



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.04.2000 Bulletin 2000/17

(51) Int Cl.7: **E21B 47/12**

(21) Numéro de dépôt: **99402571.6**

(22) Date de dépôt: **19.10.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Soulier, Louis**
95110 Sannois (FR)

(74) Mandataire: **Ilgart, Jean-Christophe**
c/o Société de Protection des Inventions,
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)

(30) Priorité: **23.10.1998 FR 9813304**

(71) Demandeur: **Geoservices S.A**
93151 Le Blanc-Mesnil Cedex (FR)

(54) **Méthode et système de transmission d'informations par onde électromagnétique**

(57) La présente invention concerne une méthode et un système de transmission d'informations depuis un puits (1; 20) foré à travers des couches (3) de formation géologique et cuvelé au moins en partie par des tubes métalliques (4; 23, 24; 31). La méthode comprend la mise en place dans ledit puits d'un émetteur/récepteur d'informations (E) fonctionnant par le moyen d'ondes électromagnétiques créées par l'injection d'un signal électrique par un dipôle (P1-P2) relié conductivement aux tubes métalliques servant au guidage des ondes émises.

Dans la méthode, on identifie l'atténuation de la transmission par certaines couches de formation (3a, 3b; 25; 30) ayant une faible résistivité, puis on isole électriquement au moins partiellement les tubes métalliques disposés au droit des couches de faible résistivité.

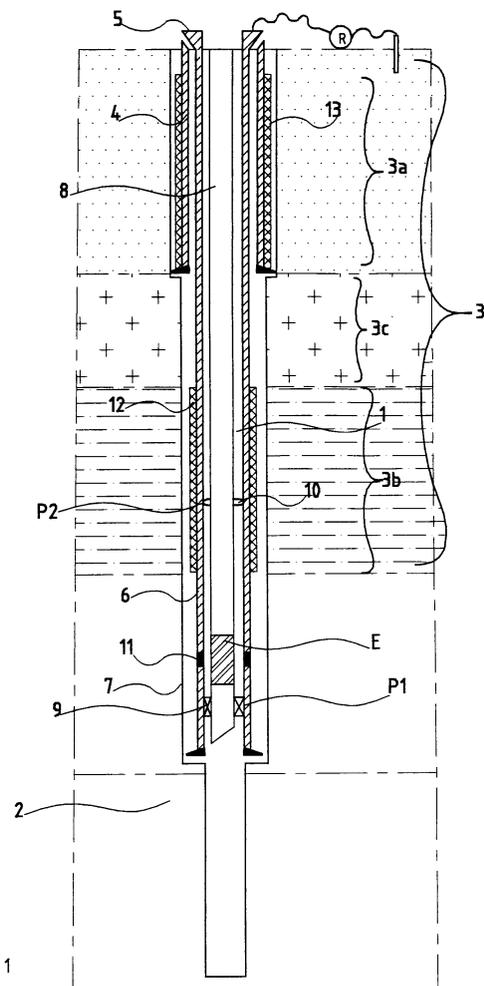


Figure 1

Description

[0001] L'invention se situe dans le domaine des transmissions d'informations depuis un trou foré dans le sol jusqu'à la surface. Plus particulièrement, l'invention concerne une méthode optimisée de transmission d'informations entre le fond d'un puits foré et la surface, le puits étant soit déjà foré et en cours de production, soit en cours de forage.

[0002] On connaît différents systèmes de transmission d'informations entre le fond d'un puits et la surface, par exemple par ondes de pression ("Mud pulse") dans un fluide en circulation dans le puits. Mais on sait que ce type de transmission a notamment pour inconvénients de ne pas correctement fonctionner, si ce n'est pas du tout, dans un fluide compressible, tel du gaz ou des liquides chargés en gaz, ou lorsqu'il y a une obstruction dans le canal de circulation qui perturbe l'écoulement, par exemple un moteur de fond, une vanne ou une duse. Par ailleurs, ce système est bien entendu inopérant en cours de production et de manoeuvre de garniture de forage.

[0003] On connaît également le système de transmission par ondes électromagnétiques guidées par les colonnes métalliques de tubes mis en place dans le puits. Ce système de transmission est notamment décrit dans le document FR 2681461 de la demanderesse, cité ici en référence. Les performances de la transmission électromagnétique (EM) sont dépendantes de la résistivité moyenne des formations géologiques environnantes au puits. Si la résistivité de certaines couches est trop faible, comme c'est le cas dans certains terrains sédimentaires tertiaires péri continentaux tels que, ceux de la Mer du Nord, ou du Golfe du Mexique, l'atténuation peut devenir trop importante le long du puits, ce qui exclu pratiquement l'utilisation d'un tel dispositif dans la majorité des puits offshore sauf à réduire drastiquement le débit d'informations que l'on transmet.

[0004] Ainsi, la présente invention concerne une méthode de transmission d'informations depuis un puits foré à travers des couches de formation géologique et cuvelé au moins en partie par des tubes métalliques, la méthode comprend la mise en place dans ledit puits d'un émetteur/récepteur d'informations fonctionnant par le moyen d'ondes électromagnétiques guidées créées par l'injection d'un signal électrique par un dipôle relié conductivement aux tubes métalliques servant au guidage des ondes émises. Selon la méthode, on identifie l'atténuation de la transmission par certaines couches de formation ayant une faible résistivité, on isole électriquement au moins partiellement les tubes métalliques disposés au droit desdites couches de faible résistivité.

[0005] On peut déterminer à l'aide d'un modèle mathématique la longueur minimale à isoler compte tenu des caractéristiques minimales de ladite transmission électromagnétique, notamment la distance de transmission et/ou le débit d'informations.

[0006] On peut effectuer l'isolation par la mise en pla-

ce de tubes préalablement revêtus d'une couche de matière isolante.

[0007] Dans une variante, on peut effectuer l'isolation par la mise en place d'un matériau isolant du type ciment au droit desdites certaines formations dans l'espace annulaire entre les tubes et les formations. On peut disposer ledit émetteur/récepteur proche de l'extrémité inférieure d'une colonne de tubes de production pour transmettre des mesures de fond ou des commandes à des équipements de fond.

[0008] On peut aussi disposer ledit émetteur/récepteur proche de l'extrémité inférieure d'une garniture de forage pour transmettre des paramètres de fond ou de forage, ou des mesures de localisation.

[0009] L'invention concerne également un système de transmission d'informations depuis un puits foré dans des couches de formation géologique et cuvelé au moins en partie par des tubes métalliques, le système comprenant dans ledit puits un émetteur/récepteur d'informations fonctionnant par le moyen d'ondes électromagnétiques guidées créées par l'injection d'un signal électrique par un dipôle lié conductivement aux tubes métalliques servant au guidage des ondes émises. Dans le système, au moins certains tubes métalliques disposés au droit des couches de faible résistivité comportent des moyens d'isolation électrique avec ladite formation.

[0010] Les tubes isolés peuvent être revêtus d'une couche de matière isolante.

[0011] La couche isolante peut ne pas recouvrir entièrement toute la longueur du tube.

[0012] Dans le système, les moyens d'isolation peuvent comprendre un matériau isolant qui remplit l'espace annulaire entre les tubes et la formation conductrice, le matériau étant le résultat du durcissement d'une composition liquide.

[0013] L'émetteur/récepteur peut être incorporé à l'extrémité d'une colonne de tubes de production.

[0014] L'émetteur/récepteur peut aussi être incorporé à l'extrémité d'une garniture de forage.

[0015] Le système selon l'invention peut être appliqué à une installation de forage en mer avec tête de puits sous-marine.

[0016] Dans cette application, une conduite de contrôle de venues (kill-line) peut être extérieurement isolée électriquement du fond de la mer à la surface

[0017] La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture des exemples suivants, nullement limitatifs, illustrés par les figures annexées parmi lesquelles:

- La figure 1 représente schématiquement une mise en oeuvre de l'invention pour un puits en production.

- La figure 2 illustre un autre mode de mise en oeuvre de l'invention dans le cas de l'opération de forage d'un puits.

- La figure 3 illustre une variante en forage.

- La figure 4 montre en coupe l'exemple d'un élément de tube de cuvelage revêtu extérieurement d'un isolant électrique.
- La figure 5 représente un exemple d'atténuation du signal en fonction de la profondeur du forage et de la résistivité des formations traversées.

[0018] Sur la figure 1, on a représenté un puits 1 déjà foré jusqu'à atteindre une zone géologique 2. La zone 2 comporte généralement au moins une couche formant réservoir contenant des effluents à produire. Dans le cas présent, les couches de terrains 3, qui sont comprises entre la couche 2 et la surface, atténuent les ondes électromagnétiques de telle façon qu'il est impossible d'utiliser efficacement la méthode de transmission par ondes électromagnétiques connue. Par des mesures de logging, on a pu mesurer que les couches 3a et 3b ont des résistivités très inférieures à 20 Ω .m, par exemple de l'ordre de quelques Ω .m, ou même inférieures à 1 Ω .m. Par contre la zone 3c, à une résistivité supérieure à 20 Ω .m, par exemple une couche de sel, couche que l'on rencontre fréquemment en forage. Avant de forer un puits, dans lequel on aura à appliquer la technique objet de cette invention, il est presque toujours possible d'obtenir un log (enregistrement en fonction de la profondeur) de résistivité par exemple en l'extrapolant à partir des profils sismiques et des logs de puits forés dans cette zone. La courbe a de la figure 5 montre un exemple de cette courbe. Ce log nous permet alors, à partir d'un modèle mathématique de propagation des ondes électromagnétiques le long des tiges de forage et des cuvelages du puits considéré, de calculer l'atténuation du signal électromagnétique entre le point d'émission E et le point de réception R. Le modèle utilisé sera par exemple du type décrit dans l'article SPE Drilling Engineering, June 1987, P.Degauque et R.Grudzinski. A partir de ce calcul on prédétermine, avant forage, le niveau de signal qu'on recevra, ou que l'on devrait recevoir, en surface tout au long de la descente de l'émetteur. La courbe b de la figure 5 montre un exemple de ce signal. Le signal obtenu lors du forage du puits sera enregistré et comparé en temps réel avec le signal calculé à partir du log prévisionnel permettant ainsi d'ajuster la position réelle des différentes couches géologiques et la valeur réelle de leur résistivité. Ceci n'est possible que grâce à la connaissance du courant émis par l'émetteur, ce qui est le cas pour l'émetteur considéré.

[0019] Connaissant l'atténuation maximale acceptable entre l'émetteur E et le récepteur R pour le débit d'informations souhaité, on pourra déterminer avec précision la longueur du casing à recouvrir en choisissant d'isoler d'abord les zones à faible résistivité telles que celles comprises entre 500 et 1000 m sur la figure 5.

[0020] Sur la figure 5, à partir des courbes a et b définies plus haut, on représente deux autres courbes c et d:

- la courbe c représente le signal obtenu tout au long du puits dans le cas où on isole électriquement de manière parfaite l'extérieur du casing des formations environnantes sur l'intervalle 500 m à 1000 m. On constate que la réduction d'atténuation est de l'ordre de 35 dB selon les paramètres de propagation considérés (fréquence porteuse de 5Hz dans ce cas);
- la courbe d représente le signal obtenu tout au long du puits dans le cas où on isole uniquement le corps des casings. Ceci revient à considérer, pour le modèle de propagation que nous avons, une isolation parfaite du casing sur 27 m, puis une conduction électrique sur 0,5 mètre. On constate alors que le gain total en atténuation est de l'ordre de 24 dB.

[0021] Grâce à cette méthode et connaissant le débit d'informations à obtenir, il sera toujours possible techniquement de déterminer et d'installer le cuvelage nécessaire à la transmission souhaitée.

[0022] Il est à noter que cela ne changerait pas la méthode si le signal électromagnétique était relayé par un émetteur/récepteur situé entre l'émetteur de fond de puits et la surface et en particulier si ce dernier était situé dans la zone non cuvelée du puits.

[0023] On rappelle que le débit d'information Df est calculé par la formule suivante:

$$Df = \Delta F \log_2 (1 + S/B)$$

avec ΔF largeur de bande utile de modulation, S signal et B le bruit dans la bande utile.

[0024] La transmission est effectuée par l'émetteur référencé E dans les figures 1, 2 et 3. L'émetteur E module une onde de très basse fréquence, ladite fréquence étant choisie assez basse pour que la propagation soit possible. De préférence, les moyens d'émission utilisent des ondes de fréquence comprise entre 1 Hz et 10 Hz. Cette onde, dite fréquence porteuse, est dans un exemple de réalisation, modulée en fonction des informations à transmettre, par saut de phase 0- π à un rythme compatible avec la fréquence porteuse. D'autres types de modulation peuvent être utilisés, sans sortir du cadre de la présente invention. Le débit de modulation est de l'ordre du bit/seconde, mais il peut être adapté en fonction des besoins de transmission. Dans le cas de commandes de dispositifs de fond tels que des vannes, on pourra utiliser des codes de longueur adaptée à la probabilité maximale d'erreur acceptée. Le codage peut selon le cas être associé ou non à des codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, tels que des codes à redondance cyclique.

[0025] L'onde émise par l'émetteur E est reçue en surface par le récepteur R dont un des pôles est relié à la tête de puits et l'autre pôle planté dans le sol à une distance suffisante de la tête de puits. Dans la pratique, E et R peuvent devenir tour à tour émetteur et récepteur.

Les moyens électroniques d'émission/réception E peuvent être avantageusement agencés selon la technologie décrite dans le document US-A-5394141, cité ici en référence. On peut également se référer à la publication SPE/IADC 25686 présentée par Louis Soulier et Michel Lemaitre à la SPE/IADC Drilling Conference tenue à Amsterdam les 23-25 Février 1993.

[0026] Sur la figure 1, une première colonne de tubes 4 (colonne de surface) est placée dans le puits 1 et généralement cimentée sur toute sa hauteur dans la formation de surface 3a. Une tête de puits 5 installée sur la colonne de surface permet de recevoir l'extrémité supérieure des autres colonnes, techniques ou de production, ainsi que les vannes de sécurité. Une deuxième colonne 6 est descendue dans le trou foré 7 à partir du sabot de la colonne de surface 4 et jusqu'à la couverture du réservoir 2. L'espace annulaire entre le trou 7 et la colonne de tubes casing 6 est généralement rempli de ciment au moins jusqu'au sabot de la colonne précédente, dans cet exemple le sabot de la colonne de surface 4. Une colonne de tubes de production 8 (tubing), dont le rôle est de remonter l'effluent jusqu'à la surface, passe à travers un packer 9 qui assure l'étanchéité de la zone réservoir par rapport à l'espace annulaire autour du tubing 8. Dans la partie inférieure de la colonne de tubing, est installé un émetteur/récepteur de type E. Pour la transmission EM, les pôles P1 et P2 du dipôle peuvent être constitués par le contact procuré par le packer 9 avec la colonne métallique 6 et le contact procuré par un centreur à lames 10 placé plus haut dans la colonne de tubing 8. Dans certains cas, le contact supérieur est directement fait par le contact du tubing avec la colonne 6, compte tenu de l'espace annulaire généralement faible et de la géométrie du puits. Un raccord isolant 11, situé au droit de l'émetteur, peut être utilisé dans la colonne de casing 6 pour séparer le contact inférieur P1 du contact supérieur P2. Mais ce raccord isolant n'est pas nécessaire si l'on utilise la constitution dite "long dipôle" pour l'antenne d'émission ou de réception. Dans ce cas, il faut veiller à ce que le pôle P2 soit

suffisamment loin du pôle P1 et qu'il ne puisse pas y avoir d'autre contact entre la colonne 6 et les tubings 8 sur la longueur entre les pôles.

[0027] Selon l'invention, on améliore les performances de l'émetteur E en isolant électriquement la colonne 6 de la formation géologique très conductrice 3b. Cette isolation est représentée par la trame référencée 12. Il est important de noter que la zone 3c, que l'on connaît comme ayant une résistivité suffisante pour ne pas procurer une atténuation pénalisante, par exemple supérieure à environ 20 Q.m, n'a donc pas besoin d'être isolée électriquement. Dans cet exemple, les terrains de surface 3a ne sont pas favorables à une bonne transmission. La colonne de surface 4 sera, en fonction des besoins de débit d'information, également isolée de la formation 3a (représenté par la trame référencée 13).

[0028] Dans la présente invention, on peut réaliser la dite isolation des colonnes de tubes avec les terrains en

recouvrant la paroi extérieure des tubes par une couche de matière isolante, ou presque isolante. En effet, on a vu que selon l'invention l'isolation électrique nécessaire est toute relative puisque des terrains de résistivité supérieure à 20 Ω .m sont suffisamment "isolants". De plus, l'isolation n'a pas besoin d'être continue sur toute la hauteur de l'épaisseur de la couche conductrice. Les tubes, casing ou tubing selon la dénomination connue dans la profession et normalisée par l'API (American Petroleum Institute) comprennent à leurs deux extrémités un filetage mâle et un manchon, vissé sur le corps du tube ou intégral, comportant le filetage femelle correspondant de façon à pouvoir assembler entre eux ces tubes afin de constituer une colonne. De préférence, la couche isolante ne sera déposée que sur le corps du tube, entre le filetage mâle (qui évidemment ne peut être recouvert) et le manchon. En effet, la couche près des filetages serait détruite par les mâchoires des moyens de vissage, et peut être même serait gênante pour la suspension de la colonne ou l'accrochage des mâchoires. La couche isolante peut être un revêtement époxy chargé de céramique, par exemple du type de revêtement utilisé comme protection anticorrosion sur les structures maritimes, les pipeline, les tiges de forage. Il pourrait s'agir également d'une couche de céramique déposée par plasma, de goudron, de préférence combiné avec du polyuréthane, des bandes en matière plastique, telle du polyéthylène, PVC, un mélange de résine et de sable projeté sur le tube, un enrobage de fibres de verre imprégnées et bobinées autour du corps du tube. Tous les revêtements suffisamment isolant selon les besoins de la présente application, c'est à dire conduisant à une résistance électrique de fuite très supérieure à la résistance caractéristique de la ligne de propagation, peuvent convenir sans sortir du cadre de la présente invention. Dans la pratique, cette résistance caractéristique étant de l'ordre de quelques milliohms, il suffira d'avoir une résistance radiale d'isolement de l'ordre d'un ohm par segment de casing pour obtenir une bonne efficacité du dispositif.

[0029] Selon l'invention, on peut aussi réaliser l'isolation électrique des colonnes de tubes en utilisant un matériau isolant pour la cimentation des zones fortement conductrices, par exemple les annulaires 3a et 3b. On connaît dans la profession la méthode de circulation pour mettre en place un laitier de ciment de formulation déterminée au droit d'une zone géologique donnée. On utilisera donc cette technique conventionnelle pour placer du matériau isolant ou plutôt d'amélioration de la conductivité par rapport au terrain de résistivité basse.

[0030] La figure 2 illustre le cas du système de transmission selon l'invention en cours de forage d'un puits 20 à l'aide d'une garniture de forage 21 équipée d'un outil de forage 22 à son extrémité. Un émetteur/récepteur E est disposé généralement dans la partie inférieure pour transmettre par exemple des paramètres de forage, de trajectométrie, de rayonnement gamma, de température, de pression, etc. Le puits 1 est ici cuvelé

en surface par une colonne 23 et une colonne intermédiaire 24. La zone 25 a une résistivité faible qui atténue trop fortement la transmission par EM entre E et R. Selon l'invention, on disposera des éléments de tubes isolés en 26 pour la colonne 23 et en 27 pour la colonne 24. Dans une variante, l'annulaire entre la colonne 23 et la formation et l'annulaire entre la colonne 24 et la formation seront remplis de ciment isolant. Ainsi, l'atténuation créée par la faible résistivité de la zone 25 sera très sensiblement diminuée, augmentant d'autant la capacité ou la rapidité de la transmission de E. Dans ce système, l'antenne est réalisée par la partie de la garniture comprise entre la jonction isolante de l'émetteur E et l'outil 22 de forage. On notera que dans ce cas le signal émis par l'émetteur E sera atténué de E jusqu'à la zone isolée ou pseudo-isolée 27, puis de la zone 26 jusqu'au récepteur R de surface. Un modèle mathématique de propagation prenant en compte les caractéristiques électriques des différents casings et des formations, permet de prédéterminer les longueurs minimales des zones d'isolement 26 et 27 afin de pouvoir garantir la transmission.

[0031] Il faut noter que la partie des tubes de la colonne 24 incluse dans la colonne 23 ne nécessite pas d'isolement.

[0032] La figure 3 montre une variante de disposition de l'émetteur E dans la garniture de forage 21 et un exemple d'application de l'invention dans le cas des forages offshore avec une tête de puits 29 sous-marine. Conventionnellement, dans le cas de forage ou d'exploitation avec tête de puits sous-marine, le récepteur R est situé au fond de la mer avec l'un de ses pôles de réception relié à la tête de puits sous-marine et l'autre constitué par une pièce de métal, par exemple une ancre 37, placée à quelques dizaines de mètres de la tête de puits. La communication entre la surface et le fond de la mer se fait soit par transmetteur acoustique, soit par conducteur électrique installé le long du casing. Les sols 30 proches du fond de l'eau sont généralement géologiquement "jeunes" et généralement de faible résistivité. La colonne de surface 31 est donc avantageusement isolée, selon l'invention, sur la hauteur correspondante à la formation 30. L'émetteur E est ici disposé au bout d'une longueur déterminée de câble 32 pour créer un "long dipôle". Le câble est fixé par un support 33 à l'intérieur de tiges et est relié électriquement à l'émetteur situé à une partie éloignée des tiges 21. La tête de puits 29 est reliée au support flottant de forage par un ensemble dit "marine riser" 35. Une conduite haute pression 36 (kill-line ou choke-line) longe sensiblement parallèlement le riser de la tête de puits au support flottant. On peut avantageusement isoler électriquement la conduite 36 pour coupler l'antenne de fond 37 avec la surface et ainsi obtenir la réception en surface, c'est à dire sur le support flottant où se termine la ligne 36.

[0033] Il est clair que la disposition "long dipôle" décrite sur la figure 3 s'applique dans toutes les autres configurations de forage et non pas uniquement dans

le cas offshore. Dans le cas d'opérations où l'on utilise de la boue aérée par du gaz, ou même de la mousse, la transmission EM est la seule transmission possible et a des performances accrues grâce au perfectionnement selon l'invention.

[0034] La figure 4 montre en coupe un élément de tube 40 que l'on peut utiliser pour cuveler un trou foré dans une zone de trop faible résistivité. Un corps de tube en acier 41 est obtenu par laminage à chaud. On usine aux deux extrémités un filetage mâle 42 et 43. Un manchon 44 comportant des filetages femelles 45 est vissé sur l'une des extrémités. Le revêtement isolant (selon la définition donnée plus haut) est déposé sur la zone centrale 48. Les zones 46 et 47 peuvent être laissées brutes de façon que les mâchoires des robots de vissage aient directement un contact avec l'acier du tube, de même en ce qui concerne les coins de la table de suspension de la colonne de cuvelage.

[0035] Il est clair qu'il est tout à fait possible d'isoler entièrement la surface extérieure du tube de cuvelage, avant vissage ou après vissage, cependant cette opération se heurte à de nombreuses difficultés opératoires. Pratiquement et économiquement ce n'est pas souhaitable. C'est pourquoi, la présente invention qui ne nécessite pas d'isolement parfait est particulièrement avantageuse.

[0036] La présente invention a donc tous les avantages de la transmission par ondes électromagnétiques et de plus, permet un accroissement des performances que ce soit dans des puits équipés pour la production ou en cours de forage. Elle permet également d'utiliser plus largement la transmission EM, notamment dans le cas d'offshore profond.

[0037] Les tubes ainsi revêtus sont aussi plus efficacement protégés cathodiquement puisque le courant à injecter pour la protection cathodique sera diminué et par ailleurs il ne passera qu'aux endroits non revêtus qui de ce fait nécessitent un potentiel électrique de protection contre l'électro-corrosion. Le revêtement peut aussi favoriser l'adhérence du ciment sur les tubes.

Revendications

1. Méthode de transmission d'informations depuis un puits foré à travers des couches de formation géologique et cuvelé au moins en partie par des tubes métalliques, ladite méthode comprend la mise en place dans ledit puits d'un émetteur/récepteur d'informations fonctionnant par le moyen d'ondes électromagnétiques guidées créées par l'injection d'un signal électrique par un dipôle relié conductivement aux tubes métalliques servant au guidage des ondes émises, caractérisée en ce que:
 - on identifie l'atténuation de la transmission par certaines couches de formation ayant une faible résistivité,

- on isole électriquement au moins partiellement les tubes métalliques disposés au droit desdites couches de faible résistivité.
2. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle on détermine à l'aide d'un modèle mathématique la longueur minimale à isoler compte tenu des caractéristiques minimales de ladite transmission électromagnétique, notamment la distance de transmission et/ou le débit d'informations. 5
3. Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle on effectue l'isolation par la mise en place de tubes préalablement revêtus d'une couche de matière isolante. 10
4. Méthode selon l'une des revendications 1 ou 2, dans laquelle on effectue l'isolation par la mise en place d'un matériau isolant du type ciment au droit desdites certaines formations dans l'espace annulaire entre les tubes et les formations. 15
5. Méthode selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle on dispose ledit émetteur/récepteur proche de l'extrémité inférieure d'une colonne de tubes de production pour transmettre des mesures de fond ou des commandes à des équipements de fond. 20
6. Méthode selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle on dispose ledit émetteur/récepteur proche de l'extrémité inférieure d'une garniture de forage pour transmettre des paramètres de fond ou de forage, ou des mesures de localisation. 25
7. Système de transmission d'informations depuis un puits foré dans des couches de formation géologique et cuvelé au moins en partie par des tubes métalliques, ledit système comprenant dans ledit puits un émetteur/récepteur d'informations fonctionnant par le moyen d'ondes électromagnétiques guidées créées par l'injection d'un signal électrique par un dipôle lié conductivement aux tubes métalliques servant au guidage des ondes émises, caractérisée en ce qu'au moins certains tubes métalliques disposés au droit desdites couches de faible résistivité comportent des moyens d'isolation électrique avec ladite formation. 30
8. Système selon la revendication 7, dans lequel lesdits tubes isolés sont revêtus d'une couche de matière isolante. 35
9. Système selon la revendication 8, dans lequel ladite couche isolante ne recouvre pas entièrement toute la longueur du tube. 40
10. Système selon la revendication 7, dans lequel lesdits moyens d'isolation comprennent un matériau isolant qui remplit l'espace annulaire entre lesdits tubes et la formation conductrice, ledit matériau étant le résultat du durcissement d'une composition liquide. 45
11. Système selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel ledit émetteur/récepteur est incorporé à l'extrémité d'une colonne de tubes de production. 50
12. Système selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel ledit émetteur/récepteur est incorporé à l'extrémité d'une garniture de forage. 55
13. Application du système selon l'une des revendications 7 à 12, à une installation de forage en mer avec tête de puits sous-marine.
14. Application selon la revendication 13, dans laquelle une conduite de contrôle de venues (kill-line) est extérieurement isolée électriquement du fond de la mer à la surface.

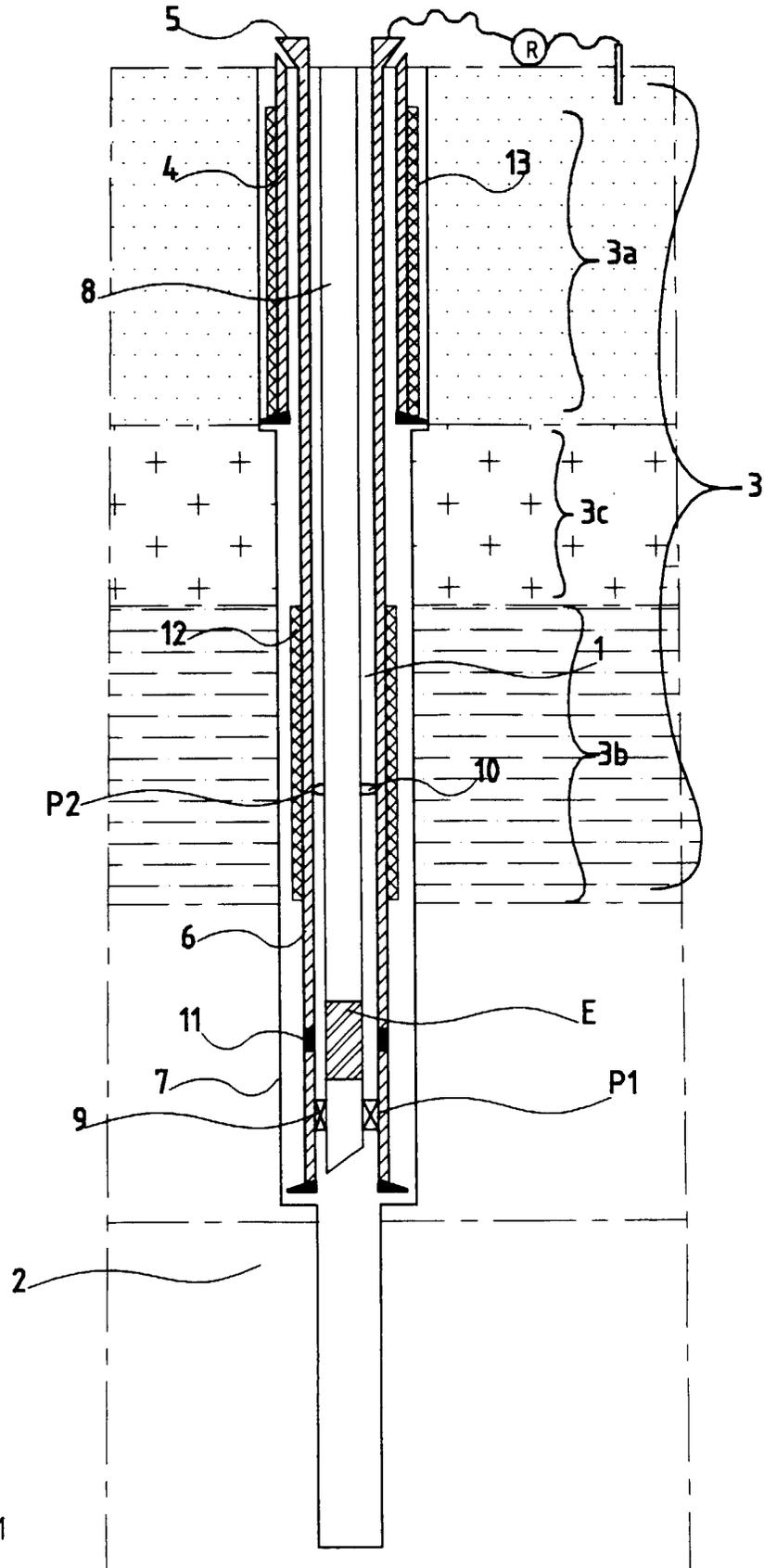


Figure 1

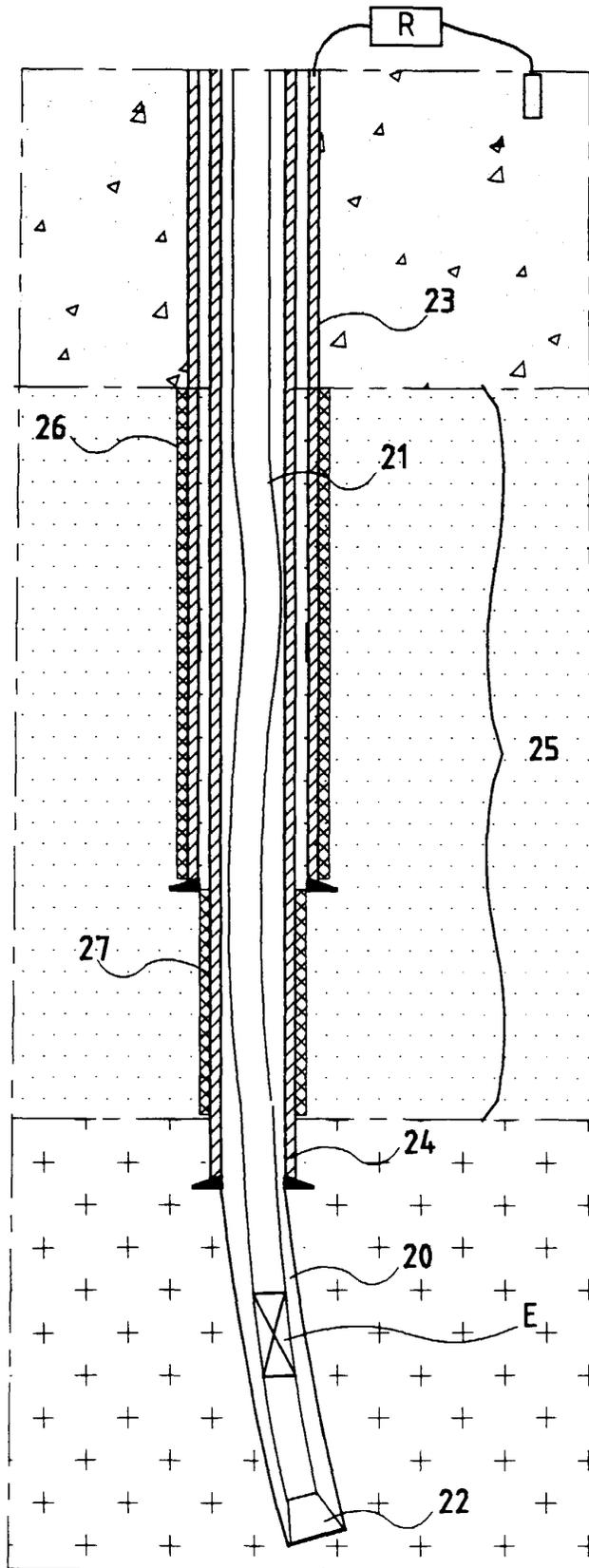


Figure 2

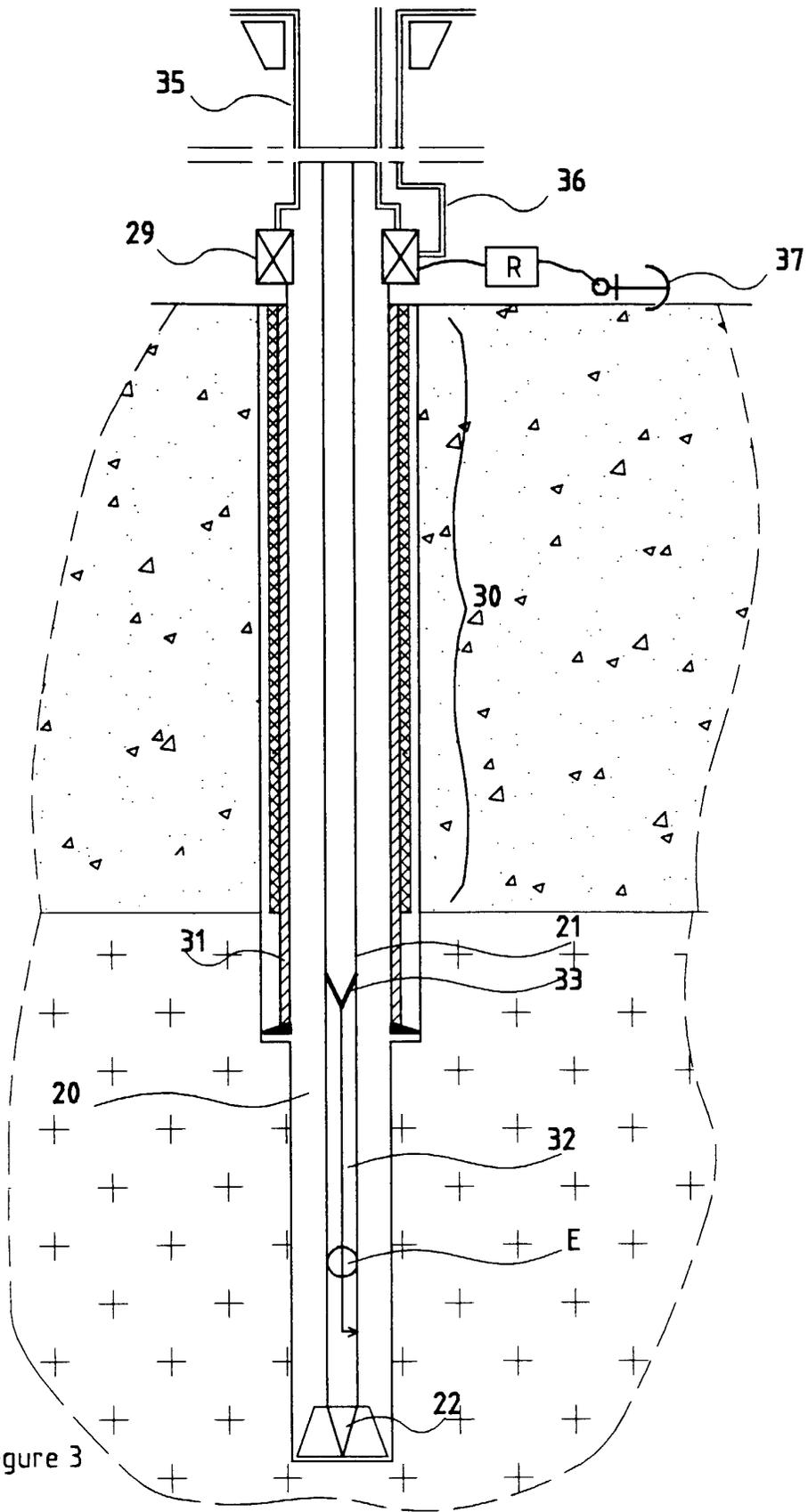


Figure 3

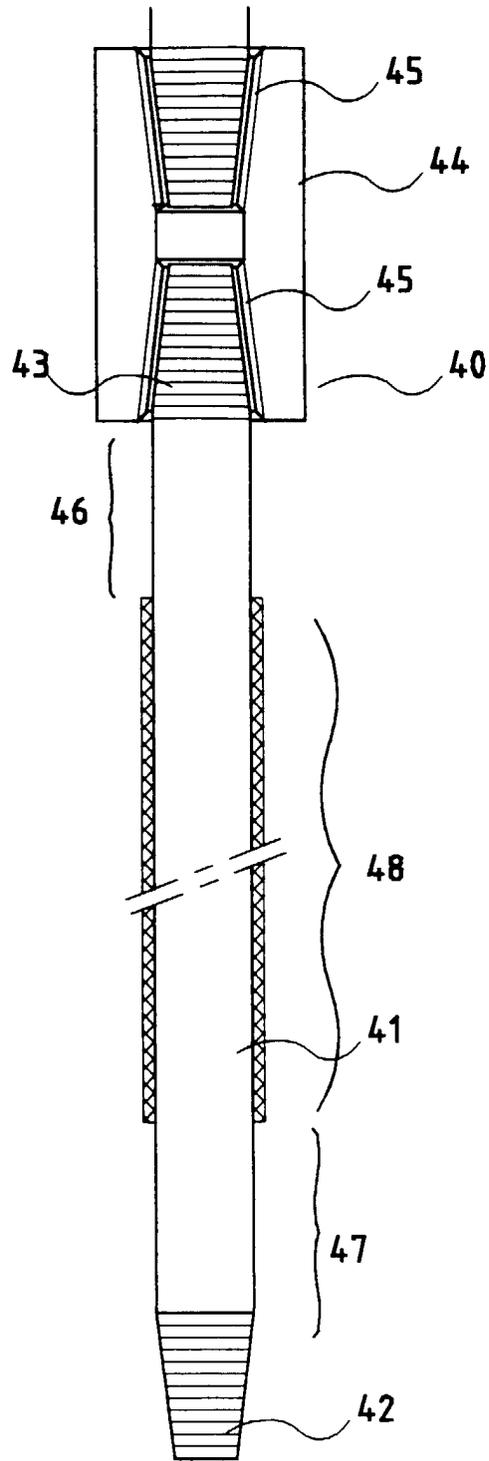


Figure 4

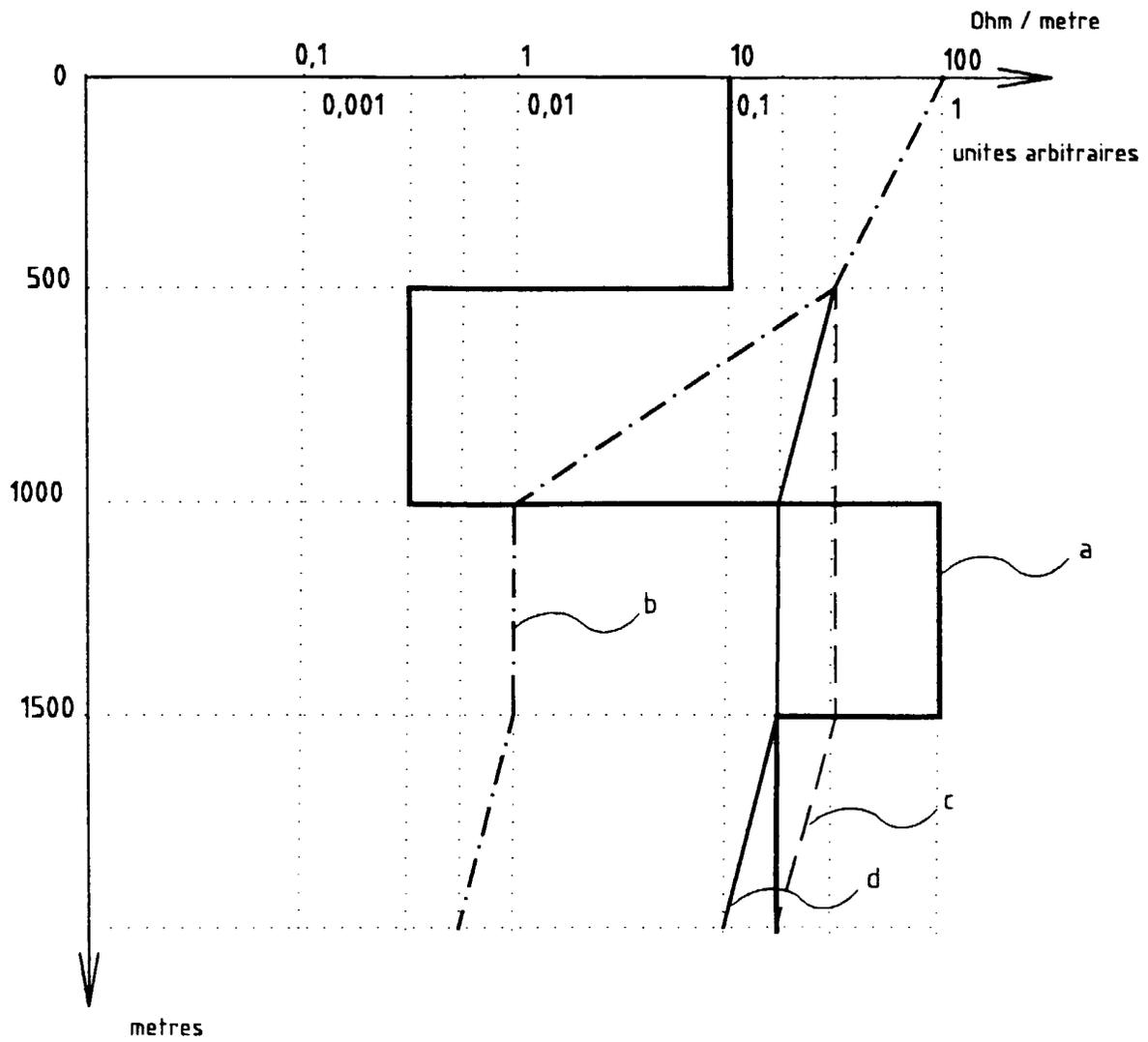


Figure 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 2571

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	WO 98 06924 A (SCIENT DRILLING INT) 19 février 1998 (1998-02-19) * page 13, ligne 17-24; figure 11 * ---	1,7	E21B47/12
A,D	US 5 394 141 A (SOULIER LOUIS) 28 février 1995 (1995-02-28) * abrégé * ---	1,7	
A	EP 0 816 632 A (GEOSERVICES) 7 janvier 1998 (1998-01-07) * abrégé * ---	1,7	
A	US 4 684 946 A (ISSENMANN OLIVIER) 4 août 1987 (1987-08-04) * abrégé * ---	1,7	
A	US 4 793 409 A (BRIDGES JACK E ET AL) 27 décembre 1988 (1988-12-27) * abrégé * -----	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20 décembre 1999	Examineur Schouten, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503.03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 2571

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

20-12-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9806924 A	19-02-1998	US 5883516 A	16-03-1999
		AU 3808897 A	06-03-1998
		EP 0916101 A	19-05-1999
US 5394141 A	28-02-1995	FR 2681461 A	19-03-1993
		CA 2078090 A,C	13-03-1993
		GB 2259832 A,B	24-03-1993
		IT 1260486 B	09-04-1996
		JP 5239985 A	17-09-1993
		NO 923540 A	15-03-1993
		OA 9595 A	30-04-1993
EP 0816632 A	07-01-1998	FR 2750450 A	02-01-1998
		AU 2834897 A	15-01-1998
		CA 2209423 A	01-01-1998
		NO 973006 A	02-01-1998
		US 5945923 A	31-08-1999
US 4684946 A	04-08-1987	FR 2545535 A	09-11-1984
		FR 2562601 A	11-10-1985
		CA 1217231 A	27-01-1985
		GB 2142804 A,B	23-01-1985
		IT 1174075 B	01-07-1987
		JP 1747397 C	25-03-1993
		JP 4034798 B	09-06-1992
		JP 59225500 A	18-12-1984
		NO 841802 A,B,	07-11-1984
		OA 7762 A	30-08-1985
US 4793409 A	27-12-1988	CA 1274172 A	18-09-1990
		EP 0295712 A	21-12-1988

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82