

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
22 juillet 2004 (22.07.2004)

PCT

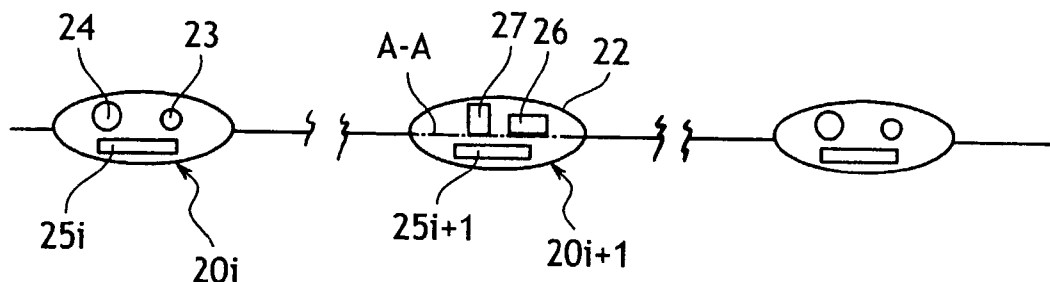
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/061481 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **G01V 1/20**
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2003/003909
- (22) Date de dépôt international :  
26 décembre 2003 (26.12.2003)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
02/16783 27 décembre 2002 (27.12.2002) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COMPAGNIE GENERALE DE GEOPHYSIQUE** [FR/FR];  
1, rue Léon-Migaux, F-91300 Massy (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **POSTEL, Jean-Jacques** [FR/FR]; 48, quai Le Gallo, F-92100 Boulogne Billancourt (FR).
- (74) Mandataires : **MARTIN, Jean-Jacques** etc.; Cabinet Regimbeau, 20, rue de Chazelles, F-75847 Paris Cedex 17 (FR).
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE ACQUISITION OF SEISMIC SIGNALS AT THE BOTTOM OF A BODY OF WATER

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF D'ACQUISITION DE SIGNAUX SISMQUES AU FOND DE L'EAU



(57) Abstract: The invention relates to a device for the acquisition of seismic signals at the bottom of a body of water. The inventive device comprises a cable bearing a series of seismic receiver units which are spaced out along the length of said cable. According to the invention, the aforementioned series consists of alternating (i) receiver units comprising a hydrophone and a vertical geophone, which are sensitive to compression waves, and (ii) receiver units comprising two geophones forming an orthogonal trihedron with the vertical geophone, which are sensitive to shear waves.

(57) Abrégé : L'invention concerne un dispositif d'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau, comprenant un câble portant une série d'unités de réception sismique espacées le long du câble. Selon l'invention, cette série est formée en alternance d'unités de réception comprenant un hydrophone et un géophone vertical, sensibles aux ondes de compression, et d'unités de réception comprenant deux géophones formant un trièdre orthogonal avec le géophone vertical, sensibles aux ondes de cisaillement.

WO 2004/061481 A1



---

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Procédé et dispositif d'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau

La présente invention concerne les techniques d'acquisition de signaux  
5 sismiques au fond de l'eau. Les signaux obtenus sont traités pour l'exploration du  
sous-sol en vue de la recherche d'hydrocarbures ou la surveillance de la production  
d'un gisement.

Il est classique de réaliser l'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau  
au moyen d'un câble portant une série d'unités de réception sismique espacées le long  
10 du câble et comprenant chacune deux récepteurs d'ondes de compression (ondes P), à  
savoir un hydrophone et un géophone vertical, dit d'axe Z. Lorsque des ondes  
sismiques se propagent dans le sous-sol à la suite d'un tir sismique, il se produit des  
réflexions parasites en provenance de la surface de l'eau. En combinant les signaux  
produits par le géophone et l'hydrophone de chaque unité de réception, il est possible  
15 d'éliminer ces composantes parasites dans une large mesure.

Pour l'enregistrement des ondes de cisaillement, dont l'analyse fournit des  
informations complémentaires précieuses pour l'exploration, il est classique de  
compléter l'unité de réception par des géophones formant un trièdre orthogonal avec  
le géophone vertical, l'un étant orienté typiquement selon l'axe du câble (axe X) et  
20 l'autre perpendiculairement au câble (axe Y). Chaque unité de réception comprend  
ainsi quatre capteurs. Les signaux de l'hydrophone et du géophone d'axe Z sont  
combinés pour l'enregistrement des signaux correspondant aux ondes de compression,  
et les signaux des géophones d'axes X et Y correspondent aux ondes de cisaillement  
SH et SV. Un dispositif d'acquisition de données sismiques de ce type est  
25 commercialisé par la société Sercel sous le nom de Syntrak OBC System.

L'invention vise à permettre l'acquisition de données sismiques au fond de  
l'eau dans des conditions économiques avantageuses.

Selon l'invention, il est prévu un dispositif d'acquisition de signaux sismiques  
au fond de l'eau, comprenant un câble portant une série d'unités de réception  
30 sismique espacées le long du câble, cette série étant formée en alternance d'unités de  
réception comprenant un hydrophone et un géophone vertical, sensibles aux ondes de  
compression, et d'unités de réception comprenant deux géophones formant un trièdre  
orthogonal avec le géophone vertical, sensibles aux ondes de cisaillement.

Un tel dispositif est peu coûteux du fait qu'il permet l'enregistrement de signaux d'ondes de compression et d'ondes de cisaillement avec seulement deux capteurs par unité de réception. Il offre aussi l'avantage de pouvoir être transformé facilement si l'on ne désire pas enregistrer les ondes de cisaillement. Dans ce cas, en effet, il suffit de remplacer les unités comprenant les géophones d'axe X et Y par des unités comprenant un hydrophone et un géophone vertical.

L'invention a également pour objet un procédé d'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau, au moyen d'un câble portant une série d'unités de réception sismique espacées le long du câble, dans lequel on détecte les ondes de compression au moyen d'une première série d'unités comprenant chacune un géophone et un hydrophone et on détecte les ondes de cisaillement au moyen d'une seconde série d'unités placées en alternance par rapport aux unités de la première série.

L'invention sera bien comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés. Dans les dessins :

- la figure 1 montre schématiquement un dispositif classique d'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau ;
- la figure 2 montre schématiquement un dispositif conforme à l'invention.

20

La figure 1 représente un dispositif d'acquisition sismique au fond de l'eau formé d'unités de réception 10 reliées par des sections de câble 11. Ces sections ont typiquement une longueur de quelques dizaines de mètres. Lors d'un tir sismique déclenché par exemple à partir d'un bateau situé en surface, l'onde sismique résultante est enregistrée au moyen des unités de réception 10. On a représenté sur la figure 1 trois unités de réception consécutives  $10_i$ ,  $10_{i+1}$  et  $10_{i+2}$ , et les sections de câble respectives  $11_i$ ,  $11_{i+1}$  et  $11_{i+2}$ , mais il est entendu qu'un dispositif d'acquisition comporte habituellement un grand nombre d'unités de réception et de sections de câble.

30 Chaque unité de réception comporte un boîtier étanche 12 de forme allongée dans la direction d'un axe A-A correspondant à la direction des sections de câble 11. Le boîtier 12 reçoit deux capteurs sismiques 13, 14 et une unité électronique 15 reliée aux capteurs et aux sections de câble 11. L'unité 15 assure la numérisation des signaux

analogiques produits par les capteurs sur deux canaux et leur transmission aux sections de câble, ainsi que l'identification des capteurs et les autres fonctions requises pour le traitement et l'exploitation des signaux enregistrés. Ces fonctions sont classiques en elles-mêmes et n'ont pas à être détaillées ici.

5 Les capteurs 13, 14 représentés à la figure 1 sont deux capteurs d'ondes de compression P. Le capteur 13 est un géophone dit d'axe Z ou vertical, sensible à la composante verticale de la vitesse de particules résultant de la propagation de l'onde sismique dans le sous-sol situé sous l'eau. Selon l'agencement classique, ce géophone est monté à la cardan, mais d'autres agencements sont envisageables. Le capteur 14  
10 est un hydrophone monté de façon à être sensible à la pression du milieu fluide environnant. La combinaison d'un géophone vertical et d'un hydrophone est utilisée de façon classique pour filtrer les réflexions de la surface de l'eau.

La figure 2 représente un dispositif d'acquisition du même type que celui de la figure 1, mais dans lequel une unité de réception sur chaque paire d'unités de  
15 réception consécutives  $20_i, 20_{i+1}$  comporte des capteurs d'ondes de cisaillement au lieu de capteurs d'ondes de compression cependant que l'autre unité de chaque paire comporte deux capteurs d'ondes de compression comme les unités  $10_i$  de la figure 1. Ainsi, comme représenté à la figure 2, l'unité  $20_{i+1}$  comporte un boîtier 22 recevant deux géophones sensibles aux composantes de vitesse de particules situées dans un  
20 plan horizontal, donc aux ondes de cisaillement résultant du tir sismique : un géophone 26 dit d'axe X, dont l'axe est situé selon l'axe A du boîtier 22, et un géophone 27 dit d'axe Y, dont l'axe est perpendiculaire à l'axe A-A. Les géophones 26 et 27 peuvent être montés à la cardan comme il est classique, cet agencement n'étant pas limitatif. Le boîtier reçoit une unité électronique  $25_{i+1}$  qui assure les  
25 mêmes fonctions que celles décrites pour l'unité 15 de la figure 1, en particulier la numérisation des signaux des capteurs 26, 27 sur deux canaux, et peut être identique à l'unité 15.

Comme on l'a indiqué, l'autre unité  $20_i$  de chaque paire d'unités consécutives est semblable à l'unité 10 de la figure 1 et comporte un géophone d'axe vertical 23 et un  
30 hydrophone 24 reliés à une unité électronique  $25_i$  semblable à l'unité 15 du dispositif de la figure 1.

Le dispositif de la figure 2 permet d'enregistrer à la fois les ondes de compression et les ondes de cisaillement – enregistrement du type dit 4C - au moyen d'un dispositif

formé d'unités de réception ne comportant chacune que deux capteurs (unités dites 2C ). Il est à noter que le dispositif de la figure 2 est facile à obtenir à partir de celui de la figure 1, uniquement sensible aux ondes de compression, en remplaçant une unité sur deux par une unité sensible aux ondes de cisaillement. La réalisation des 5 unités de réception est conçue de façon appropriée pour que les opérations de remplacement soient faciles à réaliser dans une base opérationnelle. Bien entendu, cela est également vrai pour l'opération de transformation inverse.

## Revendications

1. Dispositif d'acquisition de signaux sismiques au fond de l'eau, comprenant un  
5 câble portant une série d'unités de réception sismique espacées le long du câble,  
caractérisé par le fait que cette série est formée en alternance d'unités de réception  
(20<sub>i</sub>) comprenant un hydrophone (24) et un géophone vertical (23), sensibles aux  
ondes de compression, et d'unités de réception (20<sub>i+1</sub>) comprenant deux géophones  
(26, 27) formant un trièdre orthogonal avec le géophone vertical, sensibles aux ondes  
10 de cisaillement.
  
2. Procédé d'acquisition de données sismiques au fond de l'eau, au moyen d'un câble  
portant une série d'unités de réception d'ondes sismiques espacées le long du câble,  
caractérisé par le fait que l'on détecte les ondes de compression dans une première  
15 série d'unités (20<sub>i</sub>) comprenant chacune un géophone (23) et un hydrophone (24) et  
on détecte les ondes de cisaillement dans une seconde série d'unités (20<sub>i+1</sub>) placées en  
alternance par rapport aux unités de la première série.

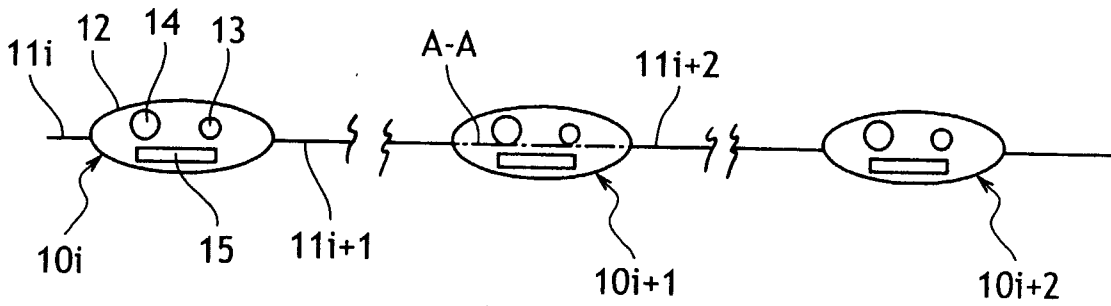


FIG.1

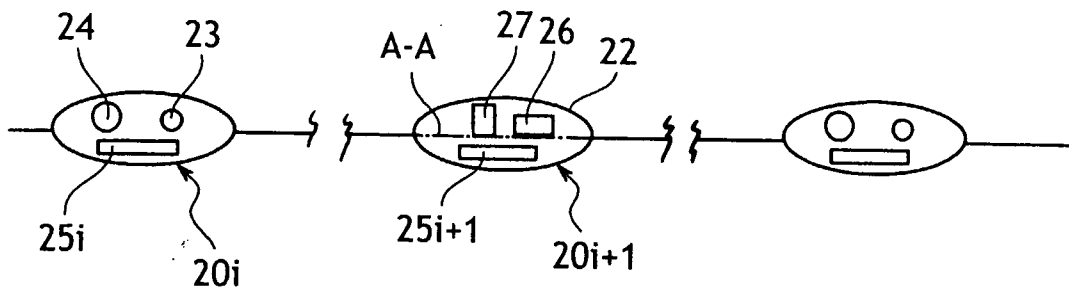


FIG.2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 03/03909

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01V1/20

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01V

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 483 776 B1 (ROKKAN ARNE) 19 November 2002 (2002-11-19) column 2, line 30 - column 3, line 12; figures 1,2	1,2
A	US 4 725 990 A (ZIBILICH JR ANTHONY M) 16 February 1988 (1988-02-16) column 4, line 1 - line 7; figure 5	1,2

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search

8 April 2004

Date of mailing of the international search report

20/04/2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusser, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03909

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6483776	B1	19-11-2002	NO 307482 B1 10-04-2000
			AU 1299200 A 05-06-2000
			BR 9915295 A 07-08-2001
			EP 1129369 A1 05-09-2001
			WO 0029874 A1 25-05-2000
			NO 20012212 A 25-06-2001
US 4725990	A	16-02-1988	NONE

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De l' e Internationale No  
PCT/FR 03/03909

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 7 G01V1/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G01V

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 6 483 776 B1 (ROKKAN ARNE) 19 novembre 2002 (2002-11-19) colonne 2, ligne 30 - colonne 3, ligne 12; figures 1,2	1,2
A	US 4 725 990 A (ZIBILICH JR ANTHONY M) 16 février 1988 (1988-02-16) colonne 4, ligne 1 - ligne 7; figure 5	1,2

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

\*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

\*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

\*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

\*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

\*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 avril 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Häusser, T

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De l' \_\_\_\_\_ de Internationale No

PCT/FR 03/03909

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6483776	B1	19-11-2002	NO 307482 B1 10-04-2000
			AU 1299200 A 05-06-2000
			BR 9915295 A 07-08-2001
			EP 1129369 A1 05-09-2001
			WO 0029874 A1 25-05-2000
			NO 20012212 A 25-06-2001
-----			
US 4725990	A	16-02-1988	AUCUN
-----			