

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 475 236

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 02174**

(54) Dispositif d'exploration sismique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **G 01 V 1/34, 1/38.**

(22) Date de dépôt..... 4 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 4 février 1980, n° 118,299.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 7-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : MOBIL OIL CORPORATION, résidant aux EUA.

(72) Invention de : James William Goode, Wayne Allen Penner, Charles David Ray et Robert Grant Nelson.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un dispositif d'exploration sismique et, plus particulièrement, un dispositif d'exploration sismique s'appliquant aux opérations sous-marines.

C'est devenu une pratique courante, dans le

5 domaine de l'exploration visant à la découverte de pétrole, de gaz et d'autres minéraux, de pratiquer l'exploration sismique dans les océans. Un procédé courant de l'exploration sismique sous-marine fait appel à un navire d'exploration doté d'une ou plusieurs sources sismiques et d'un certain nombre de détecteurs remorqués par le 10 navire. Les différences apparaissant entre les instants de détection des ondes sismiques réfléchies à partir d'une même interface sou- terraine peuvent être utilisées pour le calcul de la profondeur de l'interface. Si l'on fait un certain nombre de détections paral- lèles dans une même région, on peut calculer la forme de l'inter- 15 face relativement à la surface de la mer.

plus le nombre de données sismiques disponibles sur une région donnée est grand, meilleure est l'utilisation qui peut être faite de ces données lors de leur analyse en vue de la recherche de pétrole. On peut obtenir un plus grand nombre don- 20 nées en augmentant le nombre de détecteurs remorqués par le navire d'exploration, mais le fait d'ajouter des détecteurs acoustiques augmente le nombre de traces disponibles pour l'enregistrement. Lorsqu'on produit un plus grand nombre de données, il faut que les 25 ordinateurs placés à bord du navire travaillent plus vite pour réarranger les données, ainsi qu'effectuer la mise à l'échelle et d'autres opérations arithmétiques associées. Il est donc nécessaire de prévoir une plus grande puissance de calcul à bord du navire pour pouvoir traiter les données supplémentaires produites par les détecteurs d'énergie acoustique supplémentaires.

30 Une autre caractéristique, également souhaitable, de l'ensemble d'enregistrement est l'existence d'un dispositif auto- matique permettant d'enregistrer sur la même bande les paramètres relatifs aux circonstances dans lesquelles les données ont été pro- duites, par exemple une "en-tête" pour chaque enregistrement de 35 données d'un "tir" acoustique, de façon que la bande puisse s'iden- tifier elle-même. De façon souhaitable, chaque enregistrement

sismique devrait également comporter toutes les données de navigation, y compris le cap et la vitesse du navire, les conditions atmosphériques générales, et toute source de bruit acoustique ou électronique supplémentaire qui peut être détectée. Elle devrait 5 également comporter des informations relativement au nombre de détecteurs d'énergie acoustique qui sont traînés en une bande derrière le navire et la courbure de la bande par rapport au navire. De plus, il est souhaitable que l'enregistrement sismique prévoit 10 de la place pour les commentaires de l'opérateur; par exemple, l'opérateur peut noter que du bruit a été produit par un autre navire au voisinage du navire d'exploration. Il est clair qu'il serait souhaitable d'enregistrer directement sur la bande cette 15 information afin de pouvoir l'éliminer sans difficulté pendant le traitement des données.

15 L'enregistrement des données sismiques exige d'immenses capacités de mémorisation de données, puisque de très importantes quantités de données sont produites pendant le processus d'exploration sismique. Même avec les bandes magnétiques à haute densité de données les plus modernes, on peut remplir de 20 données sismiques une bobine entière de bande en 11 min environ d'exploration sismique. Il est donc souhaitable de mémoriser les données aussi économiquement que possible et, en outre, pendant la navigation, de préparer celles-ci aussi complètement que possible 25 en vue du traitement qui sera finalement effectué à l'aide d'un ordinateur d'un centre terrestre afin d'économiser le plus possible le temps de calcul à l'avance.

On connaît dans la technique des dispositifs de mémorisation de données sismiques qui sont conçus de façon à présenter les données sous une forme permettant leur traitement économique une fois les bandes magnétiques contenant ces données finalement ramenées à un centre de calcul terrestre en vue de leur analyse complète. Par exemple, le brevet des Etats-Unis d'Amérique 30 n° 4 016 531 décrit un dispositif de réarrangement des données qui 35 les fait passer d'une présentation serielle par rapport à l'instant de détection, qui est la présentation dans laquelle les données sont produites, à une présentation serielle par rapport à la trace qui

est plus économique pour le calcul sur l'ordinateur du centre terrestre. De même, le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 084 151 décrit un dispositif dans lequel des calculs relativement simples sont effectués sur les données, tandis que celles-ci sont réorganisées en fonction du schéma du brevet n° 4 016 531 cité ci-dessus.

La demanderesse a mis au point un dispositif d'exploration sismique et d'enregistrement de données sismiques qui offre la possibilité de détecter et de mémoriser des données sismiques suivant une présentation qui est très économique en vue du traitement ultérieur et qui offre également la possibilité d'extensions supplémentaires ultérieures si celles-ci se révèlent souhaitables. Le dispositif offre également une capacité de calcul protégée contre des défaillances, mais il n'impose aucune application abusive de parties identiques. Les informations d'en-tête relatives aux circonstances dans lesquelles un enregistrement particulier de données sismiques a été recueilli peuvent être mémorisées sur la même bande que les données sismiques elles-mêmes et, enfin, le dispositif peut être utilisé pour commander une unité de contrôle en temps réel faisant voir les données sismiques réelles pendant leur recueil et leur enregistrement.

Selon l'invention, le dispositif d'exploration sismique comporte plusieurs calculateurs numériques qui sont chacun conçus pour réorganiser des données sismiques suivant une forme appropriée au calcul. Le dispositif fonctionne de manière que les calculateurs choisissent chacun des quantités distinctes de traces sismiques dans le train de données entrant en vue du traitement, se répartissant donc les données entrantes en quantités qui peuvent chacune être manipulées par l'un des calculateurs numériques. Le dispositif de l'invention comporte également au moins un autre calculateur pouvant être utilisé comme calculateur de réorganisation de secours dans le cas où l'un des autres calculateurs de réorganisation tombe en panne. Une unité d'échange de données comporte de préférence un moyen permettant d'effectuer une présentation des informations d'en-tête pour les enregistrements de données sismiques qui constituent le signal de sortie du dispositif d'enregistrement.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

- 5 - la figure 1 représente une vue simplifiée du navire d'exploration et de la bande remorquée de détecteurs d'énergie acoustique;
- la figure 2 représente une vue d'ensemble du dispositif de traitement de données selon l'invention;
- 10 - la figure 3 montre l'organisation multiplex suivant laquelle les données sismiques sont initialement produites;
- la figure 4 montre l'organisation orientée par canaux suivant laquelle les données sismiques sont réarrangées en vue des calculs ultérieurs;
- 15 - la figure 5 représente une vue simplifiée de la circulation des données entre les divers moyens de traitement numérique qui constituent le dispositif de l'invention;
- la figure 6 représente une vue agrandie d'un module analogique qui fait partie du dispositif de la figure 5;
- 20 - la figure 7 représente une vue schématique agrandie de l'unité d'échange de données de la figure 5 et de ses connexions avec le reste du dispositif de l'invention;
- la figure 8 est un schéma montrant le fonctionnement de l'ensemble de production d'en-têtes; et
- 25 - la figure 9 est un schéma montrant comment un balayage se décompose pour le traitement.

Sur la figure 1, est représentée une vue générale d'un navire d'exploration sismique remorquant des détecteurs d'énergie acoustique. Le navire 10 est doté de plusieurs sources 12 (de préférence quarante) d'énergie acoustique destinées à créer une onde acoustique. L'onde acoustique se déplace dans l'eau en tous sens et est partiellement réfléchie aux interfaces des milieux de densités différentes qu'elle traverse. Par exemple, une importante fraction de l'onde est réfléchie lorsqu'elle atteint le fond de l'océan, puisque la différence des densités entre l'eau et la roche du fond de l'océan est relativement grande. Une certaine partie de l'onde

poursuit son chemin dans le lit de l'océan, puis une nouvelle fraction est réfléchie à la première interface de couches de roche de densités différentes, tandis que le reste de l'onde poursuit son chemin; finalement, l'énergie de l'onde acoustique s'épuise et plus aucune réflexion ne survient. Les ondes réfléchies qui ont été renvoyées après avoir traversé le lit de l'océan et l'eau sont détectées par des détecteurs 16 d'énergie acoustique qui sont remoqués par le navire 10 sur une bande 14. Dans le mode de réalisation préféré, il y a jusqu'à 208 détecteurs d'énergie acoustique 16 sur la bande 14. Comme cela a été expliqué ci-dessus, plus il existe de détecteurs d'énergie acoustique, plus on peut produire de traces sismiques. Ainsi, une fois les données recueillies, on peut produire une image plus exacte de la topographie de la structure sous-marine. Les procédés utilisés pour produire une image de la topographie de la structure sous-marine sont bien connus et ne seront pas expliqués dans cette description. Il suffit de dire que les données sont traitées de manière à éliminer des signaux les bruits acoustiques et électriques, puis les signaux sont additionnés, avec des retards appropriés permettant de compenser la distance supplémentaire parcourue par l'onde acoustique d'une extrémité de la bande à l'autre extrémité ainsi que la courbure de la bande dans l'eau derrière le navire.

Les détecteurs 16 d'énergie acoustique sont typiquement des détecteurs piézoélectriques qui produisent une tension de sortie fonction des variations de pression exercées sur le cristal piézoélectrique. La tension analogique ainsi produite est envoyée par des câbles le long de la bande 14 jusque sur le navire 10, où elle est mémorisée dans un dispositif 18 de mémorisation de données. Simultanément, les informations concernant la navigation sont enregistrées, ces informations pouvant être reçues par des moyens tels qu'une antenne 20, en provenance de stations radio littorales, de satellites, etc., et pouvant également être utilisées pour la navigation du navire 10. D'autres données de navigation sont appliquées au dispositif 18 de mémorisation de données en provenance du système de navigation du navire lui-même, par exemple de diverses espèces de radars, sonars, gyroscopes ou sonars Doppler.

La figure 2 est le schéma simplifié des principaux éléments constituant le dispositif de mémorisation de données sismiques selon l'invention. Les signaux sismiques sont d'abord envoyés dans un circuit analogique 22. Puisque les signaux sont, 5 en ce point, encore sous forme analogique, ils peuvent être traités, au moyen d'éléments de circuit classiques, et subir des opérations telles qu'une adaptation d'impédance des signaux entre l'extrémité éloignée du câble et l'extrémité proche. En outre, une mise à l'échelle peut dans certains cas être souhaitée, si bien que certains des 10 signaux peuvent être additionnés afin de donner une image instantanée du tracé grossier de la formation sous-marine. Dans certains cas, il peut être souhaitable d'effectuer un filtrage des signaux en ce point, alors qu'il sont encore sous forme analogique. On envoie ensuite les signaux dans un convertisseur analogique- 15 numérique 23. La transformation des signaux analogiques en mots numériques s'effectue par échantillonnage séquentiel de chacun des signaux entrants à intervalles fixes et par production d'une représentation numérique de l'amplitude instantanée du signal. Dans le mode de réalisation qui a été discuté ci-dessus, il existe 208 signaux 20 entrants, dont chacun est typiquement échantillonné chaque 4 ms, c'est-à-dire 250 fois par seconde. Pour un tir ordinaire, les signaux sont enregistrés sur une durée de l'ordre de 6 s, pendant laquelle chacun des signaux doit être échantillonné 1 500 fois. Les 25 1 500 échantillons de chaque signal ainsi produits peuvent commodément fournir une bonne représentation du signal analogique, puisque celle-ci est relativement simple et correspond à une basse fréquence.

Le signal de sortie du convertisseur analogique-numérique 23 est constitué d'une série de mots numériques représentant chacun l'amplitude instantanée d'un signal différent de celui qui le précède et de celui qui le suit. Ainsi, la série est une série multiplexée, serielle par rapport à l'instant de détection. L'avenir final de ces signaux numériques est leur traitement par des calculateurs d'un centre terrestre en vue de la production d'une 30 35 image des formations sous-marines. Les programmes utilisés par les ordinateurs du centre terrestre peuvent être exécutés à des vitesses

plus élevées s'ils opèrent sur des données dans lesquelles les mots qui se succèdent correspondent à des échantillons successifs du même détecteur d'énergie acoustique. Pour cette raison, les mots numériques venant de l'unité de conversion analogique-numérique 23 5 sont réarrangés dans des unités centrales de traitement 26 de manière à présenter une organisation serielle par rapport à la trace plutôt que l'organisation serielle par rapport à l'instant de détection. A cet effet, il est prévu une unité 24 d'échange de données qui ajoute des informations d'en-tête aux signaux et les 10 envoie sur une ligne commune dans laquelle les unités centrales de traitement 26 les sélectionneront en fonction d'un procédé discuté ci-après de façon détaillée. Il est possible de choisir parmi ces signaux sur une base d'alternance, pair-impair, à raison d'un signal sur quatre, ou autrement, selon ce qui est souhaité. L'avantage qu'il y a à prévoir deux calculateurs 26, ou plus, par l'un ou l'autre desquels les données sont alternativement choisies et traitées, est que, de cette manière, on peut employer des calculateurs plus petits; et, s'il est besoin d'une capacité supplémentaire, on peut leur adjoindre une autre petite unité centrale de 15 traitement 26 au prix d'une dépense minimale. Si l'on utilise un unique calculateur de plus grande capacité, qui se révèle ultérieurement inapproprié, il faut alors le remplacer par un calculateur encore plus grand et, du fait que la programmation appropriée à des calculateurs différents est habituellement également différente, il faut créer également de nouveaux programmes. Par comparaison, l'adjonction d'un plus petit calculateur 26 n'impose qu'un minimum de reprogrammation. En outre, de petits calculateurs supplémentaires peuvent être des calculateurs asservis à un calculateur principal; de cette manière, il suffit de très peu de reprogrammation. En fait, lorsqu'on utilise deux unités centrales de traitement, 20 comme cela est représenté sur la figure 2, l'un peut être le calculateur principal et l'autre le calculateur asservi, si bien que le calculateur principal contient principalement toute la programmation, tandis que l'autre calculateur est véritablement asservi au sens où il ne contient pas son propre programme.

Un avantage supplémentaire qu'assure l'utilisation de multiples calculateurs sera décrit ci-après de façon plus détaillée. Les calculateurs supplémentaires utilisés pour produire par exemple des informations de diagramme de contrôle peuvent également servir de calculateurs de secours vis-à-vis des unités centrales de traitement 26 dans le cas où celles-ci subiraient une panne.

5 Les figures 3 et 4 présentent respectivement l'état d'organisation, en série par rapport à l'instant de détection, multiplex dans lequel les données sismiques arrivent à 10 l'unité d'échange de données et l'état d'organisation, en série par rapport à la trace, orienté par canaux dans lequel les données sont mémorisées sur les bobines de bande 28 de la figure 2.

15 Sur la figure 3, un premier tir sismique est décrit comme contenant des échantillons d'un canal 1 à un canal N. Dans un mode de réalisation préféré, N est égal à 208, ce qui correspond au nombre de détecteurs d'énergie acoustique traînés par le navire d'exploration, chaque détecteur étant échantillonné P fois. Chaque colonne verticale de X indique un mot numérique 20 unique correspondant à une mesure de la tension instantanée du signal d'un détecteur d'énergie acoustique donné. Dans le mode de réalisation préféré, l'un quelconque d'un grand nombre d'états d'organisation numériques peut être utilisé pour la mémorisation de ces mots; l'état d'organisation choisi peut de même varier en 25 ce qui concerne le nombre de bits constituant chaque mot. La sélection d'un état d'organisation, ou "format", peut se faire en fonction de techniques bien connues.

30 L'état d'organisation présenté sur la figure 3 ou 4 correspond à un sens de défilement des bandes de la droite vers la gauche des figures. Les informations d'en-tête sont d'abord enregistrées et indiquent les paramètres de navigation et d'autres données relatifs aux circonstances dans lesquelles les données sismiques ont été enregistrées, ces informations étant suivies par les données sismiques elles-mêmes. Le premier enregistrement correspond au canal 1 et à l'échantillon 1, puis au canal 2 et à 35 l'échantillon 1, et ainsi de suite, jusqu'au canal N, échantillon 1.

Ceci signifie naturellement, en ce qui concerne la détection du premier échantillon, que les détecteurs d'énergie acoustique ont été échantillonnés l'un après l'autre, les tensions instantanées des signaux étant ensuite placées en représentation numérique pour être mémorisées en séquence. Après que tous les détecteurs ont été échantillonnés (ce qui, comme indiqué ci-dessus, peut prendre 4 ms), le convertisseur analogique-numérique revient au canal 1 pour commencer à traiter le deuxième échantillon, et effectue un nouvel échantillonnage séquentiel sur tous les détecteurs d'énergie acoustique, en procédant du canal 1 au canal N. L'opération se poursuit jusqu'au moment où le dernier échantillon est prélevé, à savoir l'échantillon P. L'opérateur a alors la faculté de tirer un nouveau coup des canons à air comprimé, afin de produire un deuxième tir sismique, et de détecter les échos de l'onde acoustique à travers le lit sous-marin.

La figure 4 montre comment le format multiplex de la figure 3 a été réorganisé de manière que tous les échantillons de chaque canal soient présentés ensemble suivant le mode de présentation dans lequel ces données doivent être fournies au calculateur d'un centre de calcul terrestre. Les informations d'en-tête sont les mêmes pour le mode de présentation multiplex de la figure 3 pour le mode de présentation orienté par canaux de la figure 4. Ce sont les échantillons de données sismiques eux-mêmes qui sont réorganisés. Comme le montre la figure 4, la première aire de la bande contient d'abord tous les échantillons, de 1 à P, du canal 1, puis viennent les échantillons 1 à P du canal 2, et, ainsi de suite, jusqu'aux échantillons 1 à P du canal N à la fin de l'enregistrement du premier tir.

L'appareil particulier qui sert à réorganiser les données ne fait pas partie de l'invention. Toutefois, dans un mode de réalisation particulier, cet appareil est celui décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 016 531 cité ci-dessus, dans lequel les données sont écrites sur un disque magnétique de manière non séquentielle, puis sont lues sur ce disque de manière séquentielle de façon à pouvoir être lues suivant un mode de présentation en série par rapport à la trace, puis mémorisées sur une bande suivant ce mode

de présentation. Ce processus de réorganisation est complètement décrit dans le brevet 4 016 531 cité.

La figure 5 présente une vue simplifiée générale du dispositif de détection et d'enregistrement de données sismiques. Des signaux sismiques analogiques sont appliqués (dans le format en série par rapport à l'instant de détection de la figure 3) à un circuit 30 de régénération et de conditionnement de signaux. Dans ce circuit, est effectuée l'adaptation d'impédance des divers signaux, puisque ceux qui viennent de loin ont subi les effets d'une impedance beaucoup plus forte que ceux qui viennent d'une courte distance. Il est également possible de conditionner les signaux. Ce circuit 30 peut être constitué d'une unité "DSS-V" que fabrique la Société Seismic Engineering Co. des Etats-Unis d'Amérique.

Les signaux traités sont ensuite divisés en quatre parties sensiblement égales, dont chacune est envoyée à l'un de quatre modules analogiques 31, 32, 33 et 34. Le module de commande 36 commande les modules 31 à 34. Dans les modules analogiques, les signaux sont de nouveau traités et sont mis de la forme analogique à la forme numérique. Dans le mode de réalisation préféré, comme indiqué ci-dessus, 208 signaux sismiques sont produits et, parmi ceux-ci, les numéros 1 à 60 sont traités par le module analogique 31, les numéros 61 à 120 par le module analogique 32, les numéros 121 à 180 par le module analogique 33, et le reste, soit les numéros 181 à 208, par le module analogique 34. Le module de commande 36 dirige ces signaux sur l'un des dispositifs 37 et 38 enregistreurs de bandes magnétiques en vue d'une mémorisation à court terme destinée à prévenir la perte des signaux pour le cas où le reste du dispositif présenterait une défaillance. Un convertisseur numérique-analogique 42 et une caméra, ou un oscilloscophe électrostatique, 44 peuvent également être connectés au module de commande 36 en vue de la réalisation d'une image en temps réel de l'un ou plusieurs des signaux entrants, afin que l'opérateur puisse se faire une idée sur ce à quoi les signaux ressemblent.

Les quatre modules analogiques 31 à 34, le module de commande 36 et les enregistreurs 37 et 38 sur bande magnétique constituent un enregistreur 40, qui est par exemple une unité "DFS-V", article fabriqué par la Société Texas Instruments.

De l'enregistreur 40, les données passent ensuite dans une unité d'échange de données 50. Cette unité 50 commande la circulation des données dans le dispositif. C'est là que les données de navigation, désignées par la référence 52, sont associées aux 5 données sismiques afin de former un enregistrement complet constitué d'informations d'en-tête et de données sismiques. De même, l'unité d'échange de données prend en compte les données de navigation 52 et produit des instructions de commande de tir, désignées par la référence 56, en vue de la mise à feu des canons à air 10 primé qui sont la source de l'énergie acoustique mesurée par les détecteurs d'énergie acoustique. L'unité 50 d'échange de données peut être conçue de façon que les tirs soient déclenchés à intervalles égaux de distance ou à intervalles égaux de temps selon ce qui est décidé par l'opérateur.

15 Les données, comportant à la fois les données sismiques et l'information d'en-tête, sont envoyées via une ligne commune 63 jusqu'à des unités centrales de traitement 60 et 62 qui effectuent une sélection parmi les données afin d'effectuer un traitement d'après le schéma de comptage décrit ci-après. Dans le 20 mode de réalisation préféré, tel que celui présenté sur la figure 5, deux unités centrales de traitement sont prévus, mais on pourrait en prévoir un plus grand nombre, en fonction de la quantité de données à traiter.

L'unité centrale de traitement 60 sert à commander la circulation des données et leur réorganisation dans le format en série par rapport à la trace, que présente la figure 4, à partir du format en série par rapport à l'instant de détection, que présente la figure 3. En substance, les deux unités centrales de traitement 60 et 62 envoient des données, par l'intermédiaire 30 d'un commutateur 64 de transfert à plusieurs disques, à l'une de plusieurs unités 65 à 68 de mémorisation sur disque à court terme. En général, chacune des unités centrales de traitement 60 et 62 est principalement associée à l'un des disques 65 à 68 par le commutateur de transfert à plusieurs disques pendant la durée d'un 35 essai, qui peut comprendre un grand nombre de tirs sismiques s'étendant sur plusieurs jours. Toutefois, deux disques supplémentaires sont prévus dans le mode de réalisation préféré présenté

sur la figure 5 afin de servir de mémoires de secours en cas de besoin. Sous commande des unités centrales de traitement, les données sont reçues de l'unité d'échange de données et écrites de manière séquentielle sur l'un des disques 65 à 68, pour être ensuite 5 écrites séquentiellement par les unités centrales de traitement et délivrées, via des unités 70 et 72 d'organisation de données sur l'une de plusieurs unités 73, 74, 75 ou 76 de transport de bandes de mémorisation de données à long terme suivant la présentation séquentielle en série par rapport à la trace illustrée sur la figure 4.

10 Ces unités de transport de bande 73 à 76 effectuent donc l'enregistrement réel des données dans le format sériel par rapport à la trace voulu sous commande des calculateurs 60 et 62.

Les données, qui ont été partagées entre les deux calculateurs 60 et 62, doivent être recombinées dans l'une des 15 deux unités d'organisation 70 et 72 une fois qu'elles ont été enregistrées de manière à pouvoir être toutes mémorisées sur une seule bobine de bande magnétique. Ceci s'effectue sous commande des unités centrales de traitement 60 et 62. Il est souhaitable que l'un des deux calculateurs soit considéré comme le calculateur principal, 20 l'autre (ou les autres dans le cas où il en est utilisé plus de deux) lui étant asservi de manière à simplifier ce processus d'"imbrication".

Il est également possible d'associer aux unités centrales de traitement une imprimante 59 et un écran de visualisation 57 du type tube à rayons cathodiques afin de permettre à l'opérateur 25 de donner des instructions, de laisser passer des messages d'erreur, etc.

Il est souhaitable qu'une troisième unité centrale de traitement 80, appelée "unité centrale de traitement de contrôle" soit également reliée aux unités d'organisation 70 et 72. Ces unités 30 d'organisation sont conçues de manière qu'il soit possible de lire les données qu'elles fournissent après leur écriture dans les dispositifs de transport de bande magnétique. De cette manière, sous commande de l'unité centrale de traitement de contrôle 80, une unité de contrôle 82 peut produire une image en temps réel de ce qui a 35 été décrit sur les bandes montées sur les unités de transport 73 à 76. Une description détaillée du fonctionnement de l'unité centrale de

traitement de contrôle 80 et du diagramme produit par l'unité de contrôle 82 sera trouvée dans la demande de brevet français n° déposée ce jour sous le titre "Unité de contrôle en temps réel pour dispositif d'exploration sismique et son procédé de fonctionnement".

Il est également souhaitable de prévoir en outre des connexions permettant de faire fonctionner l'unité centrale de traitement de contrôle 80 comme unité centrale de traitement de secours vis-à-vis des deux unités centrales de traitement 60 et 62 dans le cas où l'une d'entre elles connaîtrait une défaillance.

De préférence, une unité centrale de secours sera prévue pour jouer ce rôle. Il est évident sous ce rapport qu'il est utile que toutes les unités centrales de traitement soient identiques. Non seulement elles "parleront la même langue", mais, de plus, il sera facile d'effectuer le remplacement de l'une d'elles en cas de panne. De même, s'il apparaît souhaitable d'augmenter la capacité de calcul de tout le dispositif, il est relativement simple d'effectuer l'adjonction d'une troisième ou d'une quatrième unité de traitement identique. Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, toutes les unités centrales de traitement sont des calculateurs modèle "380B" de la Société Texas Instruments des Etats-Unis d'Amérique.

Alors qu'il existe deux unités 70 et 72 d'organisation de données, commandant chacune deux unités 73 et 74, 75 et 76, de transport de bande magnétique, soit un nombre total de quatre unités de transport de bande magnétique 73 à 76, on note que, à un instant donné quelconque, seule une des unités d'organisation et une des unités de transport de bande sont utilisées. Ce supplément de capacité est destiné à permettre un fonctionnement continu au moment des changements de bande magnétique, ce qui, comme cela a été mentionné ci-dessus, doit se produire environ toutes les 11 min pendant le recueil de données sismiques, sachant qu'il faut également envisager la possibilité que l'une des unités de transport de bande tombe en panne. Les unités de transport de bande produites par la technologie actuelle comportent des moyens de dépistage d'erreur, si bien que l'opérateur est informé de la manière, correcte ou non, dont les données sont décrites sur la bande. De plus, comme cela a été discuté ci-dessus, une unité de

contrôle 82 permet à l'opérateur d'obtenir une image concrète des données qui s'écrivent sur la bande. De cette manière, il sait si l'unité de transport de bande utilisée travaille de manière satisfaisante ou non, les unités de transport de bande supplémentaires étant disponibles en cas de difficulté.

Il est souhaitable que l'unité de contrôle 82 fonctionne en temps réel. C'est en fait ce qui se passe. L'unité de contrôle 82 imprime un diagramme relatif aux signaux s'enregistrant dans l'une des unités de transport de bande 73 à 76 en temps réel; c'est-à-dire que, lorsque le tir a été effectué, dès que les enregistrements ont été réarrangés, ils commencent d'être imprimés sur le diagramme de contrôle de façon que l'opérateur dispose d'une image des données qui s'écrivent sur l'unité de transport de bande. De façon souhaitable, le tableau supportant ce diagramme est un tableau électrostatique, comportant un nombre suffisant d'électrodes pour permettre l'impression des données à une vitesse comparable à celle à laquelle il les reçoit. Dans un mode de réalisation préféré, le tableau contient 1836 électrodes séparées entre elles à raison de 40 électrodes/cm, ce qui donne un tableau d'une largeur de 45 cm environ pouvant effectuer l'impression d'une longueur correspondant à 7,2 s de données (à une fréquence d'échantillonnage de 250 Hz) pour un nombre illimité de signaux acoustiques. Les particularités du fonctionnement de l'unité centrale de traitement de contrôle 80 et du panneau d'impression font l'objet de la demande de brevet français n° déposée ce jour par la demanderesse sous le titre "Unité de contrôle de temps réel pour dispositif d'exploration sismique et son procédé de fonctionnement".

La figure 6 montre les principaux constituants d'un module analogique, qui, comme cela a été indiqué ci-dessus, se trouve en quatre exemplaires dans le dispositif d'enregistrement "DFS-V" de la Société Texas Instruments". Les signaux arrivent d'abord à un préamplificateur 101, puis, via un filtre 103 à coupure supérieure et un filtre 105 à coupure inférieure, à un filtre éliminateur de bande à flancs raides 107. La fonction de ces éléments est de préparer le signal à une conversion appropriée et exacte au format numérique. Chacun des signaux est délivré à son

propre préamplificateur, et ses propres filtres coupe-haut, coupe-bas et éliminateur de bande à flancs raides, de sorte que, dans un mode de réalisation préféré, il existe 240 de ces éléments 101 à 107 à l'intérieur du dispositif 40, le modèle "DFS-V". A l'intérieur de 5 chaque module analogique, il existe également un multiplexeur de canaux 109, un convertisseur analogique-numérique 111 et un amplificateur 113 à virgule flottante. Le multiplexeur de canaux 109 est commandé par le module de commande 36 (voir figure 5) de manière qu'il sélectionne les signaux à échantillonner à un instant donné.

10 Comme cela a été discuté ci-dessus, les signaux multiples envoyés au module analogique subissent un cycle se répétant toutes les 4 ms, soit 250 fois par seconde, et, dans le cas du module analogique 31, les signaux n° 1 à 60 sont traités. Du multiplexeur de canaux 109, les signaux sont envoyés au convertisseur analogique- 15 numérique 11 dans lequel ils passent de la représentation analogique à une représentation numérique pouvant avoir n'importe quel format numérique approprié. Dans le mode de réalisation préféré, le format choisi comprend 15 bits de données, un signe et 3 bits de gain suivant un format d'entier à virgule flottante. Ce format est approprié 20 à l'amplification effectuée dans l'amplificateur 113 à virgule flottante, dont l'action consiste à simplement changer les bits de gain. La mise à l'échelle ainsi réalisée, qui est discutée plus en détail dans le brevet n° 4 084 151 cité peut être utilisée pour faire que la représentation numérique des 25 signaux corresponde à un nombre plus petit, de sorte qu'un certain nombre de ces signaux puissent être additionnés pour former un signal de sortie à destination de la caméra 44 (voir figure 5) afin de donner à l'opérateur une représentation en temps réel des signaux en provenance de l'un quelconque des modules analogiques.

30 La figure 7 montre le dispositif tout entier, dans lequel l'unité d'échange de données 50 est représentée de façon plus détaillée. L'unité d'échange de données 50 est représentée comme recevant des données d'entrée de la part d'un calculateur de navigation 90, auquel peut être connecté un clavier 95, des signaux 35 sismiques, qui sont passés par l'enregistreur 40, et des données concernant la bande de détecteur d'énergie acoustique, la mesure de la profondeur et la navigation, et comme délivrant les informations

combinées d'en-tête et de signaux de données aux deux unités centrales de traitement 60 et 62, dont l'une est le calculateur principal, l'autre lui étant asservie. Les unités centrales de traitement 60 et 62 sont raccordées respectivement à des claviers 60' et 5 62'. Les données sont ensuite réorganisées et présentées selon un nouveau schéma, comme cela est décrit ci-dessus, par les deux unités centrales de traitement 60 et 62, pour être mémorisées sur une bande magnétique montée sur l'une des unités de transport de bande 73 à 76, comme cela est également décrit ci-dessus. De plus, peuvent 10 être prévus un calculateur de contrôle et un panneau d'enregistrement de diagramme. L'unité d'échange de données 50 a deux fonctions essentielles dans le dispositif de l'invention. Elle recueille les données destinées à former l'en-tête, laquelle est produite par un dispositif 92 d'édition, ou de présentation, d'en-tête sous com- 15 mande d'une mémoire programmable ineffaçable 91 qui commande l'adresse et l'ordonnancement des informations d'en-tête, et elle combine les informations concernant l'en-tête et les données sismiques dans un dispositif 94 de combinaison d'informations d'en-tête et de données sismiques, afin de produire un signal de sortie composite 20 sur la ligne commune 63, par l'intermédiaire de laquelle les unités centrales de traitement 60 et 62 font leur choix en vue du traitement.

Les données de navigation sont recueillies par un calculateur de navigation 90 qui dirige le navire en fonction 25 des consignes formulées par un opérateur. Les données du calculateur de navigation 90 sont également envoyées, via l'unité d'échange de données 50, à une unité 96 de commande de mise à feu qui commande la mise à feu des canons 12 en fonction du temps ou de la distance, comme cela a été décrit ci-dessus. Les données relatives à ce tir, 30 ainsi que les données de navigation, sont envoyées au dispositif 92 d'édition d'en-tête qui mémorise l'information suivant une présentation prédéterminée commandée par le dispositif 91 de commande d'adresse de mémoire programmable ineffaçable et provoque leur écriture sur les bandes que portent les unités 73 à 76 de transport 35 de bandes. Les données relatives à la bande portant les détecteurs d'énergie acoustique, qui contiennent des informations sur la pro-

fondeur à laquelle les détecteurs sont remorqués, leurs positions relatives par rapport au navire, etc., sont également envoyées au dispositif 92 d'édition d'en-tête qui les incorpore aux informations d'en-tête.

5 Le dispositif peut également être doté d'un clavier 95 servant à donner des instructions au calculateur de navigation 90 ou à l'un des autres calculateurs, l'opérateur pouvant adjoindre, à ce niveau, n'importe quels commentaires qu'il juge pertinents sur les enregistrements. Encore une fois, ces 10 informations sont incorporées aux informations d'en-tête qui sont appliquées au dispositif 92 de présentation d'en-tête et sont écrites sur une bande magnétique portée par l'une des unités de transport de bande 73 à 76. De cette manière, l'unité 50 d'échange de données réunit toutes les informations enregistrées relatives 15 à la fois à l'en-tête et aux données sismiques et permet que toutes les informations relatives aux circonstances dans lesquelles l'enregistrement sismique a été fait soient enregistrées sur la même bande que l'enregistrement lui-même. Cet enregistrement commun est ensuite délivré sur une ligne commune 63 à laquelle un 20 nombre quelconque voulu d'unités centrales de traitement peuvent être connectées, afin d'augmenter la puissance de traitement du dispositif de l'invention.

La figure 8 représente un organigramme expliquant comment sont réunies les données par l'unité traductrice d'informations d'en-tête afin de fournir des informations d'en-tête à l'enregistrement numérique. Une ligne commune d'en-tête accumule les données en provenance du calculateur de navigation (désignées en abrégé DN sur le dessin), les informations relatives au cap et à la profondeur de la baude remorquée portant les détecteurs d'énergie acoustique (désignées en abrégé par ICPBR), les données relatives à l'état de fonctionnement du dispositif de mémorisation de données (données du panneau avant d'utilisation, soit, en abrégé, DT), les données provenant des quarante canons utilisés pour produire l'onde acoustique à détecter (désignées par D40C) et les données de profondeur (soit DP) indiquant la profondeur de l'eau. Cette ligne commune est connectée à l'unité de traduction d'information d'en-tête fonctionnant d'après les indications données par l'organigramme

constituant la partie droite de la figure 8. Comme on peut le voir, l'organigramme indique que le dispositif de traduction d'en-tête interagit avec le calculateur de navigation et l'ensemble procurant les mesures dites gravimétriques (soit "gravité") jusqu'à ce que 5 toute l'en-tête ait été produite, après quoi celle-ci est envoyée à l'unité d'enregistrement 40 ("DFS"), qui renvoie celle-ci au calculateur de navigation, comme cela est indiqué dans le schéma de la figure 7. L'en-tête est ensuite combinée avec les données dans l'unité 94 de combinaison d'en-tête et de données (voir figure 7), 10 puis transmise aux unités centrales de calcul 60 et 62.

Plus précisément, l'organigramme comprend, après l'indication "interruption", un test posant la question de l'"interruption du dispositif 40"; en cas de réponse positive, 15 l'instruction suivante consiste à "envoyer l'en-tête au dispositif 40", après quoi l'organigramme renvoie avant la dernière instruction; en cas de réponse négative, il est procédé à l'opération "remise à zéro générale et recueil des données d'en-tête", après quoi est effectué le test "DN en dérivation?"; en cas de réponse positive, l'organigramme se raccroche directement avant la dernière instruction; sinon, 20 les instructions suivantes sont "envoyer 128 mots à DN", "recevoir 128 de DN", et "envoyer 256 mots à gravité"; la dernière instruction est "prendre en charge le panneau avant", avec bouclage sur elle-même.

La figure 9 montre comment sont manipulés les mots numériques d'un balayage (qui est un échantillonnage de 4 ms sur chacune des traces). S'il y a 140 échantillons distincts, ceux-ci sont divisés en "groupes", de quatre échantillons, deux groupes, notés G_1 et G_2 , constituant un "cycle" dans le mode de réalisation impliquant l'utilisation de deux unités centrales de traitement, à 25 savoir 60 et 62. S'il y a trois calculateurs, il y aura trois groupes par cycle et, s'il y a quatre unités centrales de traitement, il y aura quatre groupes par cycle, et ainsi de suite. Cet agencement des données est utile à la mise en œuvre qui sera discutée ci-après en relation avec des unités centrales de traitement du type "980B" 30 de la Société Texas Instruments. S'il est fait appel à d'autres calculateurs, ce sont d'autres considérations qui seraient pertinents.

nentes. La figure 9 montre comment les quatre premiers échantillons deviennent un groupe qui est sélectionné, par exemple, par l'unité centrale de traitement principale. Les quatre échantillons venant en second lieu, à savoir les numéros 5 à 8, deviennent une partie 5 du groupe G_2 du cycle 1 et sont choisis par l'unité centrale de traitement asservie, et ainsi de suite, jusqu'à ce que les 30 cycles complets aient été appliqués et toutes les données d'un premier balayage aient été traitées par les unités centrales de traitement. A ce moment, le processus recommence.

10 Ce qui suit est une série d'instructions destinée à être utilisée par un programmeur disposant du "manuel de référence du programmeur en langage assembleur pour le calculateur modèle 980 de la Société Texas Instruments", ainsi que du "manuel d'entrée-sortie en langage assembleur du calculateur modèle 980 15 de la Société Texas Instruments". Au moyen de ces informations, le programmeur peut faire en sorte que les unités centrales de traitement 60 et 62 fonctionnent de la manière indiquée ci-dessus et sélectionnent les mots numériques appropriés sur la ligne commune de données 63. Les spécifications d'interface d'unités centrales 20 de traitement suivantes se rapportent à plusieurs mots de 16 bits qui sont les signaux de commande des calculateurs du type "980B".

INTERFACE DE L'UNITE CENTRALE

A. MOTS ATI

1. MOT 1

25	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15
	ATI	OP	CODE							O	S	I	N	C	PORT		

ATI OP CODE : Le code OP du mot 1 ATI est "D9" en hexadécimal.

- 30 S S = 0 permet le défilement de la bande dans le dispositif "DFS-V".
 S = 1 empêche le défilement de la bande du dispositif "DFS-V".
 R R = 0 un enregistrement doit être extrait de l'entrée du dispositif "DFS-V".
 R = 1 un enregistrement doit être extrait du dispositif de transport de bande du "DFS-V".

N N = 1 Utilisé seulement pour donner au dispositif de commande l'ordre de mémoriser l'état.
L'état est mémorisé sans interruptions et le fonctionnement normal du dispositif de commande n'a pas lieu.

5 C C = 1 Effacement inconditionnel du dispositif de commande.

X bit non utilisé

I I = 1 Incrémentation du numéro d'enregistrement de "DFS-V".
10 I = 0 Maintien du numéro d'enregistrement.

2. MOT 2 - utilisé seulement si les bits N et C sont nuls.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ADRESSE	DE	LISTE	D'INSTRUCTIONS	D'ENTREE											

15 B. LISTE D'INSTRUCTIONS D'ENTREE

1. MOT 1 DE LA LISTE Adresse de la mémoire de départ

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ADRESSE	DE	LA	MEMOIRE	DE	DEPART										

2. MOT 2 DE LA LISTE Comptage de transferts

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
COMPTAGE	DE	TRANSFERTS													

a) Si le mot 3 de la liste indique un transfert des informations d'en-tête, le comptage de transferts s'applique au nombre de transferts de mots de 16 bits.

b) Si le mot 3 de la liste indique le transfert de mots de données, le comptage de transferts est le nombre d'échantillons transférés. Un échantillon utilise deux mots de 16 bits.

3. MOT 3 DE LA LISTE Mot d'instruction de dispositif

(A)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	K	C	D	S	SPG	NOG			GN			SF			

5	I	I = 0	Le dispositif mémorise l'état sans interruption.
		I = 1	Le dispositif interrompt et mémorise l'état.
10	K	K = 0	Le dispositif mémorise les échantillons de données dans le format IFP.
		K = 1	Le dispositif convertit les échantillons en format IFP en un nombre binaire.
	C	C = 1	Un chaînage de la liste d'instructions est effectué.
15	D	D = 0	Les informations d'en-tête doivent être transférées en mémoire.
		D = 1	Les échantillons de données doivent être transférés en mémoire.
	S	S = 0	L'adresse de la liste est mémorisée comme deuxième mot d'état.
20		S = 1	Le comptage de transferts restants est mémorisé comme deuxième mot d'état.
	SPG		Le dispositif de commande de dispositif divise chaque balayage de données en segments contenant le nombre de groupes spécifié par le nombre binaire contenu dans SPG. Si le balayage n'est pas uniformément divisible par le nombre SPG plus un, le dernier segment contient les groupes restants.
25			
30	GN		Le dispositif de commande de dispositif sélectionne le groupe de chaque segment qui correspond au nombre binaire plus un spécifié par GN.

SF

Le dispositif de commande de dispositif met à l'échelle les échantillons de données (déplace à droite) le nombre de bits spécifié par le nombre binaire de SF.

5 4. MOT 4 DE LA LISTE Adresse de chaînage

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

ADRESSE DE MEMOIRE DE LA LISTE D'INSTRUCTIONS SUIVANTE

(Le mot 4 de la liste n'est pas utilisé si le bit 2 du mot 3 de la liste est nul).

10 5. MOT 5 DE LA LISTE Mots par échantillon et échantillons par cycle

0	5	6	15
---	---	---	----

WPS	SPC
-----	-----

(Le mot 5 de la liste n'est pas utilisé si le bit 4 du mot 3 de la liste est nul).

15

WPS Les 6 bits les plus significatifs de ce mot sont utilisés pour définir le nombre de mots de 16 bits par échantillon. Lorsque la valeur de WPS est nulle, le dispositif de commande prend une valeur de 64. Lorsqu'elle est utilisée en conjonction avec la valeur SPC et le mot 6 de la liste, la valeur WPS désigne le nombre d'emplacements de mémoire séquentiels à écrire avant d'incrémenter l'adresse de mémoire de la valeur du mot 6 de la liste.

20

SPC Les bits 6 à 15 contiennent l'information échantillons par cycle. Ces 10 bits désignent le nombre d'incrémentations d'échantillon à ajouter avant le début d'un nouveau cycle.

25

30

Le nouveau cycle commence à l'adresse de mémoire calculé par addition des mots par échantillon à l'adresse de départ du cycle précédent.

SPC = 0 se décode sous la forme 1024.

5

6. MOT 6 DE LA LISTE Incrémentation d'échantillon															
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S	INCREMENT D'ECHANTILLON														

10

(Le mot 6 de la liste n'est pas utilisé si le bit 4 du mot 3 de la liste est nul).

15

La valeur d'incrément d'échantillon s'ajoute à l'adresse de mémoire de départ de chaque échantillon pour déterminer l'adresse de mémoire de départ de l'échantillon suivant. Ceci s'effectue pour chaque échantillon d'un cycle, à l'exception du premier échantillon. Voir le mot 5 de la liste, SPC, pour la détermination du premier échantillon d'un nouveau cycle.

20

S S = 0 Les données doivent être transférées à des emplacements de mémoire séquentiels.
S S = 1 Les mots 5 et 6 de la liste servent à ventiler l'écriture des données en mémoire.

C. MOTS D'ETAT DE DISPOSITIF DE COMMANDE D'ENTREE

1. MOT D'ETAT 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
LT	0	0	0	HD	S	DS	EOD	T	0	0	P	B	0	0	OC

25

LT = 1 Le transfert de données spécifié par une liste d'instructions s'est achevé et le dispositif de commande passe à une nouvelle liste.

30

HD = 1 Une tentative a été faite pour transférer des informations d'en-tête au moyen d'une liste de données, ou bien une tentative a

été faite pour transférer des données au moyen d'une liste d'en-tête. Le type de liste d'instructions est défini par le bit 3 du mot 3 de la liste (ARRET DE DEROULEMENT DE PROGRAMME).

5

S = 1

Une erreur de synchronisation s'est produite lors de l'arrivée de données en provenance du dispositif d'enregistrement "DFS-V".
(ARRET DE DEROULEMENT DE PROGRAMME).

10

DS = 1

Le dispositif "DFS-V" a lancé son cycle d'enregistrement ou de reproduction, les informations d'en-tête seront bientôt disponibles. (DEMARRAGE DFS).

EOD = 1

Le dispositif "DFS-V" a achevé un cycle d'enregistrement ou de reproduction, aucune donnée supplémentaire ne sera inscrite par le dispositif "DFS-V".

T = 1

Une erreur de synchronisation s'est produite.
Le dispositif de commande n'est pas en
mesure de transférer aussi tôt des données
à la mémoire, et des données se sont perdues.
(ARRET DE DEROULEMENT DE PROGRAMME).

P = 1

Une erreur de parité a été détectée dans un mot ATI ou dans un mot de la liste (ARRET DE DEROULEMENT DE PROGRAMME), ou bien une erreur a été détectée dans un transfert de données du dispositif "DFS-V" au dispositif de commande d'entrée.

35

$$B = 1$$

Le dispositif de commande est en train de traiter une liste d'instructions et a reçu un mot ATI avant d'avoir achevé la liste actuelle. Le mot ATI est ignoré.

30

$$OC = 1$$

Une liste d'instructions a été achevée et aucun chaînage n'est indiqué. Fin d'opération.

35

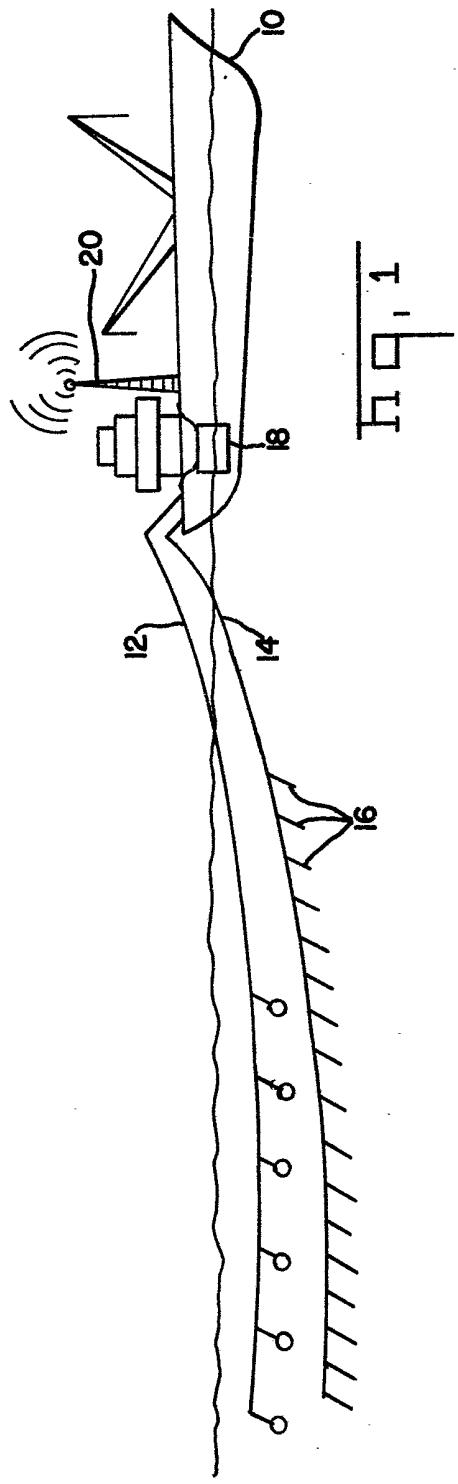
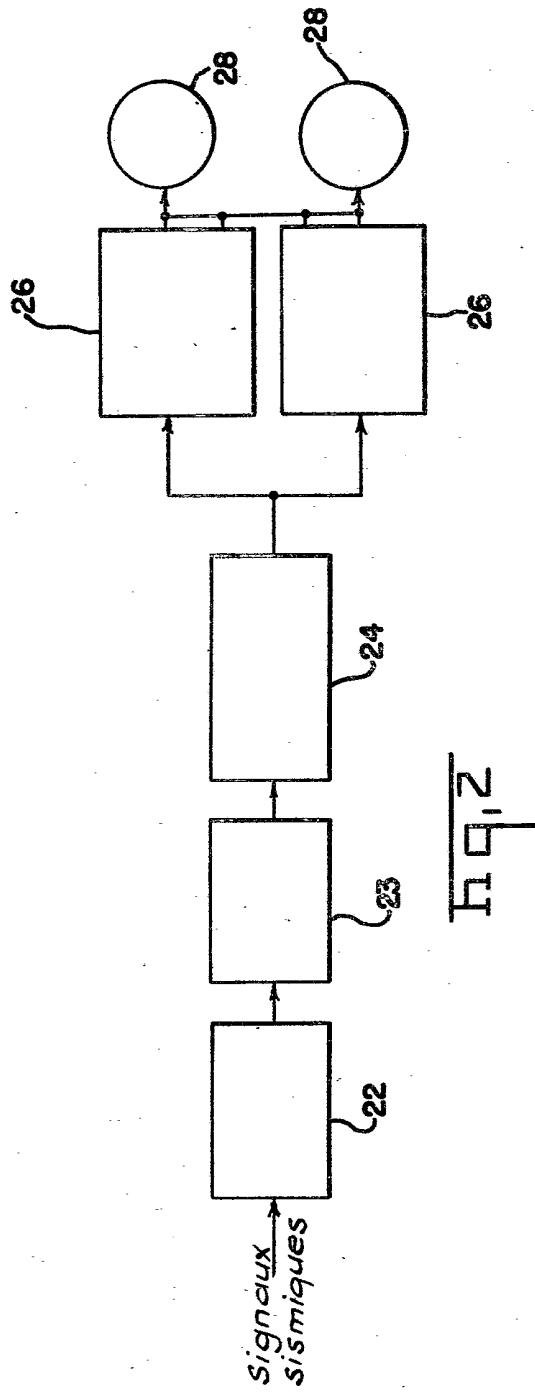
Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure
d'imaginer, à partir du dispositif dont la description vient
d'être donnée à titre simplement illustratif et nullement limi-
tatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du
5 cadre de l'invention.

R E V E N D I C A T I O N S

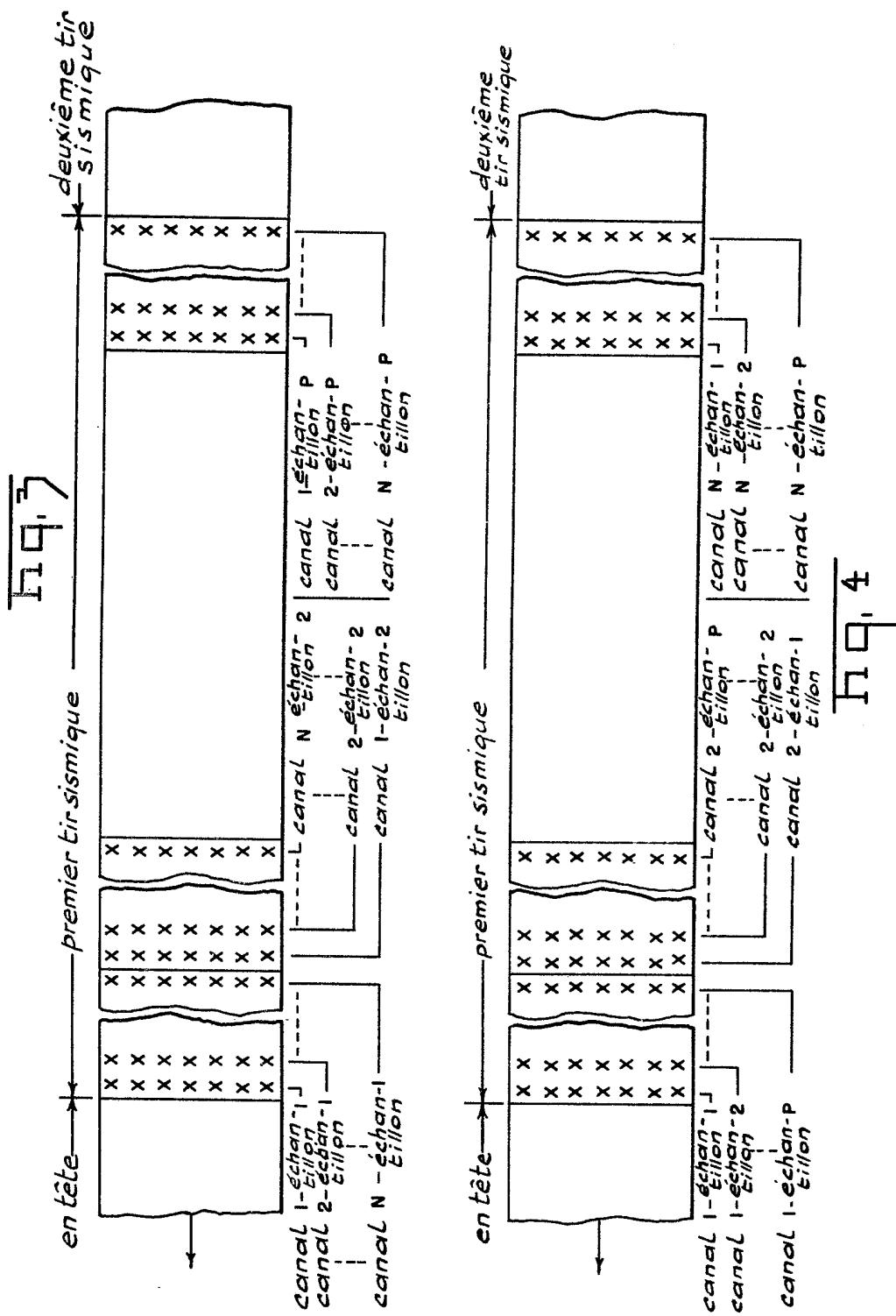
1. Dispositif d'exploration sismique sous-marine comprenant une source (12) d'impulsions sismiques, des détecteurs (16) d'impulsions sismiques et un dispositif (18) d'enregistrement permettant d'enregistrer les impulsions détectées, le dispositif d'exploration étant caractérisé en ce qu'il comprend :
- un convertisseur analogique-numérique (31 à 34) qui fournit des données numériques selon une première présentation correspondant aux impulsions détectées;
- plusieurs calculateurs numériques (60, 62) conçus pour donner aux données numériques une deuxième présentation et pour sélectionner des parties prédéterminées desdites données numériques;
- un dispositif (50) d'échange de données qui transmet les données numériques du convertisseur aux calculateurs; et
- un dispositif de mémorisation (73 à 76) qui mémorise les données suivant la deuxième présentation.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif (50) d'échange de données comprend un dispositif de mémorisation (92) de données supplémentaires relatives aux impulsions sismiques dans la deuxième présentation.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la première présentation est une présentation d'exploration et la deuxième présentation est une présentation de traitement.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la première présentation est une présentation multiplex, serielle par rapport à l'instant de détection.
5. Dispositif selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la deuxième présentation est une présentation non multiplex, serielle par rapport à l'emplacement de détection.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les calculateurs sont conçus pour produire une mise à l'échelle des données numériques.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les calculateurs numériques comportent des mémoires (64 à 68) auxquelles l'accès est non séquentiel pendant l'écriture des traces dans les mémoires et auxquelles l'accès est séquentiel pendant la lecture, de manière à transformer la présentation d'exploration en présentation de traitement.
- 5 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'un des calculateurs numériques est un calculateur principal (60), le ou les calculateurs restants (62) lui étant asservis.
- 10 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque calculateur numérique comporte un moyen (64) de commande de mémoires sur disques.
- 15 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte plusieurs unités (65 à 68) de disques magnétiques fournissant une mémoire à accès aléatoire aux calculateurs numériques et un commutateur (64) de transfert de disques permettant de connecter sélectivement l'un quelconque des calculateurs numériques à l'une quelconque des unités de disques magnétiques afin de transférer les traces et les enregistrements entre les calculateurs et les unités de disques.
- 20 11. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que les calculateurs sont conçus pour effectuer la mise à l'échelle par déplacement de bits des données d'un nombre préterminé de positions à l'intérieur d'un mot des données, ce nombre préterminé correspondant à une quantité désirée préterminée d'amplification.
- 25 12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la quantité associée à la mise à l'échelle se rapporte au sens descendant, si bien que plusieurs mots peuvent être mis en lots.
- 30

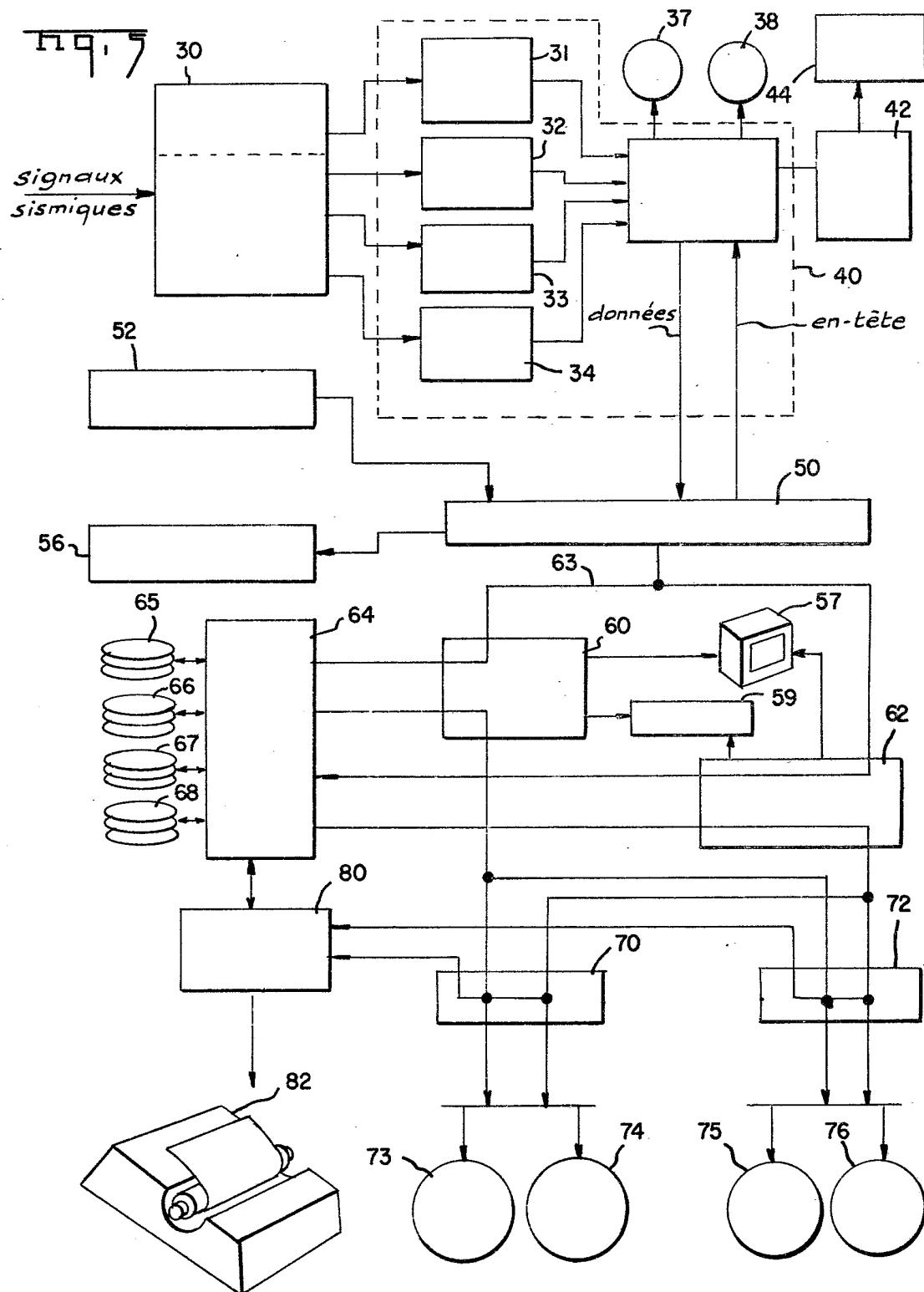
1/5

H Q, 1H Q, 2

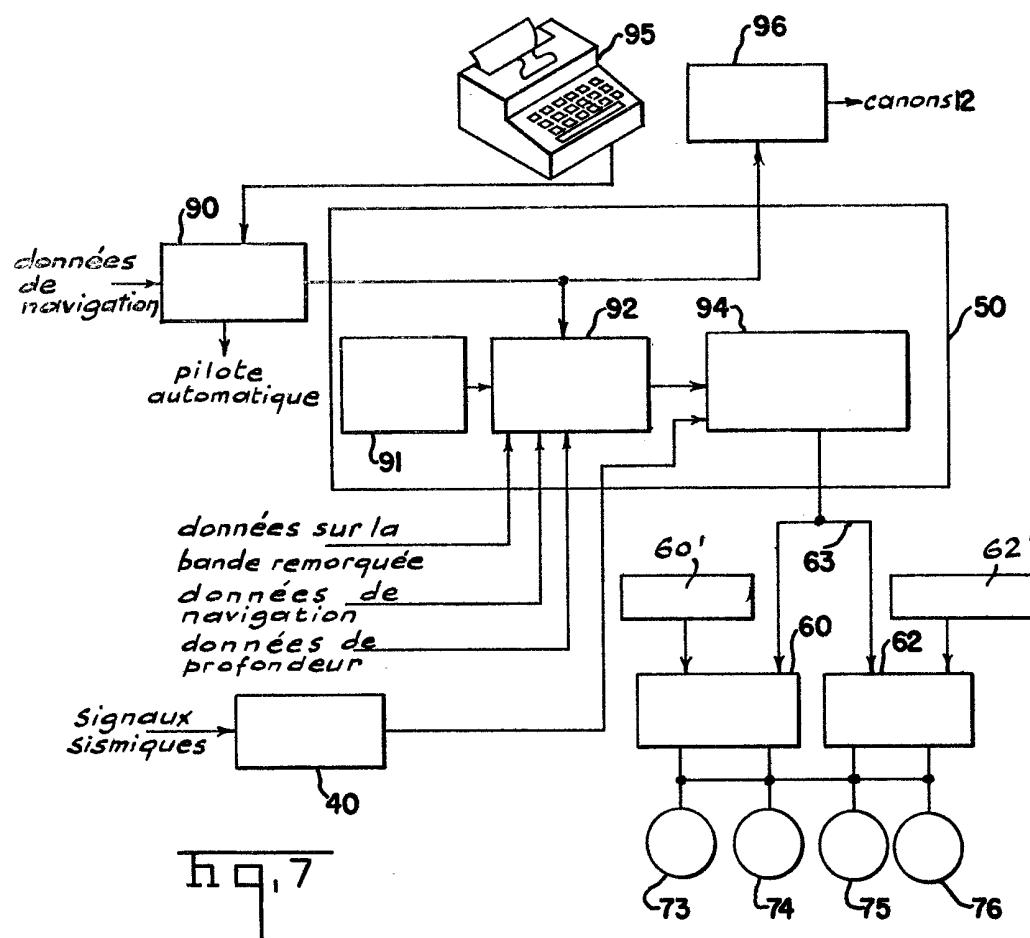
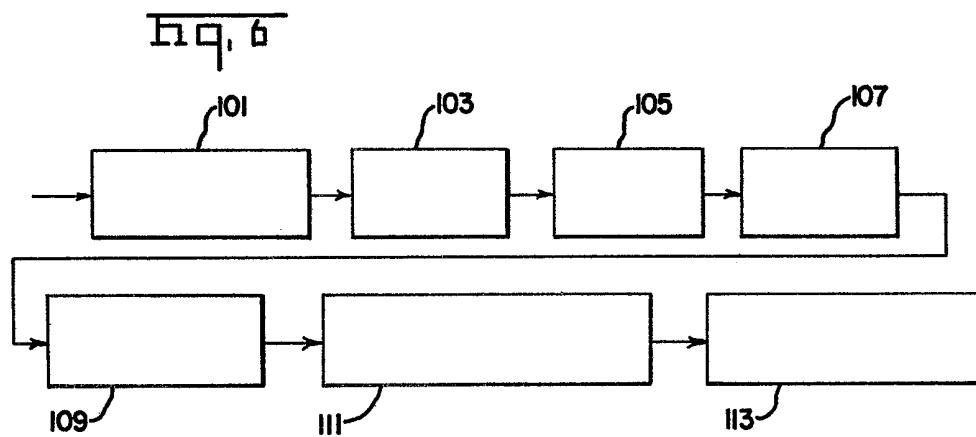
2/5



3/5



415



5/5

