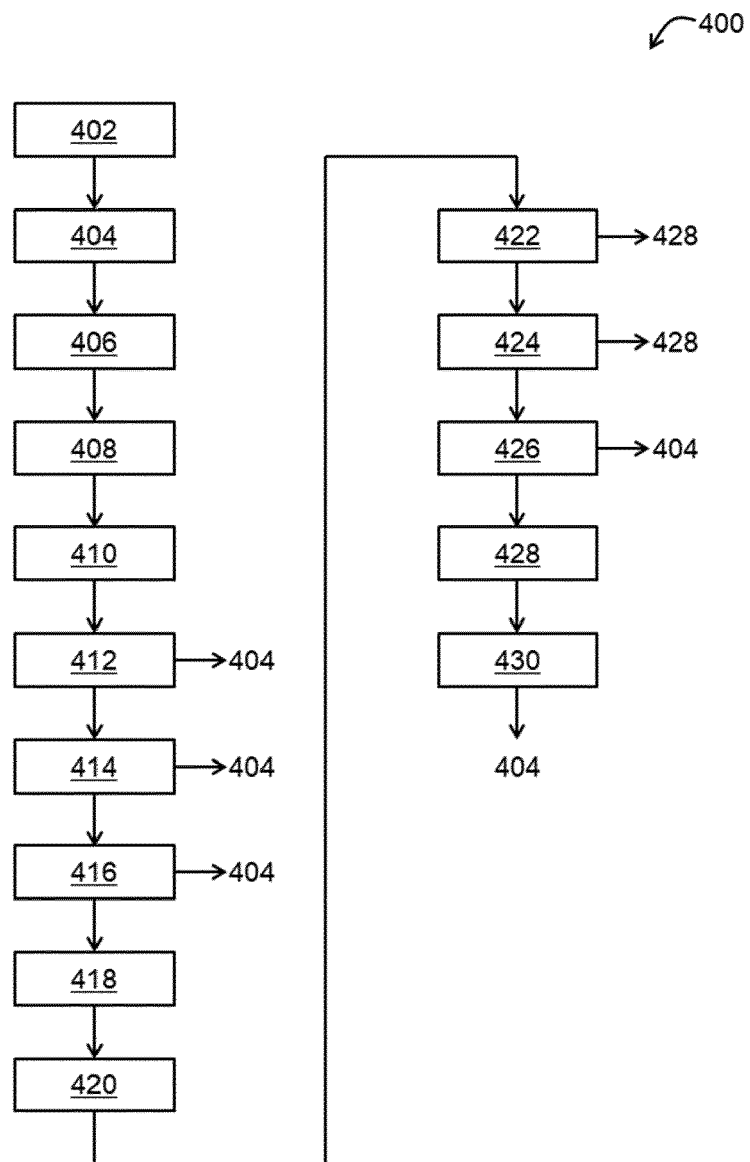
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 16 9283

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	DE 27 16 717 A1 (PRECITEC GMBH) 26 octobre 1978 (1978-10-26) * pages 12-18; revendications; figures * -----	1-10	INV. A63B71/06 G07C1/22 G10K5/00
A	EP 3 139 219 A1 (COSTABILE MICHAEL J [US]) 8 mars 2017 (2017-03-08) * colonnes 4-7; revendications; figures * -----	1-10	
A	US 5 293 354 A (COSTABILE MICHAEL J [US]) 8 mars 1994 (1994-03-08) * colonnes 3-7; revendications; figures * -----	1-10	
A	US 2012/002509 A1 (SAGUIN PASCAL [FR] ET AL) 5 janvier 2012 (2012-01-05) * pages 6-9; revendications; figures * -----	1-10	
A	EP 1 043 846 A2 (PHONIC EAR INC [US]) 11 octobre 2000 (2000-10-11) * colonnes 3-6; revendications; figures * -----	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			A63B G07C G10K
Lieu de la recherche			Examineur
Munich			Herry, Manuel
Date d'achèvement de la recherche			
7 septembre 2022			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul			T : théorie ou principe à la base de l'invention
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie			E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
A : arrière-plan technologique			D : cité dans la demande
O : divulgation non-écrite			L : cité pour d'autres raisons
P : document intercalaire			
			& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 16 9283

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

07-09-2022

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 2716717 A1	26-10-1978	DE 2716717 A1	26-10-1978
		ES 468816 A1	16-11-1978
		JP S5491280 A	19-07-1979
EP 3139219 A1	08-03-2017	CN 107430791 A	01-12-2017
		EP 3139219 A1	08-03-2017
		US 2018204391 A1	19-07-2018
		WO 2017039693 A1	09-03-2017
US 5293354 A	08-03-1994	AT 177849 T	15-04-1999
		CA 2161802 A1	23-02-1995
		DE 69417239 T2	21-10-1999
		DK 0712508 T3	11-10-1999
		EP 0712508 A1	22-05-1996
		ES 2131701 T3	01-08-1999
		GR 3030413 T3	30-09-1999
		JP 3691513 B2	07-09-2005
		JP H09501785 A	18-02-1997
		US 5293354 A	08-03-1994
		WO 9505625 A1	23-02-1995
US 2012002509 A1	05-01-2012	BR 112012033385 A2	22-11-2016
		CA 2801855 A1	05-01-2012
		CN 102971771 A	13-03-2013
		EP 2589027 A1	08-05-2013
		FR 2962240 A1	06-01-2012
		US 2012002509 A1	05-01-2012
		US 2013235702 A1	12-09-2013
		WO 2012001275 A1	05-01-2012
EP 1043846 A2	11-10-2000	EP 1043846 A2	11-10-2000
		US 6799018 B1	28-09-2004

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 201201275 A1 [0002]