



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 833 037 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.12.2002 Bulletin 2002/50

(51) Int Cl.7: **E21B 43/28, E21B 43/30**

(21) Numéro de dépôt: **97402072.9**

(22) Date de dépôt: **05.09.1997**

(54) **Procédé pour creuser une cavité formée d'un pluralité de sous-cavités dans une couche de sel de faible épaisseur**

Verfahren zum Aussolen einer Kaverne mit mehreren Unterkavernen in einer dünnen Salzschrift

Method for leaching out a cavity having a plurality of under-cavities in a thin layer of salt

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorité: **30.09.1996 FR 9611898**

(43) Date de publication de la demande:
01.04.1998 Bulletin 1998/14

(73) Titulaire: **GAZ DE FRANCE (SERVICE NATIONAL)
F-75017 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Durup, Jean-Gérard
93340 Le Raincy (FR)**

• **Boris, Guy
94270 le Kremlin-Bicetre (FR)**
• **Charnavel, Yvon
93110 Rosny-Sous-Bois (FR)**

(74) Mandataire: **Lerner, François et al
5, rue Jules Lefèbvre
75009 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
WO-A-95/10689 US-A- 3 050 122
US-A- 3 510 167 US-A- 4 339 008
US-A- 4 386 665 US-A- 4 418 960
US-A- 4 425 003 US-A- 4 858 689
US-A- 5 246 273

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 0 833 037 B1

Description

[0001] L'invention a pour objet un procédé pour creuser, par dissolution, une cavité dans un terrain comprenant au moins une couche contenant en majorité du sel à dissoudre.

[0002] L'invention vise plus particulièrement à obtenir, après creusement, une cavité souterraine permettant le stockage d'un fluide et notamment de gaz naturel dans une couche de sel stratifié dont l'épaisseur est typiquement de l'ordre de quelques dizaines de mètres, et plus particulièrement comprise entre 30 mètres et 100 mètres. Le sel pourra notamment être constitué par du chlorure de sodium (NaCl) ou du chlorure de potassium (KCl), sans que ceci soit restrictif.

[0003] Le but de l'invention est en particulier de proposer une solution dont le coût rapporté au volume de la cavité sera faible. Pour ce faire, l'invention tend à améliorer la forme de la cavité obtenue pour l'adapter à la forme de la couche de sel et ainsi augmenter son volume.

[0004] Toutefois, la cavité devant être soumise pendant son exploitation au stockage du gaz, il est nécessaire de maîtriser la propagation de la dissolution afin d'obtenir une cavité finale présentant une forme mécaniquement stable. De plus, la cavité obtenue devra assurer une étanchéité satisfaisante vis-à-vis du milieu extérieur.

[0005] Certes il est décrit dans US-A-5246273 et WO-A-9510689 un procédé comprenant les étapes suivantes :

- creuser au moins un trou de forage comprenant un tronçon sensiblement horizontal disposé au moins en partie dans la couche de sel,
- ménager dans le(s) trou(s) de forage un conduit d'injection, un conduit d'extraction et une ébauche d'espace de communication mettant en liaison les conduits d'injection et d'extraction,
- injecter un solvant du sel, dans l'espace de communication, par une extrémité du conduit d'injection formant point d'injection,
- extraire, par le conduit d'extraction, la saumure formée par la dissolution du sel, au contact du solvant.

[0006] Toutefois, le procédé décrit dans WO-A-9510689 est quelque peu complexe, puisqu'il nécessite de prévoir différents orifices d'injection dont le dimensionnement doit être réalisé précisément à partir de l'évaluation de différents paramètres. De plus, cette solution pose un problème de fiabilité - tenue dans le temps -, puisque la taille de certains au moins des orifices risque d'augmenter par usure au contact du solvant et de se réduire pour d'autres du fait de la présence d'éléments insolubles dans la couche de sel.

[0007] Le procédé décrit dans US-A-5 246 273 nécessite un appareillage sophistiqué pour contrôler l'injection du solvant dans un plan sensiblement horizontal.

De plus, la solution présentée dans ce document est peu adaptée à des cavités de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur et de plus de cent mètres de long. Enfin, la cavité obtenue ne garantit pas une stabilité mécanique et une étanchéité satisfaisantes vis-à-vis du milieu extérieur.

[0008] Le document US-A-3 510 167 divulgue quant à lui un procédé pour améliorer la vitesse de dissolution d'une couche de sel consistant à faire passer le solvant au préalable dans une autre couche de sel afin d'augmenter sa densité.

[0009] Toutefois, ce procédé est éloigné de l'invention. En effet, ce procédé ne permet pas de contrôler la forme de la cavité obtenue. De plus, on obtient une pluralité de cavités distinctes, qui plus est celles-ci appartiennent à des couches de sel distinctes. La présente invention vise, quant à elle, à obtenir une unique cavité.

[0010] Pour résoudre les différents problèmes précités, l'invention propose que l'on réalise

- une pluralité d'ébauches de sous-cavités dans la couche de sel, et
- une succession de canaux isolés de ladite couche à dissoudre contenant du sel, les canaux reliant de manière fluide les sous-cavités deux à deux pour former un circuit ouvert de circulation du solvant, s'étendant entre une première et une dernière sous-cavités, les ébauches de sous-cavités et les canaux définissant ladite ébauche d'espace de communication.

[0011] La cavité finale sera réalisée à partir d'une succession de sous-cavités dont la taille, et en particulier la hauteur, pourra être contrôlée individuellement. La forme de la cavité pourra ainsi être mieux adaptée à la forme de la couche de sel. Les variations de hauteur de la cavité pourront en particulier être mieux maîtrisées. Ceci pouvant être obtenu sans atteindre les limites de la couche, la stabilité mécanique et l'étanchéité de la cavité pourront être obtenues en conservant une épaisseur de sel ou de saumure tout autour.

[0012] Le terme hauteur devra être compris dans la suite de la description au sens de la hauteur d'élévation, suivant la verticale du lieu.

[0013] Selon une caractéristique avantageuse, l'invention propose qu'on relie la dernière sous-cavité au conduit d'extraction, et qu'on injecte le solvant successivement dans chacune des sous-cavités. Cette solution est simple et permet de ne dissoudre le sel sensiblement que dans une sous-cavité à la fois. En effet, bien que la saumure passe dans toutes les sous-cavités séparant la cavité dans laquelle le solvant est injecté de la dernière sous-cavité, en pratique du fait de sa saturation en sel, la dissolution ne se produit essentiellement que dans la sous-cavité où le solvant est injecté.

[0014] L'invention propose également différentes solutions pour réaliser les canaux. Selon une première variante, on réalise les canaux isolés du sel en disposant,

dans le trou de forage, des tronçons de cuvelage ("casing") étanches vis-à-vis du solvant et en guidant la saumure dans ces tronçons de cuvelage. Cette solution requiert une mise en oeuvre plus longue, mais ne nécessite pas de disposer d'une couche stable vis-à-vis de la circulation de la saumure (absence de dissolution, érosion modérée,...). Lorsque le creusement de la cavité par dissolution sera terminé, l'étanchéité entre la cavité et le terrain adjacent pourra être obtenue en conservant une épaisseur de saumure entre la cavité et le terrain adjacent.

[0015] Avantagusement, pour guider la saumure dans les tronçons de cuvelages, on réalise les étapes suivantes :

- creuser le trou de forage,
- introduire un cuvelage dans le trou de forage ainsi obtenu jusque dans la couche de sel,
- disposer un matériau de colmatage (tel que du béton) entre le cuvelage et le trou de forage, et
- éliminer le cuvelage et le matériau de colmatage dans des zones déterminées pour former les ébauches de sous-cavités.

[0016] Selon une deuxième variante, ces canaux isolés de la couche contenant le sel à dissoudre sont réalisés par forage dans un terrain adjacent à ladite couche de sel et contenant peu ou pas de sel soluble par le solvant. Cette solution présente une mise en oeuvre rapide et nécessite peu de moyens matériels.

[0017] L'invention va apparaître encore plus clairement dans la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente en coupe un terrain comprenant une couche de sel lors d'une première étape du procédé et selon une première variante,
- la figure 2 représente en vue agrandie, la zone repérée II à la figure 1, lors d'une deuxième étape du procédé, selon la première variante,
- la figure 3 représente en vue encore agrandie la zone repérée III à la figure 2,
- la figure 4 représente en coupe le terrain comprenant la couche de sel, lors d'une troisième étape du procédé et selon la première variante,
- la figure 5 représente en vue agrandie, la zone repérée V à la figure 4,
- la figure 6 représente en vue agrandie, la zone repérée V à la figure 4, lors d'une quatrième étape du procédé et selon la première variante,
- la figure 7 représente en vue agrandie, la zone repérée V à la figure 4, lors d'une cinquième étape du procédé et selon la première variante,
- les figures 8 à 10 représentent en coupe un terrain comprenant une couche de sel, lors de trois étapes successives du procédé et selon une deuxième variante.

[0018] Pour une meilleure lisibilité des dessins, les proportions respectives des différents éléments n'ont pas été strictement respectées.

[0019] A la figure 1, est illustré un terrain comprenant une couche 1 présentant une majorité de sel. Cette couche est comprise entre deux autres couches 2, 4 minérales contenues dans le sol contenant peu ou pas de sel.

[0020] Un trou de forage 8 a été réalisé à l'aide de moyens de forage (non représentés) considérés comme connus. Ce trou de forage comprend un tronçon sensiblement vertical 8a s'étendant depuis le niveau du sol 6, jusqu'à la couche de sel 1, un tronçon allongé sensiblement horizontal 8b s'étendant dans la couche de sel 1 jusqu'à une extrémité 8d et un tronçon coudé 8c reliant les tronçons vertical 8a et horizontal 8b.

[0021] Tel qu'illustré à la figure 2, un cuvelage ("casing") allongé 14 présentant intérieurement un canal 24 est introduit dans le trou de forage 8 et notamment dans son tronçon horizontal 8b. Un matériau de colmatage 16, comprenant ici du ciment est disposé par injection entre le cuvelage 14 et le trou de forage 8. Ce matériau 16 assure l'étanchéité entre le cuvelage 14 et la couche de sel 1.

[0022] Un appareil de découpe 10 est alors introduit dans le cuvelage 14. Un tel appareil est notamment commercialisé sous la référence MILL MASTER et la marque SERVCO (marque déposée). L'appareil de découpe est relié à la surface 6 par une tige de forage 12 permettant notamment le positionnement de l'appareil 10, son guidage le long du cuvelage et son alimentation en énergie et en fluide.

[0023] Tel qu'illustré à la figure 3, l'appareil 10 est apte à éliminer d'endroits en endroits, ici par abrasion dans des zones déterminées 20b, 20c le cuvelage 14 ainsi que l'épaisseur de matériau de colmatage 16, jusqu'à venir au contact de la couche de sel 1. Cet appareil se déplace le long de l'intérieur du cuvelage d'une zone déterminée à une autre à l'intérieur du cuvelage 14 tel qu'indiqué par la flèche 18. Le matériau de colmatage pourrait en alternative être abrasé à l'aide d'un appareil commercialisé sous la marque SERVCO (marque déposée) et la référence Rock Type Undereamer.

[0024] L'élimination du cuvelage 14 et du matériau de colmatage 16 en différentes zones crée autant d'ébauches de sous-cavités 20b, 20c, 20d, 20e, 20f, toutes ces sous-cavités appartenant la même couche de sel 1, tel qu'illustré aux figures 4 et 5. Le trou de forage est ensuite prolongé à son extrémité 8d à l'aide des moyens de forage introduits dans le cuvelage 14 pour former une sous-cavité 20a.

[0025] Sur ces figures 4 et 5, les sous-cavités 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f sont reliées deux à deux entre une première sous-cavité 20a et une dernière sous-cavité 20f par des canaux 24a, 24b, 24c, 24d, 24e ménagés à l'intérieur des tronçons de cuvelage 14a, 14b, 14c, 14d, 14e subsistant après abrasion du cuvelage 14 dans les différentes zones déterminées. Un canal 24f ménagé à l'intérieur du cuvelage 14 relie la cavité 20f à

la surface du sol 6.

[0026] Un tube 22 est introduit concentriquement dans le canal 24 du cuvelage, avancé jusque dans la sous-cavité 20a en traversant chacune des sous-cavités 20f, 20e, 20d, 20c, 20b et en passant dans chacun des canaux 24f, 24e, 24d, 24c, 24b, 24a. Ce tube 22 possède un diamètre extérieur notablement inférieur au diamètre intérieur du cuvelage 14 afin de permettre une circulation fluide entre le tube 22 et le cuvelage 14 dans les canaux 24a, 24b, 24c, 24d, 24e, 24f.

[0027] Le tube 22 possède un orifice 22a formant point d'injection et destiné à permettre l'injection d'un solvant du sel, ici de l'eau, dans les différentes sous-cavités 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f.

[0028] Tel qu'illustré à la figure 4, une pompe d'injection 28 met en pression l'eau injectée par le tube 22 formant conduit d'injection. L'eau injectée par le point d'injection 22a dans la dernière sous-cavité 20a creuse la couche de sel 1 par dissolution du sel dans cette sous-cavité 20a. La saumure formée par dissolution du sel dans l'eau circule dans un espace de communication formé par les canaux 24a, 24b, 24c, 24d, 24e et les sous-cavités 20b, 20c, 20d, 20e, 20f. Cette saumure sous pression est extraite de la sous-cavité 20f par le canal 24f formant canal d'extraction.

[0029] L'espace de communication constitue un circuit ouvert de circulation de l'eau sous forme de saumure. Entre deux sous-cavités, l'eau est guidée dans un canal qui l'isole de la couche de sel 1, le cuvelage et le matériau de colmatage étant étanches vis-à-vis de l'eau.

[0030] Tel qu'illustré à la figure 6, la dissolution s'effectue essentiellement dans la sous-cavité 20a où l'eau est injectée.

[0031] Lorsque l'on juge qu'une sous-cavité a atteint la taille souhaitée - par exemple en réalisant un bilan de masse entre l'injection d'eau et l'extraction de saumure -, le tube est reculé, de sorte que le point d'injection est déplacé d'une sous-cavité en direction de la dernière. L'opération de dissolution s'effectue alors de façon similaire à ce qui a été exposé pour la première sous-cavité.

[0032] A la figure 7, plusieurs sous-cavités 20a, 20b, 20c ont été creusées par dissolution. La dissolution de chacune des sous-cavités est arrêtée avant d'atteindre la couche minérale 2 située au-dessus de la couche de sel 1, afin d'assurer l'étanchéité. La longueur des canaux 24a, 24b, 24c, 24d, 24e et des ébauches de cavités 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f illustrés à la figure 4 a été choisie pour permettre une communication entre les différentes sous-cavités à la fin de la dissolution. De ce fait, les variations de dimensions et particulièrement de hauteur entre la cavité finale formée par la réunion de toutes les sous-cavités et la couche de sel sera relativement faible. Ici, la longueur des canaux est d'environ 50 mètres, la longueur des ébauches de cavités environ 100 mètres pour une couche de sel d'une épaisseur approximative de 100 mètres. Le trou de forage 8 pourra

avoir un diamètre de l'ordre de quelques centimètres, et avantageusement d'environ 25 centimètres.

[0033] Aux figures 8 à 10, les éléments correspondant à ceux des figures 1 à 7 ont été repérés avec un nombre augmenté de 100 par rapport à ceux des figures précédentes.

[0034] A la figure 8, les ébauches de sous-cavités 120a, 120b, 120c, 120d et les canaux 124a, 124b, 124c, 124d sont réalisés directement lors de l'opération de forage. En effet, le trou de forage 108, et plus précisément le tronçon globalement horizontal 108b, comprend une succession de tronçons réalisés dans la couche de sel 101 (lesquels forment les ébauches de sous-cavités 120a, 120b, 120c, 120d) et de tronçons réalisés dans la couche minérale 104 située sous la couche de sel 101 (lesquels forment des canaux de liaisons 124a, 124b, 124c, 124d étanches vis-à-vis de l'eau, puisque la couche minérale 104 est supposée pas ou peu soluble dans le solvant).

[0035] Le creusement des différentes sous-cavités est réalisé d'une façon comparable à la variante décrite en références aux figures 1 à 7. A la figure 9, le tube 122 a été avancé jusque dans la première sous-cavité 120a. Le solvant est injecté par le point d'injection 122a dans la cavité 120a, dissout le sel, puis passe successivement dans les canaux 124a, 124b, 124c, 124d et les ébauches de sous-cavités 120b, 120c, 120d, 120e. La saumure formée par dissolution du sel est extraite de la cavité 120e par le canal d'extraction 124f.

[0036] A la figure 10, la dernière sous-cavité 120e est en cours de creusement. On s'aperçoit sur cette figure 10 que les canaux 124a, 124b, 124c, 124d jouent un rôle semblable à celui des canaux 24a, 24b, 24c, 24d, 24e des figures 4 à 7 en isolant l'eau de la couche de sel.

[0037] Bien que l'on ait représenté respectivement six et cinq sous-cavités pour chacune des variantes, la solution présentée ne semble pas présenter de limitation quant au nombre des sous-cavités.

[0038] Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux réalisations décrites ci-dessus. Ainsi, il serait possible de remplacer le cuvelage 14 des figures 2 à 7 par un cuvelage présentant dans des zones déterminées des ouvertures radiales, et de ne pas disposer le matériau de colmatage sur ces ouvertures radiales afin de réaliser les ébauches de sous-cavités.

[0039] Il serait également possible de réaliser un trou de forage comprenant deux parties verticales reliées par une partie horizontale, l'une des parties verticales servant à l'injection d'eau et l'autre partie à l'extraction de saumure.

[0040] Il serait aussi possible d'extraire la saumure directement dans la sous-cavité où est injecté le solvant, par exemple en remplaçant le tube d'injection par un double cuvelage présentant deux canaux et en disposant une extrémité de ces canaux en des zones sensiblement éloignées d'une même sous-cavité. L'eau serait alors injectée par un canal et la saumure extraite par l'autre canal.

[0041] Cette solution pourrait encore être complétée en disposant des double-cuvclages dans différentes cavités en même temps.

Revendications

1. Procédé pour creuser, par dissolution, une cavité dans un terrain comprenant au moins une couche (1) contenant en majorité du sel, ledit procédé comprenant les étapes suivantes

- creuser au moins un trou de forage (8 ; 108) comprenant un tronçon sensiblement horizontal (8b 108b) disposé au moins en partie dans la couche de sel (1),
- ménager dans le trou de forage un conduit d'injection (22; 122), un conduit d'extraction (24f ; 124f) et une ébauche d'espace de communication (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f ; 120a, 124a, 120b, 124b, 120c, 124c, 120d, 124d, 120e) mettant en liaison les conduits d'injection (22; 122) et d'extraction (24f; 124f),
- injecter un solvant du sel, dans l'espace de communication, par une extrémité du conduit d'injection (22; 122) formant point d'injection (22a; 122a),
- extraire, par le conduit d'extraction (24f ; 124f), la saumure formée par la dissolution du sel, au contact du solvant,

caractérisé en ce que l'on réalise:

- une pluralité d'ébauches de sous-cavités (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) dans la couche de sel (1), et
- une succession de canaux isolés (24a, 24b, 24c, 24d, 24e; 124a, 124b, 124c, 124d) de ladite couche à dissoudre contenant du sel, les canaux reliant de manière fluide les sous-cavités deux à deux pour former un circuit ouvert de circulation du solvant, s'étendant entre une première (20a; 120a) et une dernière (20f ; 120e) sous-cavités, les ébauches de sous-cavités et les canaux définissant ladite ébauche d'espace de communication.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** :

- on relie la dernière sous-cavité (20f ; 120e) au conduit d'extraction (24f 124f), et
- on injecte le solvant successivement dans chacune des sous-cavités (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e).

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en**

ce que

- on dispose concentriquement les conduits d'injection (22; 122) et d'extraction (24f; 124f), le conduit d'extraction étant positionné autour du conduit d'injection,
- on avance le conduit d'injection (22; 122) dans la succession de sous-cavités (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) et de canaux (24a, 24b, 24c, 24d, 24e ; 124a, 124b, 124c, 124d) jusqu'à disposer son point d'injection (22 ; 122) dans la première sous-cavité (20a ; 120a) pour dissoudre le sel principalement dans cette cavité,
- on creuse la première sous-cavité en injectant le solvant par le point d'injection, la saumure circulant dans les autres sous-cavités et dans les canaux jusqu'au conduit d'extraction (24f; 124f),
- on recule le point d'injection successivement dans chacune des sous-cavités, en direction de la dernière sous-cavité et on creuse chacune des sous-cavités en injectant le solvant dans cette sous-cavité, la saumure circulant dans les sous-cavités et les canaux disposés entre cette sous-cavité et la dernière sous-cavité (20f; 120e).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on réalise les canaux isolés de la couche contenant le sel à dissoudre en disposant, dans le trou de forage, des tronçons de cuvelage (14a, 14b, 14c, 14d, 14e) étanches vis-à-vis du solvant et en guidant la saumure dans ces tronçons de cuvelage.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'on réalise l'espace de communication (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f) :

- en creusant le trou de forage (8),
- en introduisant un cuvelage (14) dans le trou de forage (8) ainsi obtenu jusque dans la couche de sel (1),
- en disposant un matériau de colmatage (16) (tel que du béton) entre le cuvelage (14) et le trou de forage (8), et
- en éliminant le cuvelage (14) et le matériau de colmatage (16) dans des zones déterminées pour former les ébauches de sous-cavités (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on réalise les canaux isolés du sel par forage dans un terrain (104) adjacent à ladite couche de sel et contenant peu ou pas de sel soluble par le solvant.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aushöhlen eines Hohlraums durch Lösungsvorgänge in einem Gelände, das wenigstens eine Schicht (1) umfasst, die hauptsächlich aus Salz besteht, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Niederbringen wenigstens eines Bohrloches (8; 108), das einen im Wesentlichen horizontal verlaufenden Abschnitt (8b; 108b) umfasst, der wenigstens teilweise in der Salzschrift (1) angeordnet ist, 10
- Installation bzw. Anlegen eines Einspritzrohres (22; 122), eines Extraktionsrohres (24f; 124f) und eines roh ausgebildeten Raums zur Kommunikation (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f; 120a, 124a, 120b, 124b, 120c, 124c, 120d, 124d, 120e) in der Bohrung, welcher das Einspritzrohr (22; 122) und das Extraktionsrohr (24f; 124f) miteinander verbindet, 15
- Einspritzen eines Lösungsmittels für das Salz in den Kommunikationsraum über ein Ende des Einspritzrohres (22; 122), das den Einspritzpunkt (22a; 122a) bildet, 25
- Extraktion der Sole, die durch die Lösung des Salzes beim Kontakt mit dem Lösungsmittel gebildet wird, über das Extraktionsrohr (24f; 124f), 30

dadurch gekennzeichnet, dass man herstellt: 35

- eine Vielzahl von roh ausgebildeten Teilhöhlräumen (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) in der Salzschrift (1) und 40
- eine Aufeinanderfolge von isolierten Kanälen (24a, 24b, 24c, 24d, 24e; 124a, 124b, 124c, 124d) der aufzulösenden Schicht, die Salz enthält, wobei die Kanäle in flüssiger Weise jeweils zwei Teilhöhlräume verbinden, um einen offenen Kreislauf für die Zirkulation des Lösungsmittels zu bilden, der sich zwischen einem ersten (20a; 120a) und einem letzten (20f; 120e) Teilhohlraum erstreckt und die Kanäle diesen roh ausgebildeten Raum zur Kommunikation festlegen. 45

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** 55

- man den letzten Teilhohlraum (20f; 120e) mit dem Extraktionsrohr (24f; 124f) verbindet und

- man das Lösungsmittel sukzessive in jeden der Teilhöhlräume (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) einspritzt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- man das Einspritzrohr (22; 122) und das Extraktionsrohr (24f; 124f) konzentrisch anordnet, wobei das Extraktionsrohr um das Einspritzrohr herum angeordnet wird,
- man das Einspritzrohr (22; 122) in die Aufeinanderfolge von Teilhöhlräumen (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) und Kanälen (24a, 24b, 24c, 24d, 24e; 124a, 124b, 124c, 124d) schiebt, bis man seinen Einspritzpunkt (22; 122) in dem ersten Teilhohlraum (20a; 120a) einrichtet, um das Salz hauptsächlich in diesem Hohlraum aufzulösen,
- man den ersten Teilhohlraum auflöst, indem man das Lösungsmittel über den Einspritzpunkt einspritzt und die Lake in den anderen Teilhöhlräumen und in den Kanälen bis zu dem Extraktionsrohr (24f; 124f) zirkuliert,
- man den Einspritzpunkt sukzessive in jeden der Teilhöhlräume in die Richtung des letzten Teilhohlraums zurückverlegt und man jeden dieser Teilhöhlräume aushöhlt, indem man das Lösungsmittel in diesen Teilhohlraum einspritzt, wobei die Lake in den Teilhöhlräumen und den Kanälen zirkuliert, die zwischen diesem Teilhohlraum und dem letzten Teilhohlraum (20f; 120e) angeordnet sind.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die isolierten Kanäle der Schicht, welche das zu lösende Salz enthält, herstellt, indem man in dem Bohrloch Abschnitte mit einer Auskleidung (14a, 14b, 14c, 14d, 14e) anordnet, die bezüglich des Lösungsmittels dicht sind und indem man die Lake in diese ausgekleideten Abschnitte leitet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** man den Raum zur Kommunikation (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f) herstellt:

- indem man das Bohrloch (8) aushöhlt,
- indem man eine Auskleidung (14) in das Bohrloch (8) einführt, das man so bis zu der Salzschrift (1) erhält,
- indem man ein Abdichtungsmaterial (16) (wie

beispielsweise Beton) zwischen der Auskleidung (14) und dem Bohrloch (8) anordnet, und

- indem man die Auskleidung (14) und das Abdichtungsmaterial (16) in den festgelegten Zonen beseitigt, um die roh ausgebildeten Teilhohlräume (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f) zu formen.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** man die isolierten Kanäle des Salzes durch eine Bohrung in einem Gelände (104) neben der Salzschrift herstellt, das wenig oder gar kein Salz enthält, welches durch das Lösungsmittel lösbar ist.

Claims

1. Process for hollowing out a cavity, by dissolution, in a ground formation comprising at least one layer (1) containing predominantly salt, the said process comprising the following steps:

- preparing at least one drilled hole (8; 108) comprising a substantially horizontal section (8b; 108b) arranged at least in part in the salt layer (1),
- providing in the drilled hole(s) an injection pipe (22; 122), an extraction pipe (24f; 124f) and a preliminary communication space (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f; 120a, 124a, 120b, 124b, 120c, 124c, 120d, 124d, 120e) connecting the injection pipe (22; 122) and the extraction pipe (24f; 124f),
- injecting a solvent of the salt, into the communication space, through one end of the injection pipe (22; 122) forming an injection point (22a; 122a),
- extracting, through the extraction pipe (24f; 124f), the brine formed by the dissolution of the salt, in contact with the solvent,

characterized in that:

- a plurality of preliminary sub-cavities (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) are produced in the salt layer (1), and
- a succession of channels (24a, 24b, 24c, 24d, 24e; 124a, 124b, 124c, 124d) are produced, isolated from the said layer to be dissolved containing salt, the channels connecting the sub-cavities in a fluid manner two at a time in order to form an open circuit for circulation of the solvent, extending between a first sub-cavity (20a; 120a) and a last sub-cavity (20f; 120e), the preliminary sub-cavities and the channels defining the said preliminary communication space.

2. Process according to Claim 1, **characterized in that:**

- the last sub-cavity (20f; 120e) is connected to the extraction pipe (24f; 124f), and
- the solvent is injected successively into each of the sub-cavities (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e).

3. Process according to Claim 2, **characterized in that:**

- the injection pipe (22; 122) and the extraction pipe (24f; 124f) are arranged concentrically, the extraction pipe being positioned round the injection pipe,
- the injection pipe (22; 122) is advanced into the succession of sub-cavities (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f; 120a, 120b, 120c, 120d, 120e) and channels (24a, 24b, 24c, 24d, 24e; 124a, 124b, 124c, 124d) until its injection point (22; 122) is arranged in the first sub-cavity (20a; 120a) in order to dissolve the salt principally in that cavity;
- the first sub-cavity is hollowed out by injecting the solvent through the injection point, the brine circulating in the other sub-cavities and in the channels to the extraction pipe (24f; 124f),
- the injection point is withdrawn into each of the sub-cavities in succession, in the direction of the last sub-cavity, and each of the sub-cavities is hollowed out by injecting the solvent into that sub-cavity, the brine circulating in the sub-cavities and the channels arranged between that sub-cavity and the last sub-cavity (20f; 120e).

4. Process according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the channels isolated from the layer containing the salt to be dissolved are produced by arranging, in the drilled hole, casing sections (14a, 14b, 14c, 14d, 14e) impermeable to the solvent and by guiding the brine in these casing sections.

5. Process according to Claim 4, **characterized in that** the communication space (20a, 24a, 20b, 24b, 20c, 24c, 20d, 24d, 20e, 24e, 20f) is produced by:

- preparing the drilled hole (8),
- introducing a casing (14) into the drilled hole (8) thus obtained, into the layer of salt (1),
- arranging a sealing material (16) (such as concrete) between the casing (14) and the drilled hole (8), and
- eliminating the casing (14) and the sealing material (16) in specific areas in order to form the preliminary sub-cavities (20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f).

6. Process according to any one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the channels isolated from the salt are produced by drilling in a ground formation (104) adjacent to the said layer of salt and containing little or no salt soluble by the solvent.

5

10

15

20

25

30

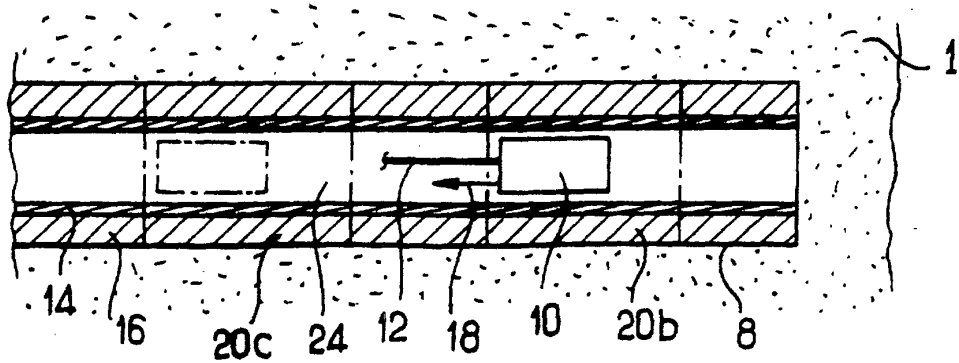
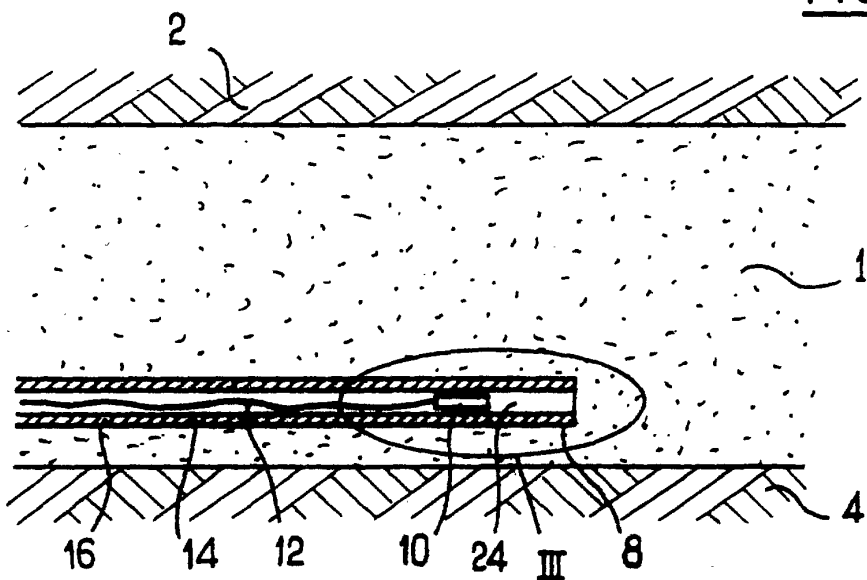
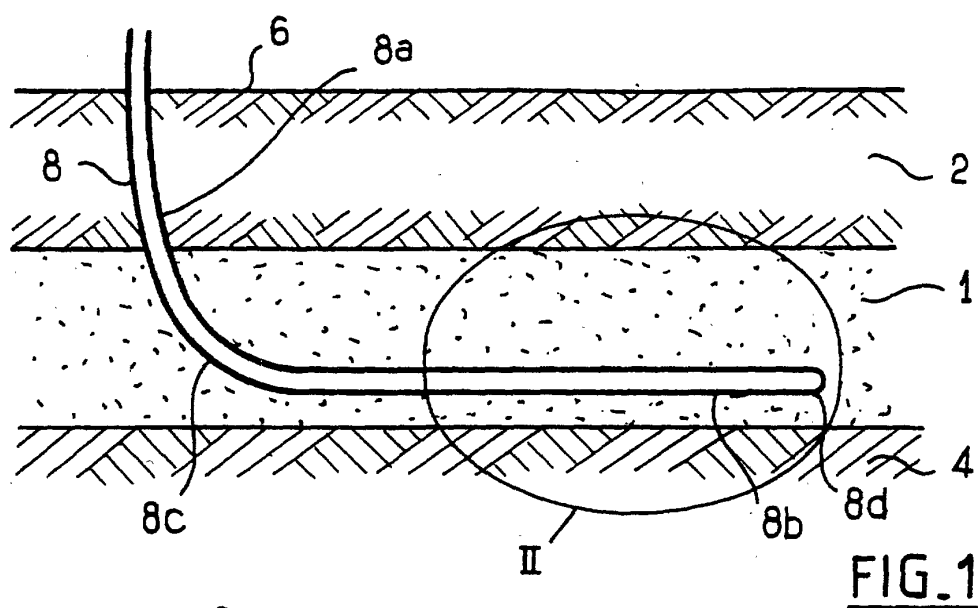
35

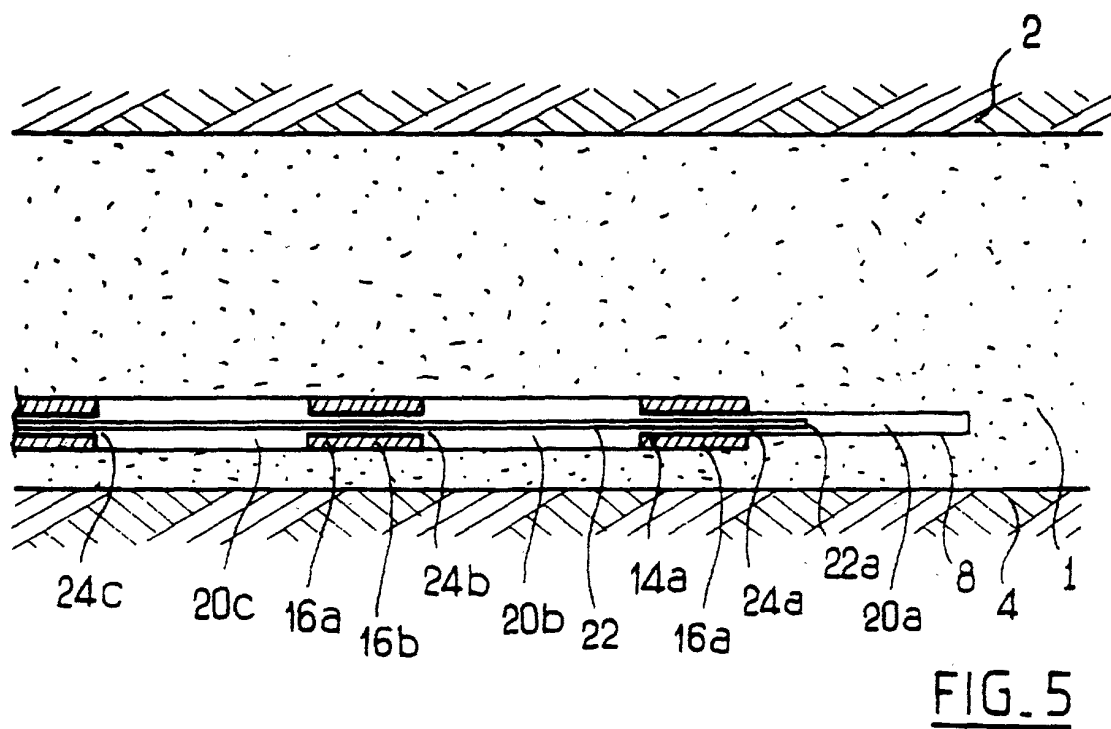
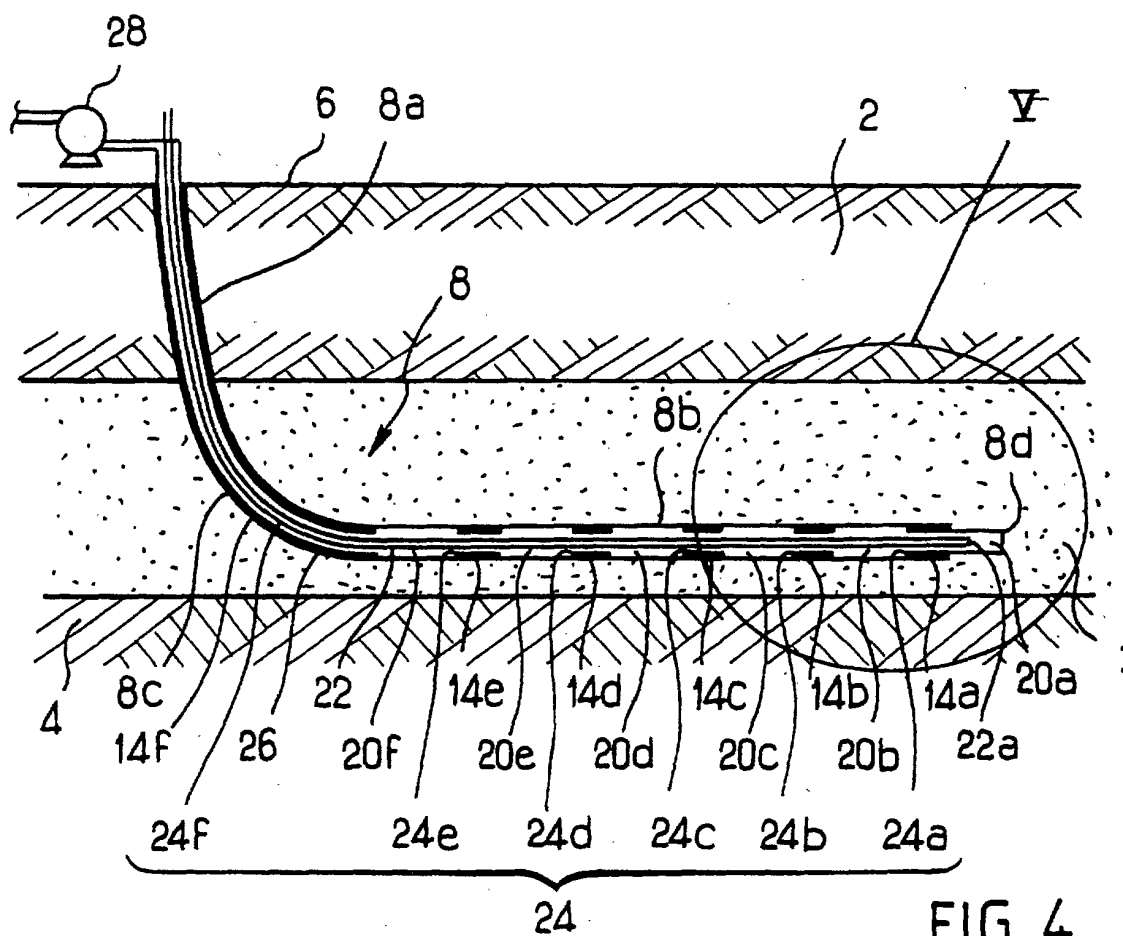
40

45

50

55





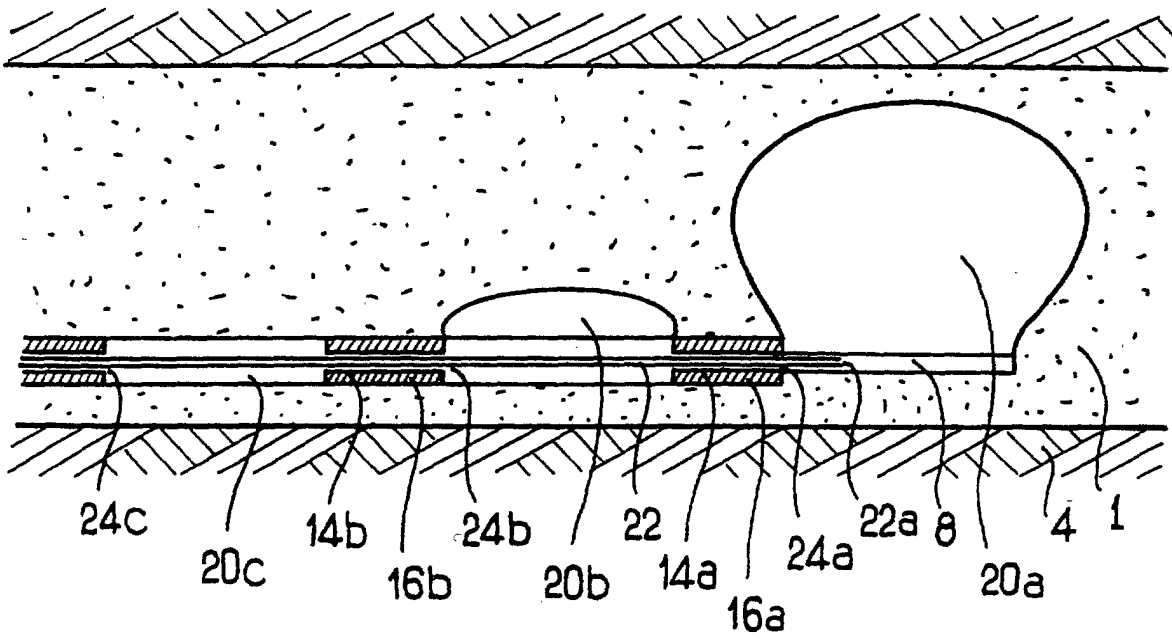


FIG. 6

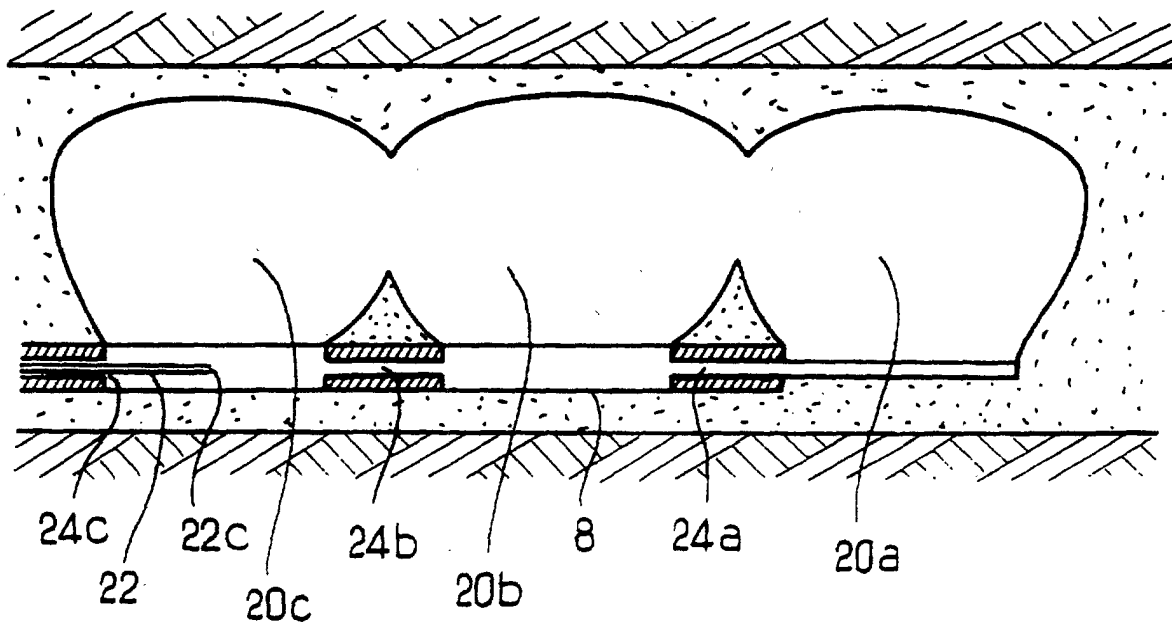


FIG. 7

