

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 469 719

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 79 27920**

(54) Procédé et dispositif de prospection géophysique du sous-sol à l'aide d'ondes de cisaillement.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 01 V 1/053.

(22) Date de dépôt 13 novembre 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 22-5-1981.

(71) Déposant : PRAKLA-SEISMOS GMBH, résidant en RFA.

(72) Invention de : Hans A. K. Edelmann.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Paillet, Martin et Schrimpf,
26, av. Kléber, 75116 Paris.

La présente invention concerne un procédé de prospection géophysique du sous-sol à l'aide d'ondes de cisaillement (ondes S) par utilisation d'au moins un vibreur, dont le pied est amené par surcharge en contact 5 de couplage avec la surface du sol.

Des mesures sismiques par réflexion sont effectuées habituellement de manière telle que par exemple, par explosion ou à l'aide d'un ou de plusieurs vibreurs, des oscillations soient engendrées dans ou sur la surface du sol, qui sont essentiellement des ondes de pression (ondes P) qui sont reçues, après réflexion dans le sous-sol, à l'aide de géophones usuels, c'est-à-dire par exemple à l'aide de microphones électrodynamiques ou analogues disposés verticalement. En complétant ces mesures 10 par génération et réception d'ondes de cisaillement, on obtient la possibilité de calculer la constante de Poisson pour des réflexions caractéristiques individuelles à partir du quotient des vitesses des ondes P et S, qui donne à son tour une indication à propos des propriétés lithologiques de l'horizon de réflexion. Des rapports détaillés à propos de la génération et de la réception d'ondes de cisaillement sont reproduits dans Geophysics 1968, pages 229 à 254, ainsi que dans d'autres documents. Ces travaux reposent principalement sur 15 la mise en œuvre de vibreurs particuliers, voir les brevets américains Nos 3 159 232, 3 159 233 et 3 205 971. Il s'agit là d'appareils qui sont réalisés dans le but particulier d'engendrer des ondes de cisaillement. Ils permettent d'engendrer pratiquement exclusivement des 20 ondes de cisaillement de type SH, c'est-à-dire avec une polarisation dans le plan de l'horizon de réflexion. Par utilisation de géophones polarisés appropriés, des séismogrammes d'ondes de cisaillement satisfaisants ont été établis lors de ces recherches.

Les vibrateurs utilisés lors des recherches connues, voir également les brevets américains précités, satisfont aux exigences physiques de manière presque idéale pour ce type particulier d'enregistrement sismiques par réflexion. Les vibrateurs présentent cependant en utilisation pratique des inconvénients considérables. Du fait du mouvement horizontal de la masse, les éléments utilisés pour le guidage de cette masse s'usent très rapidement. En vue de la transmission des forces de cisaillement au sous-sol, les vibrateurs connus sont équipés d'une plaque d'acier qui comporte des noudes ou des prolongements pyramidaux sur le côté à coupler au sol. Lors de l'utilisation de ces vibrateurs, des dégâts coûteux sont occasionnés en particulier aux chaussées et aux routes. Un inconvénient très important de ces vibrateurs connus réside dans le fait que pour la puissance actuellement mise en jeu et pour la masse nécessaire à celle-ci, un montage dans des vibrateurs usuels existants pour ondes P n'est pas possible de façon simple.

D'une manière générale, les recherches effectuées récemment aux Etats-Unis avec des ondes de cisaillement pour des travaux de prospection sismique ont montré que des résultats satisfaisants peuvent être obtenus dans des conditions géologiques et de terrain les plus diverses. Dans presque tous les domaines, à l'exception de sables meubles et de sédiments saturés d'eau, des vibrateurs à ondes de cisaillement peuvent en soi être utilisés comme générateurs d'ondes de cisaillement de type SH. Dans beaucoup de domaines des signaux d'ondes de cisaillement sont observés pour une multiplicité suffisamment grande. La multiplicité est cependant jusqu'ici toujours au moins le double de celle observée dans le cas de l'enregistrement d'ondes de compression. En association avec les enregistrements effectués jusqu'ici, ont été également développés des procédés d'évalua-

tion et d'interprétation, qui ont surtout pour but de découvrir des anomalies lithologiques.

Il va sans dire que pour l'enregistrement des ondes SH les plus intéressantes, des géophones horizontaux particuliers sont nécessaires. L'équipement de l'équipe de mesure en géophones horizontaux supplémentaires constitue cependant un problème bien moins sérieux que la nécessité d'avoir à sa disposition des appareils particuliers de génération d'ondes S. L'objet de l'invention est par conséquent de lever cette difficulté. A cette fin, l'invention part d'un procédé du type mentionné dans le préambule. Le procédé selon l'invention prévoit d'associer deux vibreurs à ondes P et de les exciter et de les commander en opposition de phase avec le même balayage. De préférence, les vibreurs sont disposés de part et d'autre, écartés identiquement, transversalement à l'axe du profil.

L'invention offre le grand avantage qu'on peut opérer avec des vibreurs usuels. Si l'on suppose que les vibreurs rayonnent dans un demi-plan homogène sensiblement avec une symétrie sphérique, dans le cas d'une association rapprochée de deux vibreurs à ondes P et à commande en opposition de phase, les ondes P sont pratiquement supprimées, si bien que l'amplitude de la force est réduite dans le cas d'une excitation horizontale, en comparaison d'une excitation verticale en fonctionnement avec concordance de phase. Pour cette raison, il est également recommandé d'utiliser quatre vibreurs, qui sont de préférence placés aux sommets d'un carré, pour lequel l'axe du profil forme un axe médian, de telle sorte que les vibreurs se trouvant sur le même côté soient commandés avec la même phase entre eux, et en opposition de phase par rapport aux vibreurs se trouvant sur l'autre côté de l'axe médian.

Contrairement aux appareils connus, réalisés spécialement pour la génération d'ondes SH, comme décrit par exemple dans les brevets américains précités, il est possible, dans le cas de l'utilisation de vibreurs à ondes P commandés en opposition de phase, d'engendrer des ondes SH même sur des sols qui se composent des sables relativement meubles et de sédiments saturés d'eau. On obtient ainsi un autre avantage en plus de la simplification due à l'utilisation d'appareils usuels.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront des revendications ainsi que de la description qui va suivre et des dessins annexés, dans lesquels l'invention est expliquée et représentée à titre d'exemple. Sur ces dessins :

- la figure 1 est une coupe schématique à travers un axe de profil avec une disposition de vibreurs selon l'invention ;

- la figure 2 représente une vue de dessus correspondant à la figure 1 sur un axe de profil avec des vibreurs disposés de part et d'autre, et

- la figure 3 représente une forme de réalisation préférée de l'invention, modifiée par rapport à la figure 2.

En vue de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, voir figures 1 et 2, deux vibreurs 12 et 14 sont disposés sur la surface 10 du sol de part et d'autre d'un axe de profil ou médian 24, 22, respectivement. Les vibreurs 12 et 14, représentés ici seulement de façon simplifiée, engendrent des ondes de compression ou P, ainsi qu'il est indiqué par les flèches doubles sur les dessins. Comme les vibreurs 12 et 14 sont très rapprochés l'un de l'autre, les ondes de compression qu'ils engendrent s'annulent pratiquement au moins dans la zone médiane en raison de la commande en opposition de phase. Les ondes résultantes et se propa-

geant dans le sens de la flèche 20 sont des ondes SH avec le sens d'oscillation indiqué par la flèche double 18. Après réflexion dans le sous-sol, les signaux revenant à la surface du sol sont captés par des géophones 5 horizontaux 16, qui sont reliés à un appareil d'enregistrement usuel.

Par l'appareil d'enregistrement non représenté, par l'intermédiaire d'une liaison par fil ou sans fil 29, est excité un générateur de balayage 28, 10 qui délivre des signaux de balayage qu'il engendre à un dispositif de commande 26. Du dispositif de commande 26, les signaux de balayage engendrés par le générateur 28 sont transmis aux canaux de liaison 30 et 32 des vibreurs 12 et 14, le dispositif de commande 26 assurant 15 que les signaux dans le canal 30 sont identiques en fréquence et en amplitude, mais en opposition de phase à ceux du canal 32.

Sur la figure 3, une forme de réalisation préférée de l'invention est représentée, à savoir l'utilisation de vibreurs à ondes de compression usuels, qui 20 sont reliés à l'aide d'appareils supplémentaires simples. Les deux vibreurs 112, 114 sont raccordés respectivement par l'intermédiaire d'une commande usuelle 126a, 126b, à un générateur de balayage 128a, 128b, qui est excité par 25 l'intermédiaire d'une liaison par ou sans fil 129a, 129b, par le poste d'enregistrement.

Afin de garantir que les deux vibreurs 112, 114 transmettent au sol des signaux de même amplitude et de phases opposées, un comparateur 133 est prévu, qui 30 est relié par l'intermédiaire de dispositifs d'exploration 134a, 134b, aux dispositifs de vibration proprement dits. Les signaux rayonnés par les vibreurs 112, 114 sont comparés entre eux dans le comparateur 133, qui engendre une tension transmise en vue de la correction

d'amplitude et de phase d'un des vibrateurs, dans l'exemple du vibrateur 112, par l'intermédiaire de la liaison par fil 136, à un régulateur 137. Le régulateur 137 assure que le balayage engendré par le générateur 128a 5 est en opposition de phase, mais pour le reste identique au balayage du générateur 128b. Le dispositif décrit dans le présent mémoire permet en outre de prendre totalement en considération une influence quelconque du sol.

10 Sauf ces dispositifs supplémentaires, qui provoquent la commande en opposition de phase, on utilise pour la mise en oeuvre de l'invention uniquement des dispositifs usuels, en particulier des vibrateurs à ondes P usuels.

REVENDICATIONS

- 1) Procédé de prospection géophysique du sous-sol à l'aide d'ondes de cisaillement par utilisation d'au moins un vibreur, dont le pied est amené par sur-
 5 charge en contact de couplage avec la surface du sol, caractérisé en ce que deux vibreurs en vue de la génération d'ondes de compression sont associés côte-à-côte et sont excités et commandés en opposition de phase avec le même balayage.
- 10 2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que de part et d'autre, écartés identiquement, transversalement par rapport à l'axe du profil, un nombre identique de vibreurs à ondes de compression sont étroitement associés côte-à-côte.
- 15 3) Dispositif de génération d'ondes de cisaillement polarisées sensiblement horizontalement à l'aide de plusieurs vibreurs, caractérisé en ce qu'un nombre pair de vibreurs à ondes de compression (12, 14 ; 112, 114), qui sont étroitement associés et symétriques
 20 par rapport à un axe médian (24 ; 124), sont reliés par une commande en opposition de phase (26 ; 137, 136, 133, 134a, 134b).
- 4) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les vibreurs sont reliés par l'inter-
 25 médiaire de dispositifs d'exploration (134a, 134b) à un comparateur (133) qui commande un régulateur (137) qui est disposé entre le générateur de balayage (128a) et le générateur de vibrations proprement dit d'au moins un vibreur (112).
- 30 5) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les vibreurs à ondes de compression (12, 14) sont raccordés, par l'intermédiaire d'une commande en opposition de phase (26), à un générateur de balayage commun.

Fig.1

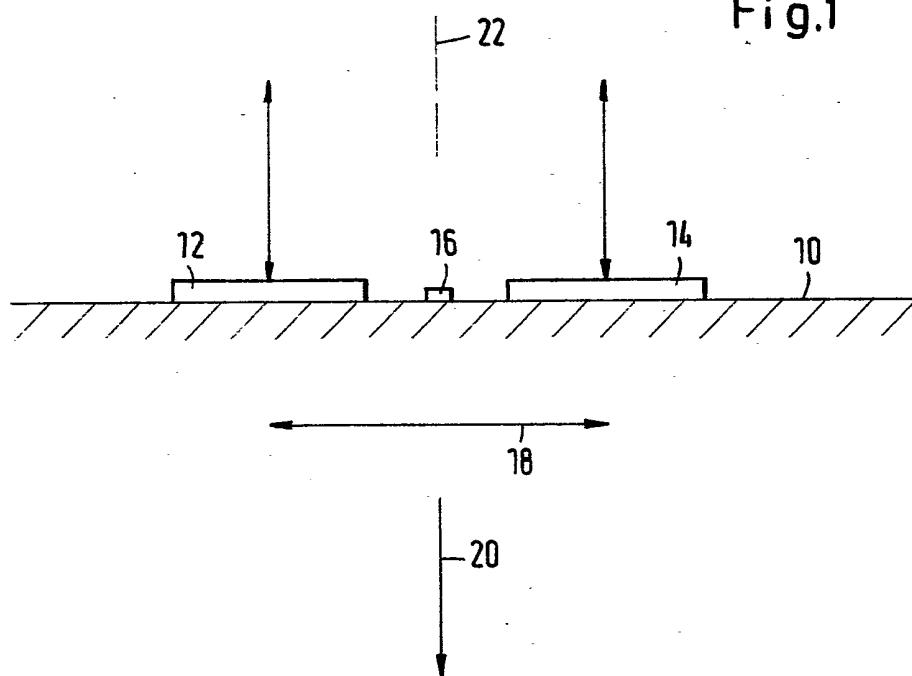


Fig.2

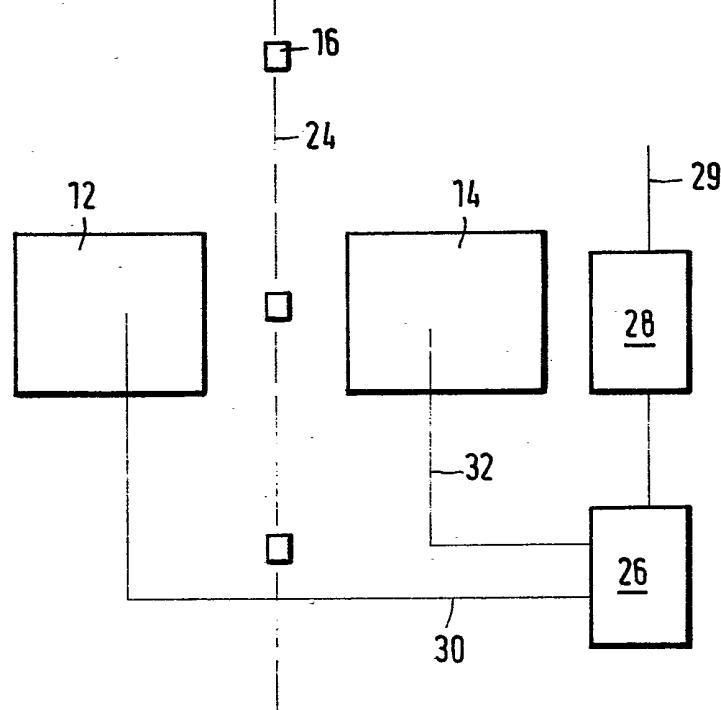


Fig.3

