

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : 2 900 504  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : 06 03729

51) Int Cl<sup>8</sup> : H 01 Q 3/34 (2006.01), H 01 Q 1/34, 21/12, H 04 B 11/00, G 01 S 7/521

12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 26.04.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 02.11.07 Bulletin 07/44.

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) : THALES Société anonyme — FR.

72) Inventeur(s) : DOISY YVES et RAILLON LOUIS.

73) Titulaire(s) :

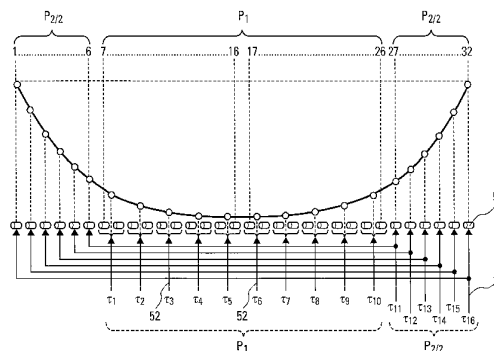
74) Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE.

54) PROCÉDE POUR OPTIMISER L'ALIMENTATION D'UNE ANTENNE LINEAIRE D'EMISSION REMORQUEE POUR EMETTRE EN MODE OMNIDIRECTIONNEL.

57) L'invention concerne les moyens d'émission sonar et en particulier les moyens d'émission permettant de réaliser une émission acoustique omnidirectionnelle.

L'invention porte sur un procédé pour réaliser une émission omnidirectionnelle au moyen d'une antenne linéaire tractée de longueur  $L$  supérieure à la longueur d'onde  $\lambda$  du signal émis, constituée d'une pluralité de  $P$  projecteurs l'espacement entre projecteurs étant sensiblement inférieur à  $\lambda/2$ . Le procédé selon l'invention consiste principalement à appliquer sur chaque projecteur un signal d'émission issu d'un signal d'émission commun, ce signal commun étant affecté d'un retard dont l'expression suit une loi comportant un terme non linéaire fonction de la position du projecteur dans l'antenne. l'application de cette loi permettant de moduler l'ouverture angulaire du diagramme d'émission.

L'invention permet en particulier de réaliser des systèmes de détection sonars, comportant des antennes d'émission et de réception ayant des diamètres sensiblement identiques qui peuvent être enroulées sur un même treuil sans qu'il soit nécessaire de les séparer.



FR 2 900 504 - A1



## **Procédé pour optimiser l'alimentation d'une antenne linéaire d'émission remorquée pour émettre en mode omnidirectionnel.**

### **DOMAINE DE L'INVENTION**

La présente invention est relative au domaine des systèmes d'émission pour sonar actif remorqué très basse fréquence. Ces sonars sont  
5 utilisés par des bâtiments de surface pour la détection sous-marine, et ont pour fonction d'assurer la protection du bâtiment contre des menaces sous-marines. L'invention se rapporte à un procédé permettant d'assurer une émission omnidirectionnelle à partir d'une antenne linéaire comportant une pluralité de projecteurs élémentaires en optimisant l'alimentation des  
10 projecteurs et les signaux à émettre.

### **CONTEXTE DE L'INVENTION - ART ANTERIEUR**

Afin d'assurer la protection du bâtiment porteur, le sonar d'un  
15 bâtiment de surface doit pouvoir détecter les menaces, des engins sous-marins principalement, à grande distance et dans toutes les directions de l'espace. Cette détection doit en outre pouvoir être réalisée dans des conditions environnementales variées.

Les exigences de portées de détection conduisent à utiliser des systèmes  
20 sonars fonctionnant à des fréquences basses, correspondant à de grandes longueurs d'onde, de l'ordre du mètre.

Pour obtenir une directivité suffisante, les dimensions des antennes de réception sont couramment de plusieurs dizaines de mètres. Par ailleurs, la nature des profils de célérité du son dans l'eau nécessite, dans certaines  
25 conditions, de pouvoir immerger les antennes d'émission et de réception à une profondeur optimisée pour la détection. C'est en particulier le cas lors des périodes estivales pendant lesquelles les gradients de célérité du son dans les zones proches de la surface sont fortement négatifs.

La combinaison de ces exigences relatives à la fréquence de travail, aux  
30 dimensions nécessaires de l'antenne de réception et à la capacité de choisir la profondeur d'immersion du système, conduit, sur les systèmes existants ou en cours de développement, à utiliser pour la réception des antennes linéaires remorquées enroulables, dont le déploiement et la récupération sont

## 2

relativement aisés. La fonction d'émission est, quant à elle réalisée, à partir d'une autre antenne, spécifique, intégrée dans un corps remorqué. Cette antenne d'émission peut être non directive, et permettre de réaliser une émission omni directionnelle, ou faiblement directive et permettre par exemple de réaliser une émission suivant deux à quatre secteurs de façon à couvrir l'horizon.

Dans tous les cas, l'utilisation de cette antenne spécifique de l'émission est génératrice de contraintes diverses. Un premier type de contraintes touche la mise en œuvre du système et en particulier les opérations de déploiement et récupération du corps remorqué contenant l'antenne d'émission, opérations qui nécessitent un système de mise à l'eau et récupération spécifique. Un autre type de contrainte est constitué par la traînée associée au corps remorqué contenant l'antenne d'émission, traînée dont l'intensité dimensionne le câble de remorquage et par conséquent le poids du système.

Une solution pour éliminer ces contraintes consiste à réaliser une antenne d'émission également linéaire, enroulable, et à configurer cette antenne pour la rendre apte à insonifier tout l'espace de manière uniforme.

Le document de brevet français publié sous le numéro 2 822 960 décrit un "Système de détection sous-marine basse fréquence remorqué" comportant une antenne linéaire d'émission et une antenne linéaire de réception, les deux antennes étant sensiblement de même diamètre. Le document décrit en particulier un procédé pour insonifier tout l'espace au moyen d'une formation de voie à l'émission selon un mode directif tournant, appelé mode "RDT", dans lequel chaque projecteur est alimenté par le signal à émettre affecté d'un retard fonction de la direction moyenne de pointage de la voie. Selon ce document le signal à émettre étant en outre affecté d'un retard permettant d'élargir la voie d'émission, retard défini par une loi de retard ou de phase adaptée, une loi de type quadratique par exemple. Un signal similaire est émis successivement dans plusieurs directions par commutation des retards de façon à couvrir tout l'espace. Les secteurs d'émission étant larges, il suffit d'un nombre de secteurs bien inférieur au nombre de projecteurs.

Un tel système qui procède à une émission directive, sectorielle ou en mode "RDT" présente principalement deux types d'inconvénients.

## 3

Le premier inconvénient est lié au mode d'émission sectoriel qui nécessite que, comme pour toute antenne, chaque projecteur doive être alimenté indépendamment par une paire de conducteurs d'alimentation délivrant le signal retardé à émettre, ce qui conduit à un nombre élevé de paires dans le  
5 câble de remorquage, en particulier si l'on souhaite utiliser un nombre important de projecteurs.

Le second est que même en utilisant un mode d'émission de type "RDT" la couverture omnidirectionnelle est obtenue par rotation du secteur insonifié.

La durée d'émission dans chaque secteur est réduite pour un temps total  
10 d'émission donné. Le niveau est plus fort que dans le cas d'une émission omnidirectionnelle, mais il y a dégradation de la résolution doppler dans le cas de codes d'émission exploitant le doppler car la finesse Doppler dépend de la durée.

15                   **PRESENTATION DE L'INVENTION**

Un but de l'invention est de proposer une solution permettant d'utiliser une antenne linéaire pour réaliser une émission réellement omnidirectionnelle.

20 A cet effet l'invention a pour objet un procédé pour réaliser une émission omnidirectionnelle au moyen d'une antenne linéaire tractée de longueur L, constituée d'une pluralité de P projecteurs espacés de manière appropriée ainsi qu'il est décrit plus loin sur la longueur de l'antenne, consistant à  
25 à transmettre qu'on affecte d'un retard dont la valeur suit une loi de variation fonction de la position du projecteur dans l'antenne.

Selon un mode préféré de mise en œuvre du procédé selon l'invention, sur une antenne dont les projecteurs sont sensiblement équidistants les uns des autres, et suffisamment rapprochés, c'est-à-dire espacé les uns des autres  
30 d'une distance sensiblement inférieure à  $\lambda/2$ , la loi de retard appliquée au signal en fonction de la position x du projecteur par rapport au centre de l'antenne est une loi quadratique de la forme:

$$\tau(x) = \alpha x^2 .$$

35

Selon un mode de mise en œuvre particulier de mise en œuvre du procédé selon l'invention, sur une antenne dont les projecteurs sont sensiblement équidistants les uns des autres, et suffisamment rapprochés, la loi de variation du retard appliquée au signal en fonction de la position  $x$  du projecteur par rapport au centre de l'antenne est de la forme:

$$\tau(x) = \pm \frac{1}{c} [|x| + L \ln(L - |x|)].$$

Selon l'invention, le retard  $\tau'(x)$  appliqué au signal est égal au retard  $\tau(x)$  modulo une période  $T_0$  correspondant à la fréquence centrale du signal émis, les valeurs  $\tau'(x)$  étant quantifiées sur  $Q$  niveaux, de  $\tau_1$  à  $\tau_Q$ .

10

Selon l'invention, les projecteurs dont les valeurs quantifiées  $\tau_i$  du retard diffèrent de  $T_0/2$  sont avantageusement alimentés par la même paire de fils d'alimentation, par simple inversion de polarité des fils d'alimentation, le nombre de paires de fils d'alimentation nécessaire étant ainsi

15

avantageusement égal à  $Q/2$ .

Selon une autre variante du procédé selon l'invention, une partie des projecteurs centraux fait l'objet d'un regroupement par paires des projecteurs adjacents et les projecteurs extrêmes font l'objet d'un regroupement par

20

paires de projecteurs symétriques par rapport au centre de l'antenne. Les projecteurs constituant une paire sont alors alimentés par un même signal  $\tau_i$ . Ces regroupements permettent avantageusement de réaliser soit une émission sectorielle en utilisant seulement les projecteur centraux, soit une émission omnidirectionnelle en utilisant la totalité des projecteurs.

25

L'invention a également pour objet une antenne linéaire adaptée à une mise en œuvre optimisée du procédé selon l'invention, pour laquelle l'espacement des projecteurs suit une loi non linéaire, caractéristique qui permet avantageusement de minimiser le nombre de retards  $\tau_i$  à réaliser tout en

30

optimisant le nombre de transducteurs alimentés par un signal affecté d'un même retard  $\tau_i$ .

L'invention a encore pour objet un procédé pour réaliser une émission omnidirectionnelle dans le plan horizontal au moyen d'une antenne linéaire

35

tractée de longueur  $L$ , constituée d'une pluralité de  $P$  projecteurs, lorsque

cette antenne est tractée inclinée entre l'horizontale et la verticale. Selon ce procédé, on applique sur chaque projecteur un signal d'émission issu d'un signal d'émission commun auquel on applique un retard dont la valeur suit une loi non linéaire fonction de la position du projecteur dans l'antenne.

- 5 Selon l'invention, cette loi est définie pour obtenir une émission sectorisée avec un secteur d'ouverture tel que l'insonification dans le plan horizontal reste omnidirectionnelle.

L'avantage essentiel apporté par le procédé selon l'invention est qu'il permet d'obtenir l'émission omnidirectionnelle d'un même signal pendant  
10 toute la durée de l'émission et non par insonifications successives de différents secteurs, ceci étant obtenu au moyen d'une antenne linéaire comportant une succession de projecteurs répartis sur la longueur de l'antenne, et alimentée par un nombre de paires d'alimentation réduit, ce nombre ne dépendant en outre pas du nombre de projecteurs composant  
15 l'antenne.

#### DESCRIPTION DES FIGURES

Les caractéristiques et avantages des différents aspects de  
20 l'invention apparaîtront clairement dans la description qui suit, description associée aux figures annexées qui représentent:

#### DESCRIPTION DETAILLEE

25 On s'intéresse d'abord aux figures 1 et 2.

Comme il a été dit précédemment, Il est connu de l'art antérieur qu'une antenne linéaire de longueur  $L$  constituée de plusieurs projecteurs, peut être utilisée pour insonifier un secteur de l'espace. Cette émission est réalisée en  
30 appliquant à chaque projecteur un signal issu d'un signal d'émission commun auquel on applique un retard variable  $\tau(x)$  dont la loi de variation est une loi linéaire en fonction du gisement de pointage  $\theta$  souhaité par rapport à l'axe de l'antenne. Par suite le retard appliqué à un projecteur situé à une distance  $x$  du point central de l'antenne a pour expression générale:

35

$$\tau(x) = \frac{x}{c} \cos(\theta) \quad [1]$$

où  $c$  représente la vitesse du son dans l'eau.

Le procédé selon l'invention consiste dans un premier temps à appliquer au signal utilisé pour alimenter les projecteurs, une loi de retard  $\tau(x)$  non linéaire, fonction de la position  $x$  du projecteur considéré par rapport au centre de l'antenne, loi dont l'expression varie en fonction de la structure de l'antenne linéaire considérée.

Ainsi dans le cas d'une antenne comportant des projecteurs équirépartis sur sa longueur, le faisceau d'émission peut être élargi, de façon à obtenir un diagramme de directivité tel que celui présenté par la courbe 11, en trait plein, de la figure 1, en superposant à la loi de retard linéaire donnée par la relation [1], une loi non linéaire  $\tau(x)$ , par exemple quadratique, en fonction de la position  $x$  du projecteur par rapport au centre de l'antenne. Cette loi a pour expression générale:

$$\tau(x) = \alpha x^2 \quad [2]$$

dans laquelle  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ .

Le coefficient  $\alpha$  est ici lié à l'ouverture angulaire du diagramme d'émission que l'on souhaite obtenir. De manière générale, on choisit un coefficient  $\alpha$  de la forme:

$$\alpha = \beta \cdot 2\pi / (\lambda \cdot L) \quad [3]$$

25

où  $\lambda$  est la longueur d'onde et où  $\beta$  représente un coefficient, dont la valeur est comprise dans l'intervalle ]0, 1.5], déterminant l'ouverture angulaire du diagramme d'émission souhaité.

30 La courbe 11 de la figure 1 correspond au diagramme d'émission obtenu avec une antenne linéaire comportant 32 projecteurs équidistants et à l'application au signal d'émission d'une loi de retard quadratique  $\tau(x)$  conforme à la relation [2].

## 7

La courbe 21 de la figure 2 représente la loi de variation en fonction du projecteur considéré du retard  $\tau(x)$  à appliquer au signal commun de référence, correspondant au milieu de l'antenne, pour obtenir le diagramme 11 de la figure 1. La loi est ici représentée dans le cas d'une antenne linéaire  
5 comportant 32 projecteurs équidistants les uns des autres.

De façon similaire, dans le cas d'une antenne comportant des projecteurs répartis suivant un pas variable le long de l'antenne, le faisceau d'émission peut être élargi en superposant à la loi de retard linéaire donnée  
10 par la relation [1], une loi non linéaire  $\tau(x)$  dont l'expression, en fonction de la position  $x$  du projecteur par rapport au centre de l'antenne, est donnée par la relation suivante:

$$\tau(x) = \pm \frac{1}{c} [|x| + L \ln(L - |x|)] \quad [4]$$

15 dans laquelle  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ .

Dans les deux cas cités précédemment, on obtient en appliquant la loi de retard appropriée, un faisceau omni directionnel, à condition toutefois de prendre des précautions particulières quant à la répartition de projecteurs le  
20 long de l'antenne.

En effet, il est connu de l'art antérieur que dans le cas d'une antenne comportant des projecteurs équiésacés avec un pas  $d(x)$  constant, le diagramme de directivité représenté en fonction de la variable  $u = \cos\theta$ ,  $\theta$  étant l'angle entre la direction considérée et la direction du faisceau émis  
25 ( $u = \cos\theta$ , variant de  $-1$  à  $+1$ ) est un diagramme périodique de période égale à  $\lambda/d$ .

De sorte que, pour éviter un repliement qui conduirait à des oscillations prohibitives du diagramme de directivité, le pas  $d$  doit vérifier de manière connue, dans le cas d'une émission omni directionnelle, la relation suivante:

30

$$\frac{\lambda}{d} \geq 2 + U_t \Leftrightarrow d \leq \frac{\lambda}{2 + U_t} \quad [5]$$

où  $U_t$  représente la bande de transition du diagramme de directivité représenté dans l'espace des  $u$ .

Cette condition conduit habituellement dans le cas général, pour une antenne à projecteurs équidistants, à disposer les projecteurs le long de l'antenne avec un pas  $d$  légèrement inférieur à  $\lambda/2$ . Cependant, dans le cas ou l'on utilise une loi de retard telle que celle décrite par la relation [2], la bande de transition  $U_t$  se comporte dimensionnellement comme  $\sqrt{\lambda/L}$  ce qui conduit à adopter pour la répartition des projecteurs, un espacement proche de  $\lambda/4$  à  $\lambda/3$  selon le nombre de projecteurs de l'antenne.

10

Dans le cas particulier des antennes à capteurs non équidistants pour lesquelles on applique au signal une loi de retard telle que celle décrite par la relation [4], la condition [5] s'applique aux projecteurs extrêmes de l'antenne, qui sont les plus rapprochés. La bande de transition  $U_t$  se comporte dimensionnellement comme  $\sqrt{\lambda/L}$  également, ce qui conduit pour le pas  $d(x=L/2)$  à un espacement proche de  $\lambda/4$  à  $\lambda/3$  selon le nombre de projecteurs de l'antenne.

15

Cette condition imposée à la valeur de l'espacement entre projecteurs est une condition impérative qui influe sur la structure de l'antenne utilisée et donc sur l'efficacité du procédé selon l'invention. En effet, si cette condition d'espacement des projecteurs n'est pas respectée, le signal émis n'est plus le même dans toutes les directions et donc n'est plus vraiment omnidirectionnel du fait des repliements du diagramme de directivité qui en résultent.

20  
25

On s'intéresse ensuite aux figures 3 et 4.

Les signaux d'émission utilisés en sonar actifs étant des signaux ayant une bande passante  $B$  centrés autour d'une fréquence centrale  $F_0$ , le procédé selon l'invention consiste dans un deuxième temps à approximer la loi de retard appliquée par son expression modulo  $T_0=1/F_0$ . Par suite le retard appliqué à un projecteur, dans le cas d'une antenne à projecteurs équirépartis par exemple, aura pour expression:

30

$$\tau'(x) = \alpha x^2 \quad [\text{modulo } T_0] \quad [6]$$

Cette loi de retard modulo  $T_0$  s'écrit plus simplement en terme de loi de  
5 phase appliquée au signal, sous la forme :

$$\varphi(x) = 2\pi F_0 \tau(x) \quad [7]$$

Dans le cas d'une loi de retard  $\tau(x)$  choisie pour former des voies, cette  
10 approximation, dite approximation bande étroite, est acceptable pour autant  
que la condition suivante, relativement contraignante, qui lie la largeur de  
bande  $B$  du signal et la longueur d'antenne  $L$ , soit vérifiée:

$$B \ll c/L \quad [8]$$

15

Où  $c$  représente la vitesse du son dans le milieu de propagation.

Toutefois, dans le cas de lois de retard du type de la relation [2] ou de la  
relation [4], utilisées pour obtenir une émission omnidirectionnelle, une  
condition beaucoup moins contraignante que la condition [8] s'applique, de  
20 sorte que l'utilisation par le procédé selon l'invention des approximations [6]  
et [7] est généralement possible.

La substitution d'une loi de retard approchée à la loi de retard initiale  
dans le procédé selon l'invention présente un grand avantage. Elle permet en  
25 effet, de limiter la possibilité de variation du retard à appliquer au signal  
d'émission à un intervalle  $[0 ; T_0]$  (variation de la phase du signal entre 0 et  $2\pi$ ).  
Cette caractéristique avantageuse est illustrée par la courbe de retard 31 de la  
figure 3 et la courbe de déphasage 41, en trait plein, de la figure 4, courbes  
relatives à l'antenne dont le diagramme de directivité est illustré par la courbe  
30 11 de la figure 1.

Le procédé selon l'invention consiste dans un troisième temps à opérer une  
quantification des valeurs de retard obtenues pour les différents projecteurs  
constituant l'antenne. Selon un mode de mise en œuvre préférentiel du  
35 procédé selon l'invention, l'intervalle de retard  $[0 ; T_0]$  est divisé en  $Q$  niveaux

équidistants. Par suite, chaque projecteur est alimenté par le signal d'émission affecté d'un retard dont la valeur  $\tau_i(x)$  est à la valeur quantifiée est la plus proche de la valeur approximée  $\tau'(x)$ . Ainsi suivant le procédé selon l'invention on réalise donc à une quantification des retards sur Q états.

5

Selon l'invention le nombre de niveaux de quantification est réalisée de façon à ce que la fluctuation selon le gisement du niveau émis réponde aux exigences fixées. Ainsi, par exemple, pour une quantification réalisée sur 16 pas, la fluctuation théorique attendue du niveau de signal émis en fonction du gisement est de  $\pm 1.5$  dB.

10

L'opération de quantification, judicieusement réalisée, présente un grand avantage. En effet, elle permet d'alimenter l'ensemble des projecteurs, quel que soit le nombre de projecteurs qui constitue l'antenne, avec un nombre limité de Q signaux, chaque signal étant déduit du signal d'émission par application d'un retard  $\tau_i$  déterminé parmi les Q retards possibles. Cette limitation par quantification des valeurs de retard possibles permet avantageusement de limiter le nombre de paires de conducteurs nécessaires pour alimenter l'ensemble des projecteurs en signal, à un nombre maximum de Q paires. On limite de la sorte avantageusement la complexité des moyens chargés de réaliser ces retards, ainsi que la quantité de conducteurs à employer et donc le poids du câble d'alimentation de l'antenne.

15

20

La courbe 42, en trait pointillé, de la figure 4 présente à titre d'exemple, la loi de variation de phase obtenue en réalisant la quantification sur 12 états de la loi de phase représentée par la courbe 41. La quasi superposition des courbes 41 et 42 permet de se rendre bien compte, au travers de l'exemple, du caractère avantageux de l'étape de quantification mise en œuvre par le procédé selon l'invention, étape qui n'est elle même possible qu'après application de l'approximation bande étroite à la loi non linéaire  $\tau(x)$ .

25

30

Le diagramme de directivité du signal obtenu par le procédé selon l'invention et émis par l'antenne est représenté par la courbe 12, en trait pointillé, de la figure 1. La ressemblance étroite de cette courbe avec la courbe théorique obtenue par application d'une loi de retard non linéaire définie par la relation

[2] rend également compte du caractère avantageux du procédé selon l'invention.

Ainsi, la mise en œuvre du procédé selon l'invention permet donc de manière  
5 directe de réaliser une émission omnidirectionnelle au moyen d'une antenne  
linéaire comportant un pluralité de projecteurs, en alimentant ces projecteurs  
avec seulement  $Q$  signaux d'alimentation. Chacun de ces signaux étant  
réalisé à partir d'un signal commun en appliquant une valeur de retard (ou de  
10 déphasage) parmi les  $Q$  valeurs retenues. Cependant, il est avantageux de  
considérer le point suivant. Si on tient compte du fait que pour modifier d'une  
demi période  $T_0$  la durée du retard appliqué au signal d'alimentation commun  
pour alimenter un projecteur donné, il suffit d'inverser la polarité du signal  
alimentant ce projecteur. Cette inversion de polarité peut être facilement  
15 obtenue en permutant les fils d'alimentation sur les bornes du projecteur. De  
la sorte, l'ensemble des  $Q$  signaux peut être obtenu en générant  $Q/2$  signaux  
d'alimentation, issus du même signal retardé entre  $[0 ; T_0/2]$  (ou déphasé entre  
 $0$  et  $\pi$ ), au moyen de  $N=Q/2$  paires d'alimentation dans le câble.

Dans une telle configuration, chaque paire peut alimenter un nombre différent  
de transducteurs d'émission, l'adaptation étant réalisée de manière spécifique  
20 pour les  $Q/2$  circuits émetteurs correspondants.

Le nombre  $Q$  de signaux d'alimentation utilisés n'est avantageusement pas fixé  
a priori et ne dépend pas de manière directe du nombre total de projecteurs  
contenus dans l'antenne. Cependant, l'analyse de l'effet sur le diagramme de  
25 directivité des approximations liées au pas de quantification, indique qu'une  
quantification sur un nombre de retards de l'ordre de  $Q=10$  à  $20$  valeurs est  
acceptable. Une telle quantification conduit à introduire de  $5$  à  $10$  paires de  
câbles d'alimentation dans le câble de remorquage pour alimenter l'ensemble  
des projecteurs.

30 L'invention présentée permet donc avantageusement, en quantifiant de  
manière judicieuse les retards, de limiter de manière rationnelle le nombre  $N$  de  
paires d'alimentation dans le câble de remorquage, et d'alimenter autant de  
projecteurs que nécessaire pour le niveau d'émission omnidirectionnel voulu.

Il est à noter qu'en mode directif la pondération est linéaire et la quantification de la phase est limitée comme indiqué précédemment (approximation bande étroite) par la condition:

$$L \ll c/B$$

- 5 En mode omnidirectionnel en revanche, avec les lois de retard définies par les relations [2] et [4] faisant l'objet de la présente invention, la limitation de longueur d'antenne linéaire permettant un mode omnidirectionnel est moins sévère. Elle est définie par la condition suivante :

$$10 \quad L \ll (4f/B) \cdot c/B \quad [9]$$

Où  $f$  représente la fréquence émise et  $B$  la bande passante du signal émis.

- 15 Le terme  $4f/B$  est forcément supérieur à 1 car  $f \gg B$ , par suite la limitation en longueur d'antenne est donc moins contraignante dans le cas d'une émission omnidirectionnelle que dans le cas d'une émission directive. Ainsi, par exemple, si l'on émet un signal de fréquence centrale égale à 1.5 KHz et de 300 Hz de largeur de bande, il est possible d'utiliser une antenne d'une longueur pouvant atteindre 100 m. Pour un signal de même fréquence centrale 20 mais de 1kHz de bande passante il est encore possible d'utiliser une antenne limitée à 9 mètres.

On s'intéresse ensuite à la figure 5.

- 25 Comme on peut le constater sur les figures précédentes et en particulier sur la figure 2, dans le cas de la loi de retard  $\tau(x)$  quadratique définie par la relation [2], c'est au niveau des projecteurs situés sur les extrémités de l'antenne que la variation du retard est la plus rapide. Par suite, la condition [5] qui traduit la double contrainte d'échantillonner correctement les variations les plus 30 rapides du retard tout en gardant un pas constant entre les projecteurs, doit être respectée pour les projecteurs les plus éloignés du centre de l'antenne. En revanche, en ce qui concerne les projecteurs les plus centraux un espacement double apparaît acceptable. Cette constatation conduit à envisager de regrouper un certain nombre de projecteurs de la zone centrale 35 par paires constituées de deux projecteurs adjacents. Ce regroupement

permet avantageusement d'alimenter l'antenne avec un nombre de paires de câbles d'alimentation réduit plus faible que le nombre de projecteurs. En outre, on constate également que du fait de la symétrie de la loi de retard par rapport au centre de l'antenne, il est possible d'alimenter les projecteurs symétriques par la même paire. C'est cette caractéristique avantageuse qu'exploite le mode préféré de mise en œuvre du procédé selon l'invention, dont un exemple concret est illustré par la figure 5.

Dans cet exemple d'application du mode préférentiel de mise en œuvre, on considère une antenne comportant  $P=32$  projecteurs  $51$  disposés le long de l'antenne avec un pas  $d$  d'environ  $0,20\text{m}$ . La fréquence centrale de travail est ici égale à  $F_0=1500\text{Hz}$ . Sur la figure les projecteurs  $51$  sont numérotés de  $1$  à  $32$ , le centre de l'antenne étant situé entre les projecteurs  $16$  et  $17$ .

Les  $20$  projecteurs centraux, numérotés  $7$  à  $26$ , sont regroupés par paire de projecteurs adjacents  $((7,8), (9,10)\dots(25,26))$ . Chaque paire de projecteur est alimentée par une paire de conducteurs  $52$ .

Les  $12$  projecteurs latéraux restants, numérotés  $1$  à  $6$  et  $27$  à  $32$ , sont regroupés de façon symétrique par rapport au centre  $((1,32), (2,31),\dots(6,27))$ . Chaque paire de projecteur est également alimentée par une paire de conducteurs  $53$ .

Un avantage de ce type de mise en œuvre est que, bien que l'antenne comporte  $32$  projecteurs, son alimentation en signal nécessite seulement  $16$  paires de conducteurs. En outre, dans un tel mode, chaque paire de conducteurs se trouve chargée par un nombre identique de projecteurs (égal à  $2$ ).

Une variante du mode préféré de mise en œuvre du procédé selon l'invention, non illustrée, consiste à regrouper par paires les paires de projecteurs qui regroupent deux à deux les projecteurs de la zone centrale de l'antenne. On regroupe ainsi deux à deux les paires de projecteurs symétriques par rapport au point central de l'antenne. Ainsi, dans l'exemple précédent les  $10$  paires de projecteurs centraux adjacents sont regroupées par paires symétriques  $((7, 8), (25, 26)); [(9, 10), (23, 24)]; \dots$ etc). Chaque quartet de projecteurs ainsi constitué est alors alimenté par une paire de conducteurs électriques, de sorte que, dans cette variante avantageuse il

suffit avantageusement de 5 paires de conducteurs électriques pour alimenter les 20 projecteurs centraux et de 11 paires de conducteurs pour alimenter l'ensemble de l'antenne.

Par suite, en appliquant au signal d'émission une loi de retard quadratique  
 5 quantifiée sur seulement 11 états, on réalise une émission omnidirectionnelle au moyen d'une antenne linéaire.

Une caractéristique avantageuse de cette variante préférée de mise en œuvre du procédé selon l'invention est qu'elle permet de mettre en œuvre  
 10 des modes d'émission aussi bien omnidirectionnels que directifs.

Cette fonctionnalité double est par exemple obtenue de manière simple en différenciant la nature du retard appliqué au signal d'émission selon qu'il alimente les projecteurs périphériques ou les projecteurs centraux.

15 Ainsi, si l'on utilise une antenne linéaire comportant  $P$  projecteurs équiésespacés, 48 projecteurs par exemple, dont le positionnement satisfait la condition [5] il est avantageusement possible de réaliser à la fois une émission sectorielle directive et une émission omnidirectionnelle. Pour ce faire, on sélectionne par exemple un nombre pair  $P_1$  de projecteurs, par  
 20 exemple 20 projecteurs, positionnés dans la partie centrale de l'antenne, et on regroupe ces projecteurs en  $N_1=P_1/2$  paires de projecteurs adjacents que l'on alimente avec  $N_1$  paires de conducteurs indépendantes. Les  $P_2=P-P_1$  projecteurs restants, 28 projecteurs dans l'exemple considéré, sont regroupés par deux symétriquement par rapport au centre de l'antenne,  
 25 constituant  $N_2=P_2/2$  paires alimentées par  $N=Q/2$  paires supplémentaires correspondant à une quantification des retards sur  $Q$  états,  $q$  étant par exemple égal à 12.

Par suite, pour réaliser une émission en mode directif, sectoriel, les  $P_1$  projecteurs centraux sont alimentés avec  $N_1$  signaux indépendant selon une  
 30 loi de retard  $\tau(x)$  définie par la relation [1], permettant de constituer un diagramme d'émission dans une direction donnée, tandis que les  $P_2$  projecteurs extérieurs ne sont pas utilisés. De même, pour réaliser une émission en mode omnidirectionnel, l'ensemble des  $P$  projecteurs est alimenté. Les  $P_1$  projecteurs centraux sont alimentés avec  $N_1$  signaux selon  
 35 une loi de retard quadratique du type de celle définie par la relation [2], tandis

que les  $P_2$  projecteurs extérieurs sont alimentés avec N signaux matérialisant une loi de retard quadratique quantifiée sur Q états de retard  $\tau_i$ .

De la sorte le retard appliqué en particulier aux projecteurs centraux peut être défini par la relation générale suivante:

$$5 \quad \tau(x) = \frac{x}{c} \cdot \cos \theta + \alpha x^2 \quad [10]$$

Ainsi, lorsque  $\alpha$  est égal à 0, on obtient une émission sectorielle dirigée dans la direction  $\theta$ , tandis que lorsque  $\alpha$  est égal à  $2\pi/(\lambda \cdot L)$  on obtient une émission omnidirectionnelle.

10 On s'intéresse ensuite à la figure 6.

Cette variante de mise en œuvre du procédé selon l'invention, illustrée par la figure 6, est destinée plus particulièrement à un système sonar comportant une antenne linéaire d'émission associée à des moyens de commutation  
 15 particuliers 61 permettant de distribuer sur chaque projecteur un signal d'émission qui dépend du type d'émission souhaité. Dans cette variante, tous les projecteurs sont avantageusement utilisés quel que soit le mode d'émission choisi, sectoriel ou omnidirectionnel, ce qui permet d'obtenir un niveau d'émission maximal. Dans l'antenne linéaire considérée, chaque projecteur 61  
 20 est alimenté par une paire de conducteurs particulière 62, le signal d'alimentation appliqué sur cette paire étant sélectionné par les moyens de commutation 61 parmi N signaux d'alimentation 63 issus d'un même signal d'émission auquel on applique des retards déterminés en fonction de la loi de retard correspondant au mode d'émission souhaité.

25 Ainsi, on peut en particulier obtenir :

- un mode omnidirectionnel à niveau maximum, avec uniquement l'application d'une loi de retard quadratique du type de celle définie par la relation [2],
- un mode sectoriel à niveau maximum, avec application d'une loi de  
 30 retard  $\tau(x)$  pouvant être défini par la relation [10], l'ouverture du secteur d'émission étant réalisée par la composante quadratique de la relation [10] et la direction  $\theta$  d'émission par la composante linéaire fonction de  $\theta$ ,
- un mode essentiellement directif à niveau maximum, avec application d'une loi de retard  $\tau(x)$  pouvant être défini par la relation [1] qui décrit une  
 35 variation linéaire du retard appliqué pour un angle de pointage  $\theta$  donné.

Ainsi, selon le mode considéré, on applique N signaux d'alimentation 64 présentant une loi de retard conforme au mode d'émission souhaité, la distribution des N signaux sur les projecteurs étant réalisée par les moyens de  
5 commutation 61 en fonction du signal de commande 64.

On s'intéresse à présent aux figures 7 à 9.

La figure 7 présente de manière schématique une vue d'ensemble des  
10 antennes équipant un exemple de système sonar capable de mettre en œuvre le procédé selon l'invention. Dans ce système, l'antenne linéique d'émission 71, tractée de manière sensiblement horizontale, est suivie d'un élément léger 72 et d'une antenne linéaire de réception 73. outre le fait qu'il assure la liaisons mécanique entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception, l'élément 72 a  
15 pour fonction d'éloigner l'antenne de réception 73 du porteur. L'antenne linéaire de réception 73 peut selon les cas être une antenne linéaire simple ou bien une antenne directive comportant des triplets d'hydrophones. L'ensemble est complété par un filin de queue 74 permettant le déploiement automatique sans intervention d'un opérateur suivant un procédé déjà qualifié en mer pour les  
20 antennes linéaires de réception classiques.

Selon un mode de réalisation possible de l'ensemble, l'antenne d'émission peut être réalisée au moyen de projecteurs flexenseurs cylindriques 81 tels que ceux présentés sur l'illustration de la figure 8, l'antenne de réception étant quant à elle une antenne linéaire à triplets. L'ensemble présente un  
25 diamètre sensiblement constant, pouvant être inférieur à 100 mm et peut avantageusement être enroulé sur un treuil. Les tronçons d'émission de diamètres supérieurs, 120 ou 150 mm par exemple, peuvent être traités au moyen de systèmes d'enroulement à mémoire.

30 Dans une variante de réalisation d'un tel système, illustrée par la figure 9, il est possible d'intégrer une antenne linéaire d'émission 91 formée d'au moins deux antennes 92, 93 superposées verticalement et mise en œuvre suivant le procédé selon l'invention. Cette configuration permet avantageusement, dans le contexte d'une émission omnidirectionnelle par exemple, de  
35 minimiser l'énergie émise dans un plan vertical, vers le haut et vers le bas.

L'espacement entre les antennes d'émission 92 et 93 est alors typiquement de la moitié de la longueur d'onde moyenne. Cette configuration permet ainsi avantageusement de concentrer l'énergie dans un plan horizontal quelle que soit la direction d'émission.

5

On s'intéresse enfin à la figure 10

L'application du procédé d'émission selon l'invention illustrée par la figure 10, consiste à réaliser une émission omnidirectionnelle dans un plan horizontal au moyen d'une antenne linéaire tractée dans une position inclinée, voire sensiblement verticale. Dans cette application, on met en œuvre le procédé selon l'invention pour réaliser une émission sectorielle avec une largeur de diagramme d'émission variable par application d'une loi de retard non linéaire au signal émis. Le système d'émission ainsi conçu est un système enroulable de faible diamètre pouvant être mis en œuvre par un véhicule porteur 101 de faible taille, éventuellement autonome et inhabité, de type « USV » par exemple. Il comporte une antenne d'émission linéaire 102 telle que celle décrite précédemment dont la structure interne est éventuellement alourdie, ainsi qu'un élément de queue 103 enroulable, lourd, permettant de maintenir l'antenne d'émission tractée le plus possible en position verticale, même lorsque le porteur 101 est en mouvement.

De la sorte on considère que l'antenne fait avec l'horizontale un angle  $\theta_{\text{inclin}}$ , qui varie en fonction de la vitesse du porteur 101. D'autre part, on considère également qu'en fonction des conditions de propagation dans le milieu, une bonne insonification de la colonne d'eau à grande distance nécessite que cette insonification soit réalisée avec un angle  $\pm\theta_{\text{propa}}$  par rapport à l'horizontale 104. Par suite, si l'on tient compte des deux paramètres précédents et pour obtenir une insonification omnidirectionnelle dans un plan horizontal, la largeur du secteur insonifié  $\pm\theta_{\text{secteur}}$  autour de la perpendiculaire à l'antenne doit être en permanence ajustée de façon à vérifier la relation suivante:

$$\theta_{\text{secteur}} > \theta_{\text{inclin}} + \theta_{\text{propa}}$$

[11]

Un lobe d'émission remplissant la condition précédente, avec un gain sensiblement constant dans les directions délimitées par l'angle  $\theta_{\text{secteur}}$ , peut avantageusement être obtenu par le procédé selon l'invention, en appliquant une loi de retard non linéaire de type quadratique, loi qui permet en particulier d'obtenir un niveau d'émission quasi constant dans le secteur insonifié. La variation 105 du gain d'émission en fonction de l'angle  $\theta$  considéré  $\theta_{\text{secteur}}$  par rapport au niveau omnidirectionnel est représentée de manière symbolique sur la Figure 9. Un tel lobe d'émission élargi obtenu par le procédé selon l'invention est avantageusement bien mieux adapté aux contraintes de fonctionnement d'un tel système qu'un lobe d'émission avec une ouverture à  $-3\text{dB}$  étroite obtenu au moyen d'une antenne linéaire dont tous les projecteurs émettent simultanément de manière classique.

Un tel système d'émission monté sur un porteur mobile et capable d'émettre même lorsque le porteur est en mouvement permet avantageusement d'insonifier rapidement une large zone, et sous des angles fort différents. Il facilite en outre la localisation et classification d'objets sur zone, par exemple en exploitant un mode de réception multistatique.

Avantageusement, il est également possible avec ce type d'application du procédé selon l'invention de procéder à une insonification locale d'une tranche d'eau située à une profondeur plus faible, au-dessus de l'antenne. Pour ce faire, il suffit d'immobiliser et de stabiliser le porteur 101 pour positionner l'antenne 102 à la verticale et avoir ainsi  $\theta_{\text{inclin}} = 0^\circ$ . On peut ainsi insonifier une tranche d'eau supérieure avec un niveau d'insonification supérieur de par exemple  $8\text{dB}$  par rapport au niveau obtenu avec une insonification omnidirectionnelle.

Ainsi, comme on peut le constater au travers des différents modes de mise en œuvre décrits ici à titre d'exemples non limitatifs le procédé selon l'invention permet non seulement de réaliser une émission réellement omnidirectionnelle au moyen d'une antenne linéaire, mais également de réaliser des émissions sectorielles pour lesquelles la largeur du diagramme d'émission est avantageusement adaptée à l'application envisagée. Il permet également de concevoir des antennes linéaires pouvant alterner sans modifications de structure des modes d'émissions sectoriels et

omnidirectionnels. Dans certains modes de mise en œuvre, il permet en outre de réduire de manière très significative le nombre de paires de conducteurs nécessaires pour alimenter en signal d'émission les projecteurs composant l'antenne linéaire utilisée.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé pour réaliser une émission omnidirectionnelle au moyen d'une antenne linéaire tractée de longueur L supérieure à la longueur d'onde  $\lambda$  du signal émis, constituée d'une pluralité de P projecteurs (51), caractérisé en ce que, l'espacement entre projecteurs (51) étant sensiblement inférieur à  $\lambda/2$ , on applique sur chaque projecteur un signal d'émission issu d'un signal d'émission commun, ce signal commun étant affecté d'un retard  $\tau(x)$  dont l'expression suit une loi non linéaire fonction de la position x du projecteur dans l'antenne, l'application de cette loi permettant de moduler l'ouverture angulaire du diagramme d'émission.

10

2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel, les projecteurs (51) constituant l'antenne étant sensiblement équidistants les uns des autres, et espacé d'une distance sensiblement inférieure à  $\lambda/2$ , la loi de retard appliquée au signal en fonction de la position x du projecteur par rapport au centre de l'antenne est une loi quadratique de la forme:

15

$$\tau(x) = \alpha x^2 .$$

3. Procédé selon la revendication 1, selon lequel, les projecteurs (51) étant distants les uns des autres d'une distance diminuant du centre vers les extrémités, distance sensiblement inférieure à  $\lambda/2$ , la loi de retard appliquée au signal en fonction de la position x du projecteur par rapport au centre de l'antenne est de la forme:

20

$$\tau(x) = \pm \frac{1}{c} [ |x| + L \ln(L - |x|) ] .$$

25

4. Procédé selon les revendications 1 à 3, selon lequel le retard  $\tau'(x)$  appliqués au signal est égal au retard  $\tau(x)$  modulo une période  $T_0$  correspondant à la fréquence centrale du signal émis, les valeurs  $\tau'(x)$  étant quantifiées sur Q niveaux, de  $\tau_1$  à  $\tau_Q$ .

30

5. Procédé selon les revendications 1 à 4, selon lequel les projecteurs pour lesquels les valeurs quantifiées  $\tau_i$  du retard diffèrent de  $T_0/2$

sont alimentés par la même paire d'alimentation, par simple inversion de polarité des fils d'alimentation, le nombre de paires de fils d'alimentation nécessaire étant ainsi égal à  $Q/2$ .

5           6. Procédé selon l'une des revendications 1, 2, 4 ou 5 selon lequel une partie des projecteurs centraux de l'antenne linéaire fait l'objet d'un regroupement par paires des projecteurs adjacents et les projecteurs extrêmes font l'objet d'un regroupement par paires de projecteurs symétriques par rapport au centre de l'antenne, les projecteurs constituant  
10 une paire étant alimentés par un même signal  $\tau_i$  (52, 53), ces regroupements permettant de réaliser soit une émission sectorielle en utilisant seulement les projecteur centraux, soit une émission omnidirectionnelle en utilisant la totalité des projecteurs.

15           7. Antenne d'émission pour mettre en œuvre le procédé selon la revendications 6 caractérisée en ce que chaque projecteur (51) étant alimenté par une paire de conducteur propre (62), elle comporte des moyens de commutation (61) permettant d'alimenter lesdits projecteurs au moyen d'un nombre  $N$  donné de signaux d'alimentation (63), le nombre  $N$  étant  
20 inférieur au nombre  $P$  de projecteurs composant l'antenne.

          8. Antenne d'émission pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisée en ce qu'elle comporte deux antennes linéaires (92, 93) superposées verticalement de façon à minimiser l'énergie  
25 émise vers le haut et vers le bas, les deux antennes étant espacées d'un écart sensiblement égal à la moitié de la longueur d'onde moyenne  $\lambda$ , permettant ainsi de limiter l'émission verticale d'énergie vers la surface ou vers le fond.

30           9. Système de détection acoustique comportant une antenne linéaire de réception directive (73) et une antenne linéaire d'émission (71) adaptée à la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, les antennes linéaires d'émission et de réception ayant sensiblement le même diamètre, de sorte que l'ensemble est enroulable de manière  
35 automatique sur un treuil.

10. Système selon la revendication 9, dans lequel l'antenne linéaire d'émission (71) est une antenne à projecteurs cylindriques (81), de type flexenseur, et l'antenne linéaire de réception (73) est une antenne à triplets  
5 d'hydrophones.

11. Procédé pour réaliser une émission omnidirectionnelle dans un plan horizontal au moyen d'une antenne linéaire tractée (102) de longueur L,  
10 constituée d'une pluralité de P projecteurs, l'antenne étant tractée dans toute position de navigation entre l'horizontale et la verticale, caractérisé en ce que l'on applique sur chaque projecteur un signal d'émission issu d'un signal d'émission commun auquel on applique un retard dont la valeur suit une loi non linéaire fonction de la position du projecteur dans l'antenne ; cette loi  
15 étant définie automatiquement en fonction de la vitesse du porteur (101) pour modifier l'ouverture du secteur insonifié en fonction de l'inclinaison de l'antenne par rapport à la verticale.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel la loi non linéaire  
20 est définie pour obtenir un angle d'ouverture  $\theta_{\text{secteur}}$  du diagramme d'émission répondant à la condition:

$$\theta_{\text{secteur}} > \theta_{\text{inclin}} + \theta_{\text{propa}}$$

25 où  $\theta_{\text{inclin}}$  représente l'angle d'inclinaison de l'antenne par rapport à l'horizontale et  $\theta_{\text{propa}}$  la direction d'émission considérée.

1/7

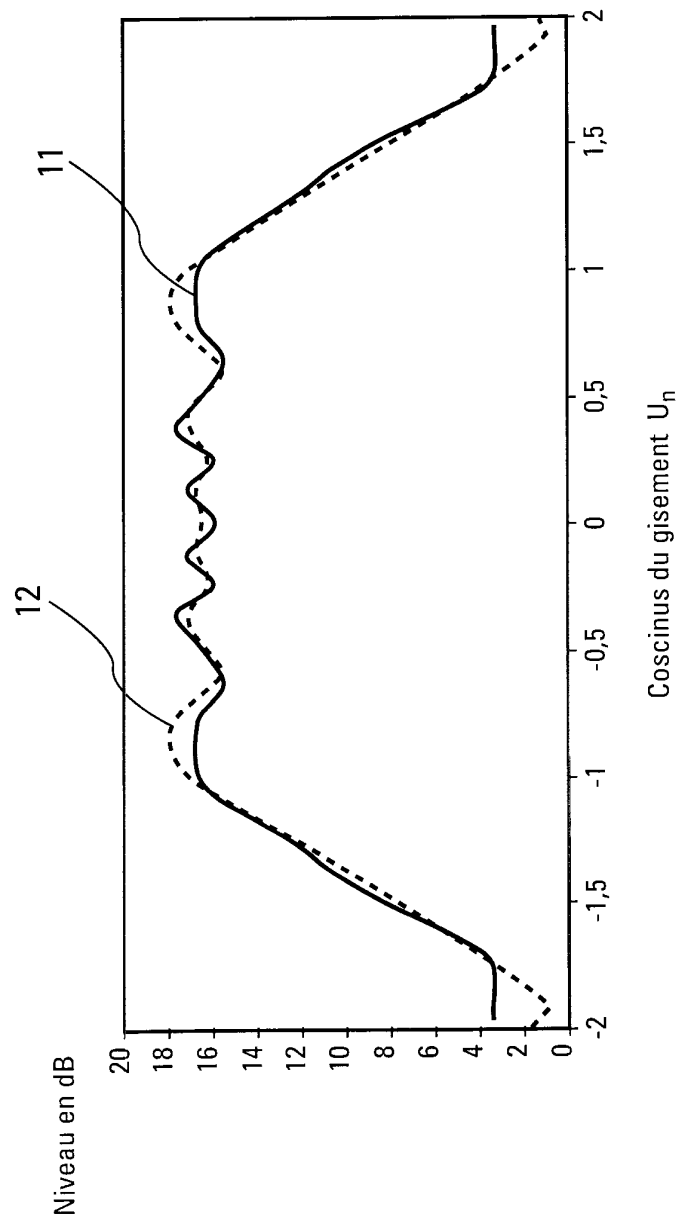


Fig. 1

2/7

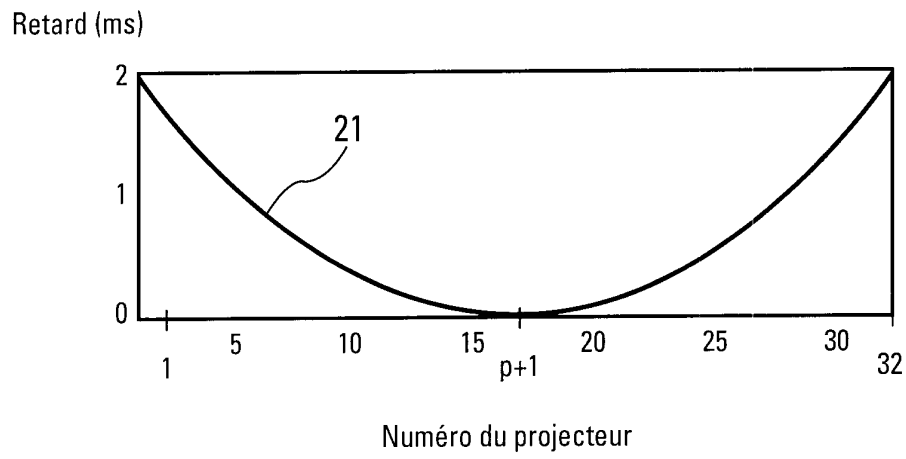


Fig. 2

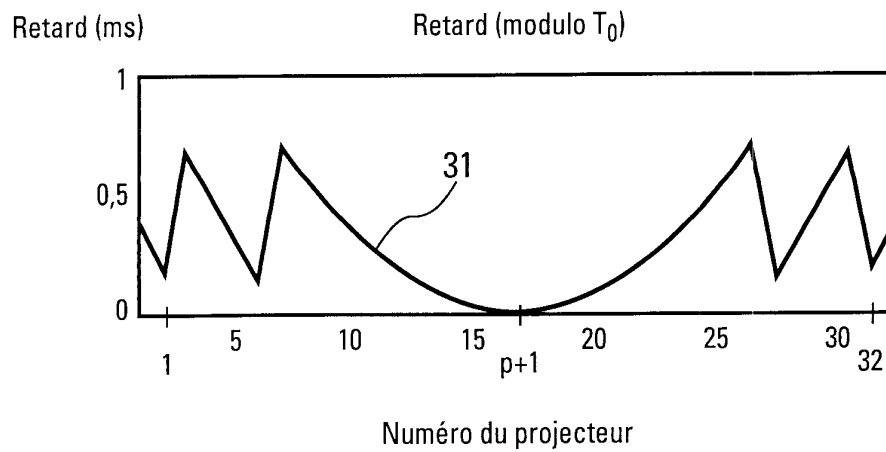


Fig. 3

3/7

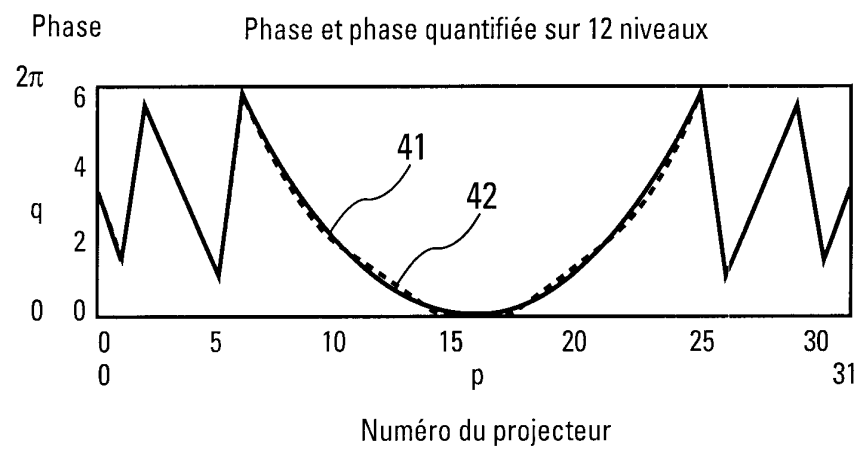


Fig. 4

4/7

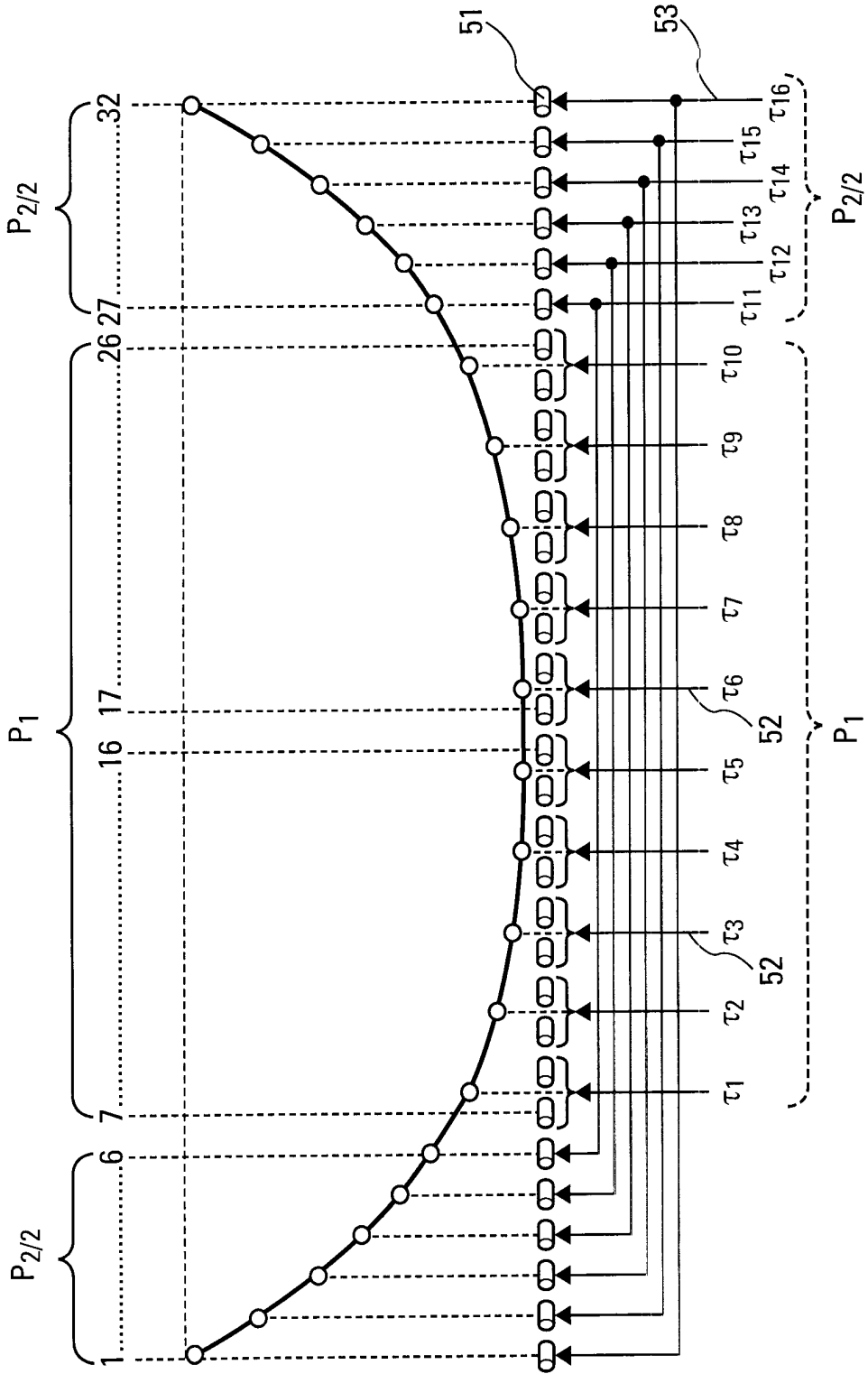


Fig. 5

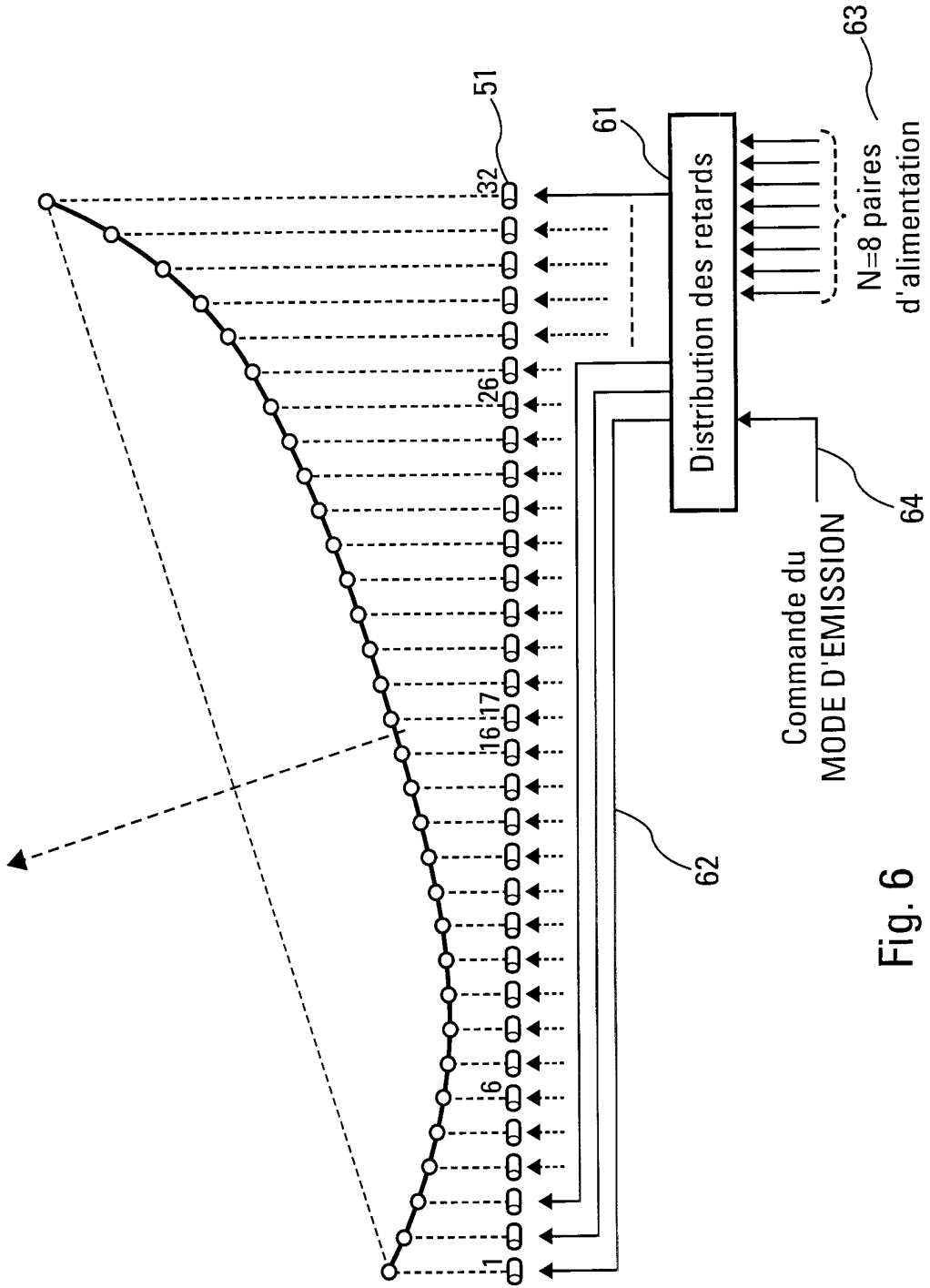
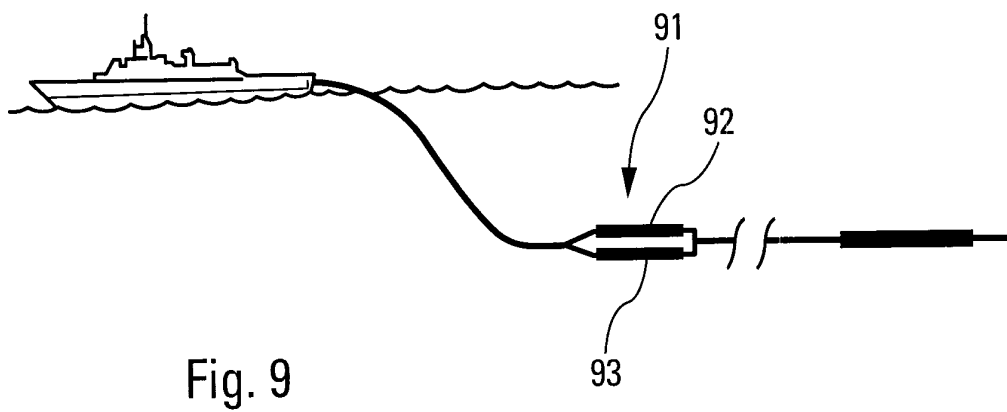
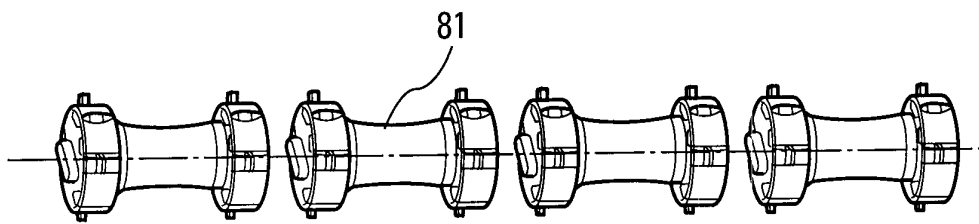
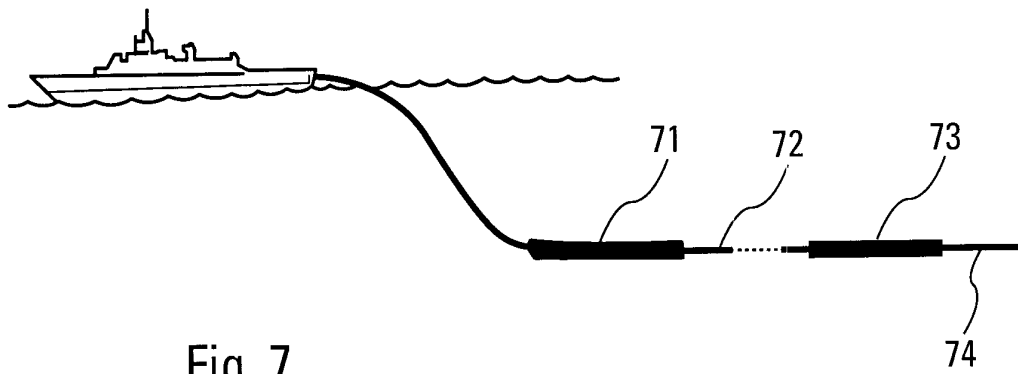


Fig. 6

6/7



7/7

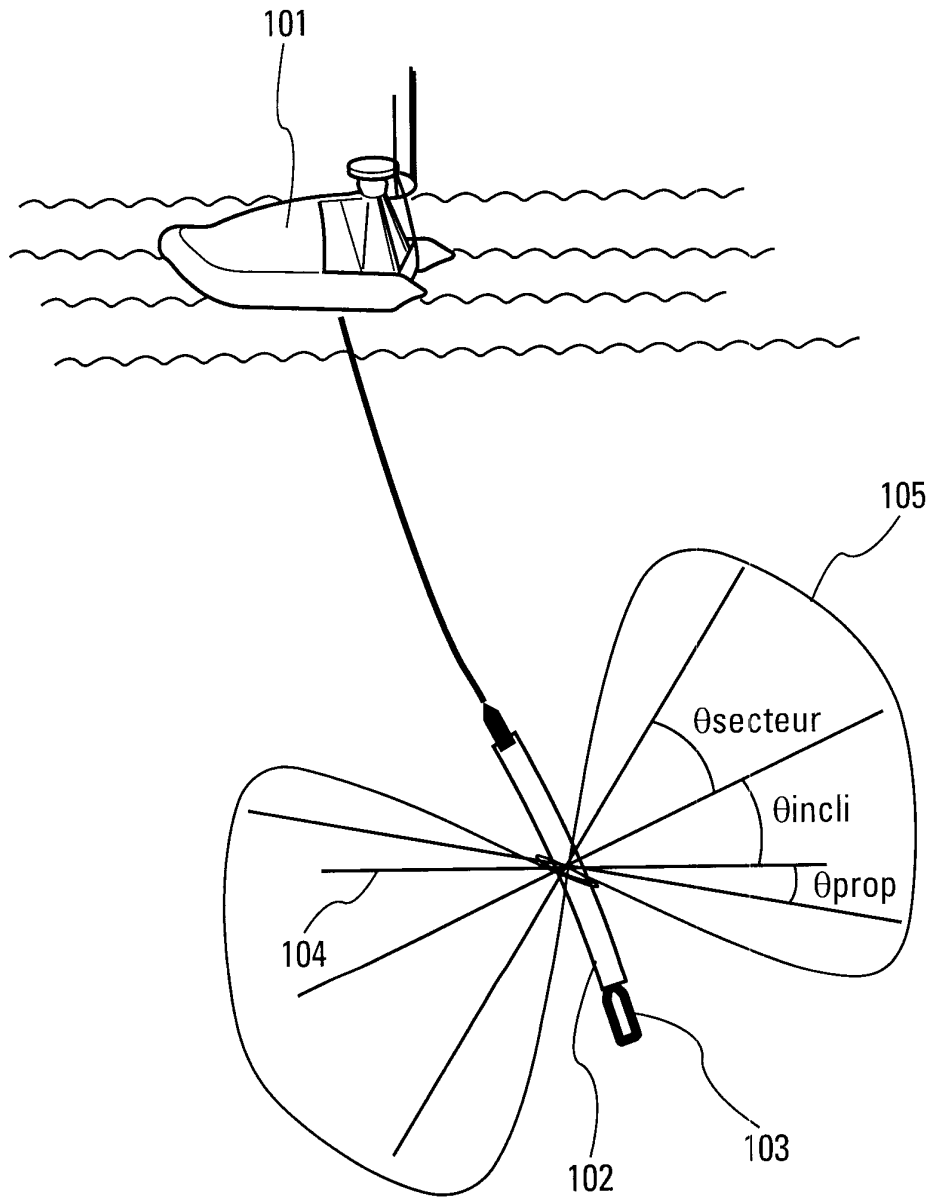


Fig. 10



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 680356  
FR 0603729

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		
D,A	WO 02/079806 A (THALES [FR]; RAILLON LOUIS [AU]; FYOT JEAN-JACQUES [FR]; QUER REGIS [F] 10 octobre 2002 (2002-10-10)	1-8,11, 12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  G01S
X	* page 4, ligne 28 - page 5, ligne 8; figures 1-3 *	9,10	
A	GB 1 486 068 A (SIMRAD AS) 14 septembre 1977 (1977-09-14) * le document en entier *	1-12	
A	WO 92/18878 A (THOMSON CSF [FR]) 29 octobre 1992 (1992-10-29) * abrégé; figure 6 *	1-12	
A	DE 197 43 096 C1 (STN ATLAS ELEKTRONIK GMBH [DE]) 28 janvier 1999 (1999-01-28) * le document en entier *	1-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 février 2007		MAROT-LASSAUZAIE, J	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p>		<p>T : théorie ou principe à la base de l'invention 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. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0603729 FA 680356**

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 13-02-2007

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
WO 02079806	A	10-10-2002	EP 1373933 A1	02-01-2004
			FR 2822960 A1	04-10-2002
			US 2004125701 A1	01-07-2004
-----				
GB 1486068	A	14-09-1977	AUCUN	
-----				
WO 9218878	A	29-10-1992	AU 658622 B2	27-04-1995
			AU 1648192 A	17-11-1992
			CA 2108449 A1	17-10-1992
			DE 69213726 D1	17-10-1996
			DE 69213726 T2	23-01-1997
			EP 0580695 A1	02-02-1994
			FR 2675587 A1	23-10-1992
			US 5428581 A	27-06-1995
-----				
DE 19743096	C1	28-01-1999	AU 748351 B2	06-06-2002
			AU 8423198 A	15-04-1999
			EP 0905676 A2	31-03-1999
-----				