

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 04.08.10.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 10.02.12 Bulletin 12/06.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : HERVE MICHAEL STEPHEN — FR et  
CHARRUEL ADRIEN VICTOR ANDRE — FR.

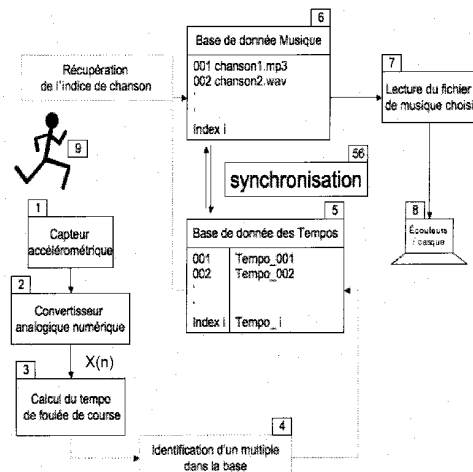
72 Inventeur(s) : HERVE MICHAEL STEPHEN et  
CHARRUEL ADRIEN VICTOR ANDRE.

73 Titulaire(s) : HERVE MICHAEL STEPHEN, CHAR-  
RUEL ADRIEN VICTOR ANDRE.

74 Mandataire(s) : HERVE MICHAEL.

54 DISPOSITIF D'ECOUTE DE MUSIQUE NUMERIQUE AVEC UN PROCEDURE DE SELECTION DE MORCEAUX  
AUTOMATIQUE BASE SUR LE TEMPS DE FOULEE D'UN COUREUR A PIED.

57 Le dispositif comporte un accéléromètre (1) pour capter un signal de mouvement d'un coureur à pied (9) et un système de restitution de son: casque ou écouteurs (8) pour reproduire un signal de musique provenant d'une base de données de fichiers musicaux (6). Le calcul du tempo de la foulée de course à pied (3) du coureur est réalisé à l'aide d'un procédé de traitement du signal numérique de l'accéléromètre (1) Le dispositif va ensuite rechercher dans la base de données des tempos de musique (5), un morceau de musique dont le tempo est égal ou multiple du tempo de la foulée de course à pied du coureur.



L'invention ci-dessous concerne de façon générale l'écoute de la musique par des lecteurs portatifs de musique à support numérique, type lecteur MP3 ou analogue, lors de la pratique sportive. En particulier l'invention peut être  
5 avantageusement utilisée lors de l'écoute de musique lors de la course à pied. La pratique peut être effectuée en extérieur comme en intérieur sur des tapis roulants.

L'invention concerne donc deux domaines, le domaine  
10 sportif, et le domaine de l'écoute de morceaux musicaux numériques à l'aide d'un lecteur adéquat. Lors de la pratique sportive, en particulier de la course à pied, il existe de nombreux systèmes électroniques permettant au coureur de connaître en temps réel sa vitesse, la distance qu'il a  
15 parcourue. Il existe également des systèmes permettant de connaître les battements du rythme cardiaque afin de ne pas courir de risque d'effort dangereux. Ces systèmes peuvent être réalisés à partir d'un capteur externe et l'affichage est transmis sur la montre du coureur via une transmission sans-fil. Lors de  
20 la pratique de la course à pied, le coureur va poser le pied sur le sol à intervalles régulier, c'est ce que l'on appelle communément la foulée. La foulée dépend de nombreux paramètres du coureur, sa physiologie : sa taille, son poids, la longueur des jambes, de sa vitesse de course, de  
25 l'environnement de course : en descente, en côte, sur du plat). La foulée dépend donc du coureur mais également des conditions extérieures. Cependant, il n'est pas restrictif de considérer que dans un temps relativement faible, la foulée va être périodique. C'est-à-dire que le temps entre deux  
30 impulsions successives du pied du coureur sur le sol de course va être constant à un écart près. Ce temps peut être mesuré par différents moyens. L'impact du pied sur le sol se caractérise par un choc au niveau du pied, selon le principe physique de l'action et de la réaction. Le pied arrive sur le sol avec une  
35 vitesse non nul, le percute, la vitesse du pied lors du contact ponctuel est nul, puis, après rebond, le pied reprend de la vitesse et ainsi de suite. La variation de la vitesse est l'accélération. L'un des moyens qui peut être utilisé est de

5 placer un accéléromètre sur l'une des chaussures du coureur par exemple. Un accéléromètre est un composant électronique qui permet de mesurer des accélérations très fines. Il existe des accéléromètres mesurant les variations dans une direction de l'espace donné, dans deux directions, ou dans trois directions. L'accélération est maximale au niveau du pied de la chaussure, mais elle est ressentie dans tout le corps, ainsi l'accéléromètre peut être placé à n'importe quel endroit du corps, la variation de vitesse sera mesurable. De la même manière qu'il existe une variation de vitesse au niveau de l'impact (du pied), dû au choc, 10 il existe également une variation de vitesse des jambes, où la vitesse devient nulle lorsque l'extension du pied est maximale. Le même mécanisme existe pour les bras. Lors de la pratique de la course à pied, les bras et les jambes du coureur sont en général synchronisés. La périodicité des valeurs d'accélération mesurées, quel que soit le point de fixation du capteur sur l'accéléromètre, et quelle que soit la direction choisie, est généralement identique. 15

20 L'écoute de musique lors de la pratique sportive est fréquente chez les coureurs. Depuis l'apparition de la musique sur des supports numériques, les lecteurs musicaux qui en permettent l'écoute ont une taille peu encombrante, ne gênant donc pas le coureur dans son effort. Bien que fréquente, il a été 25 prouvé que cette utilisation peut être dangereuse. La musique peut en effet empêcher la personne de faire attention aux indicateurs de danger. L'effet euphorisant qu'apporte la musique annihile tout ou partie des signaux qui sont envoyés par le cerveau au corps pour réguler l'effort. La musique agit 30 comme un élément perturbateur sur le fonctionnement du corps du coureur et les conséquences peuvent être plus ou moins graves en fonction de l'état du coureur. L'écoute de lecteurs musicaux est d'ailleurs proscrite lors de certaines compétitions de course à pied officielles, autant pour les vertus stimulantes et donc jugées dopantes que pour les dangers que cela 35 présente. L'athlète Jennifer Goebel, vainqueur féminin du marathon Milwaukee's Lakefront (Etats-Unis) en octobre 2009,

a été destituée de son titre pour avoir écouté de la musique durant la course.

En musique, un morceau est caractérisé par son tempo. Il correspond au mouvement dans lequel il doit être joué (rapidité, 5 rythme, caractère). Une unité de mesure pour exprimer le tempo est le battement par minute (BPM). Cette unité peut également être utilisée pour mesurer le rythme cardiaque, elle correspond au nombre de battements du cœur par minute. Dans la musique classique traditionnelle le tempo est souvent 10 indiqué par un terme italien (*Lento, ... Allegro, ...*), qui ne représente pas explicitement de valeurs. Dans les morceaux de musique contemporaine, le BPM est parfois indiqué, et il correspond au nombre de « temps fort » en une minute. Il existe différentes méthodes pour détecter en temps réel le 15 BPM. Ces méthodes qui peuvent être complexes sont communément employées dans les consoles de mixages des disk-jockey (personne choisissant les morceaux joués) afin de réaliser un enchaînement de deux morceaux de musique. Le calcul par traitement différé, c'est-à-dire non en temps réel est 20 en général plus aisé puisque l'on connaît l'intégralité du morceau de musique.

Le principe de base de l'invention consiste à choisir automatiquement les morceaux de musique dont le tempo (en 25 BPM), préalablement calculé, soit fonction du nombre d'appuis au sol du coureur par minute. Avantageusement, le tempo des morceaux de musique choisis de manière à ce que pourra être un multiple ou un sous-multiple entier du nombre d'appuis au sol du coureur. Dans ce cas le coureur est assuré que la 30 musique qu'il est en train d'écouter est en phase avec son rythme de course, que la musique agit donc comme un divertissement et non comme un effet de stimuli. Plusieurs modes d'écoute sont disponibles. Ainsi par défaut le lecteur musical est sur synchrone. Dans ce mode, les morceaux de 35 musique choisis dans la base des morceaux ont un tempo multiple ou sous multiple du tempo de course. Un mode dit de détente correspond à des morceaux de musique dont le tempo est inférieur au rythme de course, un mode de

perfectionnement où le tempo des morceaux de musique choisis est supérieur au rythme de course.

5 Le schéma annexé Figure 1 illustre l'invention. En référence à ce schéma, le dispositif comporte :

- 10 (1) L'élément correspond à un capteur accélérométrique capable de mesurer l'accélération suivant au moins un axe. Le capteur utilisé pour l'invention doit avoir une résolution d'au moins 1g.
- 15 (2) La numérisation du signal provenant de l'accéléromètre permet de réaliser un traitement numérique des données. L'impact du pied sur le sol lors de la pratique de la course à pied, crée une variation importante de l'accélération au niveau de l'accéléromètre (1). Le convertisseur analogique numérique permet de rendre numérique les valeurs analogiques du capteur accélérométrique.
- 20 (3) Le calcul du temps entre deux pics consécutifs sur l'accéléromètre permet de connaître le tempo de la foulée du coureur. La manière dont est calculé le tempo est le suivant. Le signal d'accéléromètre est échantillonné à la fréquence d'échantillonnage  $F_s$  pendant un intervalle de temps suffisamment grand. Nous obtenons un vecteur des échantillons du signal d'accéléromètre  $[X(n) X(n-1) \dots X(n-L+1)]$ ,  
25 où  $L$  représente le nombre d'échantillons dans le vecteur, et où  $X(n)$  représente la valeur numérique de l'accéléromètre pour l'échantillon  $n$ . Nous supposons que nous puissions trouver le tempo entre deux valeurs seuil,  $\text{Tempo\_min}$ , qui représente le tempo minimal de course et  
30  $\text{Tempo\_max}$ , qui correspond au tempo maximal de course. Nous notons  $P$  la précision avec laquelle nous voulons trouver le tempo, le nombre total de  
35

Tempos possibles est :  
 Nombre\_total = (Tempo\_max-Tempo\_min)/P.  
 Nous avons vu précédemment que l'unité du tempo est le BPM. Pour un tempo de course à pied donné, le temps entre deux impacts sur le sol est de  $60/\text{Tempo\_course}$  secondes, soit  $60/\text{Tempo\_course} * F_s$  échantillons. La valeur d'échantillonnage de l'accéléromètre lors de l'impact est très élevée, alors que pour les moments où il n'y a pas d'impact la valeur est faible. Supposons que l'impact est lieu pour l'échantillon  $n$ , le nouvel impact aura lieu à l'échantillon  $n + 60/\text{Tempo\_course} * F_s$ , et le produit  $X(n) * X(n + 60/\text{Tempo\_course} * F_s)$  aura une valeur grande. Pour pouvoir trouver cette valeur Tempo\_course qui nous est inconnue, nous allons faire le produit du vecteur des échantillons d'accéléromètre, avec le vecteur des échantillons d'accéléromètre décalé de  $60/\text{Tempo\_possible} * F_s$ .  
 Ainsi Nous calculons les Nombre\_total possibles valeurs :

$$\sum_{k=n}^{n-L+1} X(k) * X(k + 60 / \text{Tempo\_i} * F_s) \quad (1)$$

pour chaque tempo\_i susceptible d'être le vrai tempo de course. Une fois l'opération réalisée sur les Nombre\_total valeurs possibles, le tempo retenu est celui pour lequel le résultat de l'opération (1) est le plus élevé. Nous pouvons par exemple prendre une fréquence d'échantillonnage  $F_s=1000$  Hz, et un intervalle de 3 secondes, soit une valeur de  $L=3000$  échantillons,  $\text{Tempo\_min}=40$ ,  $\text{Tempo\_max}=120$  ;

(4) Une fois le tempo de la foulée connue (2) le bloc de l'invention (4) va reconnaître dans la

base de données des tempos des chansons (5), une chanson ayant un tempo égal à celui du tempo du coureur (2).

5 (5) Système de bases de données dans lequel la référence principale est le tempo et créant un lien vers la base de données de musique principale.

(6) Système de base de données contenant les fichiers de musique.

10 (56) La base de données de musique (6) peut être modifiée par l'utilisateur, la base de données (5) contenant les valeurs de BPM doit être synchronisée avec la base de données de musique principale (6). La synchronisation peut être facile à  
15 réaliser, si le fichier numérique contient déjà l'information de BPM. Si ce n'est pas le cas, l'utilisateur peut récupérer l'information au moyen de logiciels dédiés.

20 (7) Lorsqu'une chanson est identifiée comme éligible elle est sélectionnée, puis jouée.

(8) L'écoute du morceau de musique choisi est diffusée sur les oreilles du coureur au moyen d'écouteurs intra-auriculaires ou d'un casque.

25

30 L'invention pourra être facilement intégrée dans les lecteurs de musique. Elle pourra également être avantageusement dans les salles de sport équipées de tapis de course à pied et diffusant de la musique. L'invention peut également être utilisé de manière  
35 logicielle, de type application téléchargeable, pour les lecteurs de musique possédant un accéléromètre et permettant le téléchargement d'applications.

---

## Revendications

- 5
1. Dispositif d'écoute de musique numérique, caractérisé en ce qu'il comprend le calcul du tempo de foulée de course à pied (3) d'un coureur à pied (9), la création d'une base de données des chansons (3), l'accès à la valeur de tempo des chansons de la base de musique (5), le choix automatique des chansons ayant une valeur de tempo égale ou multiple de la
- 10
- valeur du tempo de course à pied (4), et d'un casque audio ou d'écouteurs (8) pour reproduire le morceau de musique choisi (7).
- 15
2. Dispositif selon la revendication n°1, caractérisé en ce que le calcul du tempo de foulée de la course à pied (3) soit réalisé à l'aide de l'un procédé de traitement numérique du signal après conversion du signal de l'accéléromètre (1) à l'aide d'un convertisseur analogique numérique (2).
- 20
3. Dispositif selon la revendication n°2, caractérisé en ce que le procédé de traitement du signal numérique des signaux de l'accéléromètre (1) comporte les étapes suivantes :
- 25
- Evaluation de la somme produit des échantillons d'accéléromètre et de ces mêmes échantillons décalés d'un nombre correspondant au tempo de course possible,  
Analyse des différentes valeurs du calcul précédent et conservation de la valeur la plus grande.  
Dédution de la valeur de tempo de course.
- 
- 30



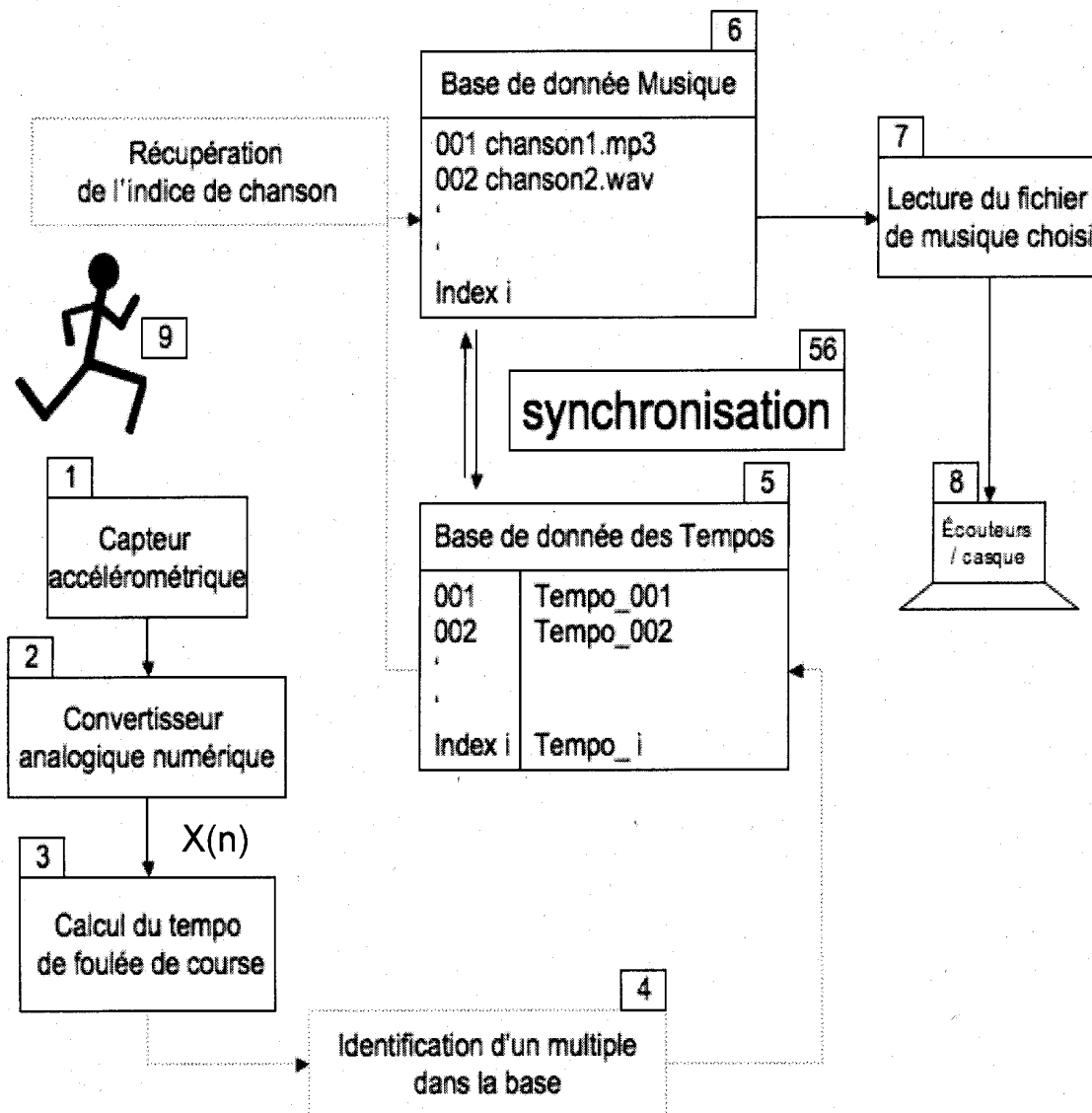


Figure 1



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 739424  
FR 1003267

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2007/204744 A1 (SAKO YOICHIRO [JP] ET AL) 6 septembre 2007 (2007-09-06) * alinéas [0009], [0041], [0042], [0044], [0045], [0047] - [0049], [0051], [0052], [0055], [0056], [0064], [0067], [0077]; figures 1,3,4 *	1-3	G06F3/16 G11C7/16 A63B24/00
X	US 2007/044641 A1 (MCKINNEY MARTIN F [NL] ET AL MCKINNEY MARTIN FRANCISCUS [NL] ET AL) 1 mars 2007 (2007-03-01) * alinéas [0037], [0043], [0047]; figure 1 *	1-3	
X	US 2007/261538 A1 (TAKAI MOTOYUKI [JP] ET AL) 15 novembre 2007 (2007-11-15) * alinéas [0061], [0062]; figures 1,3 *	1-3	
X	JP 2008 242063 A (YAMAHA CORP) 9 octobre 2008 (2008-10-09) * alinéas [0021], [0027] *	1,2	
A		3	
X	EP 1 973 115 A1 (SONY CORP [JP]) 24 septembre 2008 (2008-09-24) * alinéas [0018] - [0020] *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G11B A63B G10H
X	US 2007/169614 A1 (SASAKI MICHIIHIKO [JP] ET AL) 26 juillet 2007 (2007-07-26) * alinéa [0066] *	1	
A	US 2008/254946 A1 (PAUWS STEFFEN CLARENCE [NL] ET AL) 16 octobre 2008 (2008-10-16) * alinéa [0072] *	1	
A	US 2007/074619 A1 (VERGO LINDA [US]) 5 avril 2007 (2007-04-05) * figure 5 *	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 mars 2011		Visser, Rogier	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		.....	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1003267 FA 739424**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 03-03-2011

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007204744	A1	06-09-2007	CN 101028562 A	05-09-2007
			EP 1821309 A1	22-08-2007
			JP 2007215784 A	30-08-2007
			KR 20070082874 A	22-08-2007
-----				
US 2007044641	A1	01-03-2007	CN 1748242 A	15-03-2006
			EP 1595243 A2	16-11-2005
			WO 2004072767 A2	26-08-2004
			JP 2006517679 T	27-07-2006
			KR 20050107425 A	11-11-2005
-----				
US 2007261538	A1	15-11-2007	CN 101053693 A	17-10-2007
			EP 1845517 A2	17-10-2007
			JP 2007280581 A	25-10-2007
			KR 20070101783 A	17-10-2007
-----				
JP 2008242063	A	09-10-2008	AUCUN	
-----				
EP 1973115	A1	24-09-2008	CN 101371311 A	18-02-2009
			JP 4415946 B2	17-02-2010
			JP 2007188574 A	26-07-2007
			WO 2007081051 A1	19-07-2007
			KR 20080083141 A	16-09-2008
			RU 2380771 C1	27-01-2010
			US 2009235811 A1	24-09-2009
-----				
US 2007169614	A1	26-07-2007	AT 434250 T	15-07-2009
			EP 1811496 A2	25-07-2007
			KR 20070077110 A	25-07-2007
-----				
US 2008254946	A1	16-10-2008	CN 101119773 A	06-02-2008
			EP 1850921 A2	07-11-2007
			WO 2006085236 A2	17-08-2006
			JP 2008535532 T	04-09-2008
			KR 20070106565 A	01-11-2007
-----				
US 2007074619	A1	05-04-2007	WO 2007044370 A2	19-04-2007
-----				