

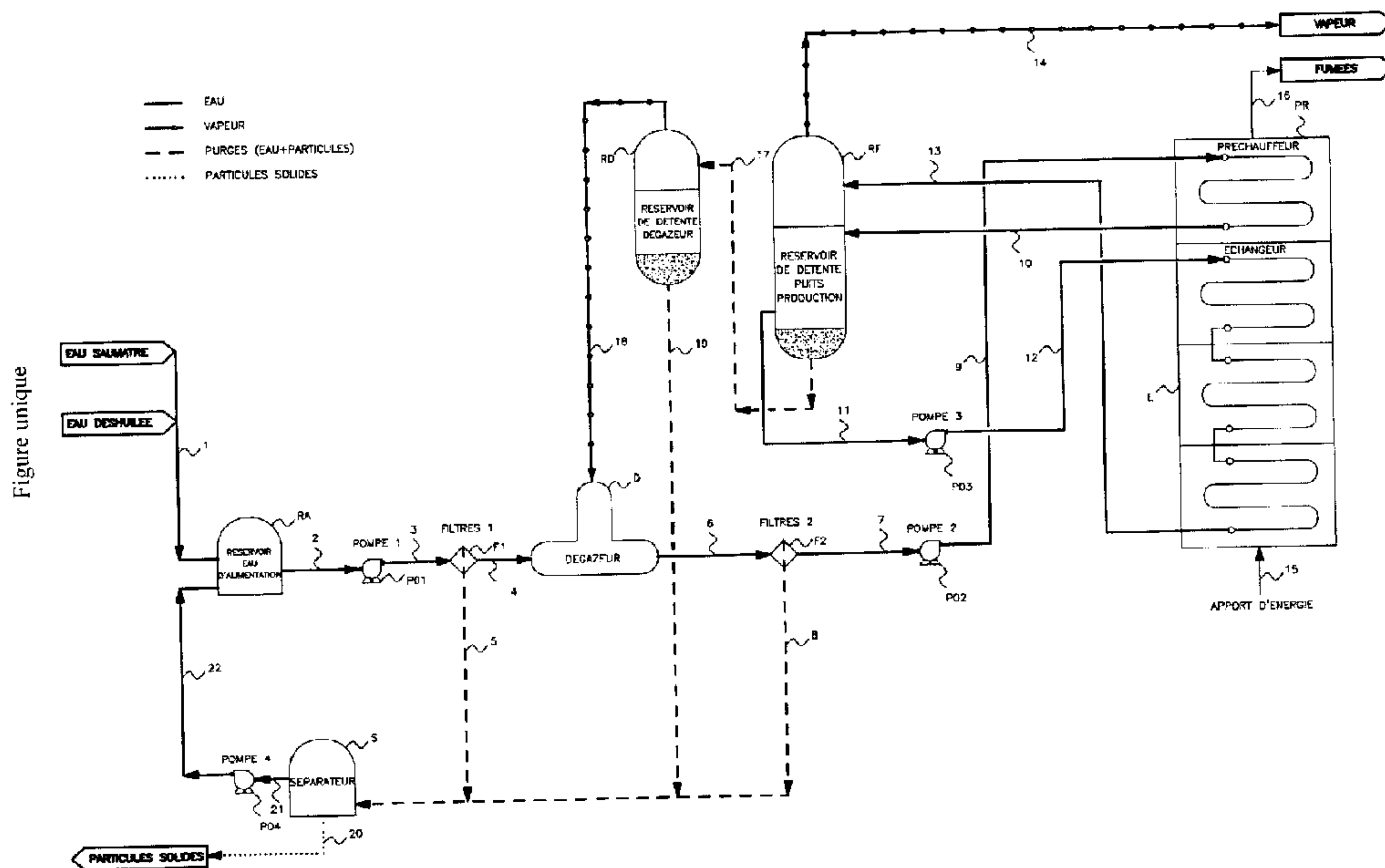


(22) Date de dépôt/Filing Date: 2014/03/11  
 (41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2014/09/12  
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2017/04/25  
 (30) Priorité/Priority: 2013/03/12 (FR13 52 206)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F22B 33/18* (2006.01),  
*C02F 9/00* (2006.01), *C02F 9/02* (2006.01),  
*C02F 9/10* (2006.01), *E21B 43/24* (2006.01),  
*F22B 37/48* (2006.01)  
 (72) Inventeurs/Inventors:  
 BERROS, JEREMY, FR;  
 TYE, PETER, CA  
 (73) Propriétaires/Owners:  
 INGENICA INGENIERIE INDUSTRIELLE, FR;  
 BRAIS MALOUIN AND ASSOCIATES INC., CA  
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE DE GENERATION DE VAPEUR D'EAU ET PROCÉDE DE RECUPERATION DE PETROLE BRUT PAR DRAINAGE GRAVITAIRE ASSISTE PAR INJECTION DE VAPEUR D'EAU (SAGD) INCLUANT LEDIT PROCÉDE DE GENERATION DE VAPEUR D'EAU

(54) Title: WATER VAPOUR GENERATION PROCESS AND RECOVERY METHOD FOR CRUDE OIL BY STEAM-ASSISTED GRAVITY DRAINAGE (SAGD) INCLUDING THE SAID WATER VAPOUR GENERATION PROCESS



(57) Abrégé/Abstract:

Ce procédé consiste à (a) comprimer à une basse pression l'eau d'alimentation ; (b) filtrer l'eau d'alimentation ; (c) comprimer le courant d'eau filtré à une moyenne pression ; (d) amener ledit courant d'eau filtré, comprimé à moyenne pression, dans la phase liquide d'un réservoir de détente instantanée ; (e) dans le réservoir, réchauffer ledit courant de l'étape (d) par mélange avec le courant recyclé (h) ; (f) recomprimer à une haute pression la fraction liquide dans ledit réservoir et l'adresser à l'entrée d'un échangeur thermique ; (g) chauffer la fraction liquide dans l'échangeur en la maintenant à l'état liquide ; (h) recycler la fraction provenant de l'étape (g) dans ledit réservoir ; et (i) détendre le courant de l'étape (h) dans ledit réservoir de détente, générer par détente instantanée la vapeur d'eau recherchée ; et (j) séparer les particules solides formées sous la forme d'une seconde purge formée d'eau et desdites particules.

## ABREGE

-----

Ce procédé consiste à (a) comprimer à une basse pression l'eau d'alimentation ; (b) filtrer l'eau d'alimentation ; (c) comprimer le courant d'eau filtré à une moyenne pression ; (d) amener ledit courant d'eau filtré, comprimé à moyenne pression, dans la phase liquide d'un réservoir de détente instantanée ; (e) dans le réservoir, réchauffer ledit courant de l'étape (d) par mélange avec le courant recyclé (h) ; (f) recomprimer à une haute pression la fraction liquide dans ledit réservoir et l'adresser à l'entrée d'un échangeur thermique ; (g) chauffer la fraction liquide dans l'échangeur en la maintenant à l'état liquide ; (h) recycler la fraction provenant de l'étape (g) dans ledit réservoir ; et (i) détendre le courant de l'étape (h) dans ledit réservoir de détente, générer par détente instantanée la vapeur d'eau recherchée ; et (j) séparer les particules solides formées sous la forme d'une seconde purge formée d'eau et des dites particules.

PROCEDE DE GENERATION DE VAPEUR D'EAU ET PROCEDE DE  
RECUPERATION DE PETROLE BRUT PAR DRAINAGE GRAVITAIRE  
ASSISTE PAR INJECTION DE VAPEUR D'EAU (SAGD) INCLUANT LEDIT  
5 PROCEDE DE GENERATION DE VAPEUR D'EAU

La présente invention a pour objet un procédé de  
génération de vapeur d'eau. En particulier, dans le domaine  
technologique de la récupération assistée d'hydrocarbures,  
10 l'invention a pour objet un procédé de génération de vapeur  
d'eau pour des applications de drainage gravitaire assisté  
par injection de vapeur d'eau, dit procédé SAGD (Steam  
Assisted Gravity Drainage).

L'exploitation in-situ des gisements de pétrole  
15 des sables bitumineux par la technique SAGD utilise  
actuellement soit des chaudières à vapeur à circulation  
naturelle avec ballon de séparation soit des générateurs de  
vapeur à circulation forcée de type OTSG (Once  
Through Steam Generators). Ces deux types de générateurs de  
20 vapeur nécessitent une alimentation en eau de qualité.  
Cependant, l'eau récupérée dans le procédé SAGD est loin de  
rencontrer les critères de qualité et doit faire l'objet  
d'un traitement onéreux.

Ce traitement consiste en de nombreux appareils  
25 de filtration, d'adoucissement, et d'échanges d'ions pour  
faire en sorte que l'eau d'alimentation comporte le moins  
de particules et minéraux possible.

La principale raison qui impose un niveau élevé  
de traitement d'eau provient du fait que le chauffage de  
30 l'eau produit une ébullition qui concentre les solides et  
les sels dissous dans la phase liquide. Lorsque la  
concentration excède un seuil critique, des solides se  
déposent sur les surfaces d'échange ce qui inhibe le

refroidissement des dites surfaces et cause une surchauffe locale du métal. Cette surchauffe entraîne éventuellement une rupture du métal, ce qui peut conduire à des périodes importantes d'arrêts et de non-production.

5 Les très grandes quantités d'eau requises pour le procédé SAGD couplées aux contraintes environnementales et gouvernementales imposent que la majeure partie de l'eau utilisée soit recyclée. Il s'ensuit une concentration graduelle de l'eau en solides dissous qui vient amplifier  
10 le problème de dépôt décrit ci-avant. Bien que les générateurs de vapeur de type OTSG supportent mieux la présence de solides dissous que les chaudières à ballon, ils finissent par succomber éventuellement à l'effet d'encrassement.

15 On estime qu'actuellement, le traitement de l'eau peut accaparer jusqu'à 70% des dépenses en capital et 20% des coûts d'opération d'une usine de génération de vapeur dans le procédé SAGD.

Dans les procédés de génération de vapeur connus,  
20 en sortie de chaudière sont générés de la vapeur d'eau et des gouttelettes d'eau. La part de vapeur représente ce que l'on appelle la qualité de vapeur. Elle est faible dans les procédés connus, étant de l'ordre de 75%.

La présente invention a pour but de remédier à  
25 ces inconvénients, le procédé de génération de vapeur qui en fait l'objet permettant de générer de la vapeur avec un rendement proche de 100%, sans apport de réactifs ni produits chimiques pour purifier l'eau d'alimentation.

Le nouveau procédé de détente instantanée  
30 (« flash ») qui est proposé selon l'invention permet de générer la vapeur nécessaire au procédé SAGD en utilisant comme alimentation de l'eau de qualité bien inférieure

comparativement à celle requise pour les unités OTSG ou pour les chaudières à ballon.

En découplant les processus de chauffage et de  
5 changement de phase, le procédé « flash » proposé selon l'invention apporte une solution au problème de génération de vapeur à partir d'une eau de mauvaise qualité. Dans un premier temps, le transfert de chaleur s'effectue sans  
10 ébullition dans l'eau à haute pression qui sera dans un deuxième temps détendue dans un réservoir de détente instantanée où la séparation eau-vapeur sera effectuée. Dans la mesure où le flux de chaleur lors du chauffage demeure en deçà de la limite critique, aucune ébullition ne se produira et l'échangeur de chaleur demeurera libre de  
15 tout dépôt. Le contrôle de ce flux de chaleur est réalisé par une combustion étagée avec refroidissement intermédiaire qui procure également l'avantage de réduire considérablement les températures maximales qui génèrent des NO<sub>x</sub>. Il en résulte une très faible émission de NO<sub>x</sub>  
20 inférieure à 5 ppm.

La présente invention a donc d'abord pour objet un procédé de génération de vapeur à partir d'une eau d'alimentation contenant des particules solides en  
25 suspension et des matières minérales en solution, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :

- (a) comprimer à une basse pression ladite eau d'alimentation ;
- 30 (b) filtrer ladite eau d'alimentation pour obtenir :
  - un courant d'eau filtré, débarrassé de ses particules solides ; et

- une première purge formée d'eau et des particules solides filtrées ;
- (c) comprimer le courant d'eau filtré à une moyenne pression ;
- 5 (d) amener ledit courant d'eau filtré, comprimé à moyenne pression, dans la phase liquide d'un réservoir de détente instantanée ;
- (e) dans ledit réservoir de détente instantanée, réchauffer ledit courant de l'étape (d) par mélange  
10 avec le courant recyclé de l'étape (h) ci-après ;
- (f) recomprimer à une haute pression la fraction liquide dans ledit réservoir de détente instantanée et l'adresser à l'entrée d'un échangeur thermique ou d'un groupe d'échangeurs thermiques montés en série ;
- 15 (g) chauffer la fraction liquide non détendue dans ledit ou lesdits échangeurs thermiques en la maintenant à l'état liquide ;
- (h) recycler la fraction provenant de l'étape (g) dans ledit réservoir de détente instantanée ; et
- 20 (i) dans ledit réservoir de détente instantanée, détendre ledit courant de l'étape (h) et générer par détente instantanée la vapeur d'eau recherchée contenant les matières minérales de l'eau d'alimentation qui sont restées en solution ; et
- 25 (j) séparer les particules solides formées à partir de :
  - la précipitation des matières minérales en solution sous l'effet de la température et/ou de la pression régnant dans ledit réservoir de détente instantanée ; et
  - 30 - la décantation associée des matières minérales provenant de la vaporisation dans ledit réservoir de détente instantanée,

sous la forme d'une seconde purge formée d'eau et desdites particules.

En fonctionnement normal, les étapes (e) et (i) s'effectuent de manière simultanée.

5 Entre les étapes (b) et (c), on peut conduire en outre les étapes consistant à :

(k) dégazer ledit courant d'eau filtré avec apport de vapeur d'eau pour obtenir un courant d'eau filtré, dégazé et réchauffé par ladite vapeur d'eau  
10 apportée ;

(l) filtrer à nouveau ledit courant d'eau provenant de l'étape (k) pour obtenir :

- un courant d'eau qui est débarrassé des particules solides qu'il contient dont au moins  
15 une partie a été formée par précipitation d'au moins une partie des matières minérales en solution sous l'effet de l'élévation de température du courant d'eau à l'étape de dégazage et, le cas échéant, également de  
20 l'augmentation de la pression dudit courant d'eau ; et

- une troisième purge formée d'eau et de particules solides filtrées ;

ainsi qu'une étape consistant à :

25 (m) amener la seconde purge provenant de l'étape (j) à un réservoir de détente instantanée secondaire pour obtenir :

- l'apport de vapeur d'eau à l'étape de dégazage (k) ; et

30 - une quatrième purge formée d'eau et de particules solides décantées dans ledit réservoir de détente instantanée secondaire.

On peut conduire en outre un préchauffage du courant d'eau à au moins l'une des positions suivantes :

- avant l'étape (a) ;
- entre l'étape (a) et l'étape (b) ;
- 5 - entre l'étape (b) et l'étape (c) ; et
- entre l'étape (c) et l'étape (e) de réchauffage par mélange,

en particulier entre l'étape (c) et l'étape (e) de réchauffage par mélange.

10 On peut notamment conduire en outre un préchauffage du courant d'eau à au moins l'une des positions suivantes :

- entre l'étape (b) et l'étape (k) ; et
- entre l'étape (k) et l'étape (l).

15 Dans le cas où l'eau d'alimentation provient d'un procédé de récupération de pétrole par drainage gravitaire assisté par injection de vapeur (procédé SAGD), l'eau d'alimentation comprend généralement de l'eau saumâtre provenant d'au moins une réserve d'eau environnante et/ou  
20 de l'eau déshuilée résultant de la condensation de la vapeur d'eau générée par un procédé SAGD.

On peut stocker l'eau d'alimentation dans un réservoir de stockage à pression atmosphérique avant de l'adresser à l'étape de compression à une basse pression  
25 (a).

A l'étape (a), on peut comprimer l'eau d'alimentation à une basse pression de  $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars).

A l'étape (b), on peut filtrer des particules  
30 jusqu'à une dimension de 1 micron.

A l'étape (c), on peut comprimer le courant d'eau filtrée à une moyenne pression de  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars).

A l'étape (e), on peut réchauffer ledit courant de l'étape (d) à une température de 80 à 300°C et à une pression de  $70 \times 10^5$  à  $100 \times 10^5$  Pa (70 à 100 bars).

A l'étape (f), on peut recomprimer la fraction  
5 liquide non détendue à une haute pression de  $120 \times 10^5$  à  $180 \times 10^5$  Pa (120 à 180 bars).

A l'étape (g), on peut chauffer la fraction liquide non détendue dans ledit ou lesdits échangeurs thermiques à une température de 320 à 350°C.

10 A l'étape (k), on peut conduire le dégazage avec apport d'une vapeur d'eau à une température de 100 à 120°C.

A l'étape (l), on peut filtrer des particules jusqu'à une dimension de 1 micron.

On peut adresser les purges ou au moins une  
15 partie des purges, excepté celle adressée au réservoir de détente secondaire, à une étape de séparation pour obtenir :

- des particules solides à évacuer ; et
- une eau que l'on recycle dans l'eau d'alimentation ou  
20 dans le réservoir d'eau d'alimentation par une pompe de recirculation.

On peut conduire dans un préchauffeur une étape de préchauffage du courant d'eau entre l'étape (c) et l'étape (e) de réchauffage par mélange à une température de  
25 210 à 280°C.

On peut apporter de l'énergie à l'échangeur/aux échangeurs en série et au préchauffage entre les étapes (c) et (e) suivant un même circuit entrant dans l'échangeur ou le premier échangeur de la série et sortant du préchauffeur  
30 sous forme de fumées.

Conformément à un mode de réalisation particulier du procédé de génération de vapeur d'eau selon l'invention,

comportant les étapes (a) à (m) et une étape de préchauffage entre les étapes (c) et (e) :

- à l'étape (a), l'eau est comprimée à une pression de  $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars) ;
- 5 - l'eau filtrée en (b) est adressée à l'étape de dégazage (j) à une pression de  $2 \times 10^5$  à  $3 \times 10^5$  Pa (2 à 3 bars) ;
- l'eau dégazée dans l'étape (j) est adressée à l'étape de filtration (l) à une température de 110 à 120 °C ;
- l'eau filtrée sortant de l'étape (l) est adressée à  
10 l'étape de compression (c) à une pression de  $10^5$  à  $2 \times 10^5$  Pa (1 à 2 bars) ;
- l'eau est comprimée à l'étape (c) à une pression de  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars) ;
- l'eau préchauffée entre les étapes (c) et (e) est amenée  
15 sous pression de  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars), à une température de 210 à 280 °C dans la phase liquide du réservoir de détente instantanée dans lequel elle est encore réchauffée par mélange avec la fraction d'eau recyclée comprimée sous une haute pression de  $70 \times$   
20  $10^5$  à  $100 \times 10^5$  Pa (70 à 100 bars) à l'étape (g) et chauffée dans le ou les échangeurs thermiques à une température de 320 à 350 °C ; et
- la vapeur générée dans l'étape (m) de détente instantanée dans le réservoir de détente instantanée secondaire étant  
25 amenée à l'étape de dégazage (k) à une température de 100 à 120 °C et sous une pression de  $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars).

La présente invention a également pour objet un procédé de drainage gravitaire assisté par injection de  
30 vapeur, suivant lequel on injecte de la vapeur d'eau dans un puits horizontal supérieur, ladite vapeur d'eau entraînant du pétrole brut lourd et du bitume dans un puits vertical inférieur, le pétrole brut lourd et le bitume

étant recueillis dans ledit puits inférieur avec l'eau issue de la condensation de vapeur injectée, caractérisé par le fait que l'on adresse l'eau issue de la condensation de vapeur injectée comme eau d'alimentation du procédé tel  
5 que défini ci-dessus et que l'on recycle la vapeur d'eau obtenue par ce procédé audit procédé de drainage gravitaire assisté par injection de vapeur.

L'Exemple suivant illustre l'invention, sans  
10 toutefois en limiter la portée, et correspond au mode de réalisation représenté sur la Figure unique du dessin annexé.

Dans ce mode de réalisation, de l'eau saumâtre,  
15 provenant par exemple de puits environnants, et de l'eau déshuilée issue de vapeur d'eau utilisée dans un procédé SAGD sont tout d'abord amenées par une canalisation 1 dans un réservoir d'eau d'alimentation RA pour y être stockées et constituer l'eau d'alimentation du procédé.

20 L'eau d'alimentation dans le réservoir d'eau d'alimentation RA est une eau constituée d'eau de puits et d'eau recyclée à pression atmosphérique, qui est amenée par une canalisation 2 à une pompe PO1 (POMPE 1).

La pompe PO1 envoie l'eau d'alimentation par une  
25 canalisation 3 à un ensemble de filtres F1 (FILTRES 1), qui sépare l'eau d'alimentation en un premier courant d'eau filtrée à une pression P1 de 3 à 4 bars, envoyé par une canalisation 4 vers un dégazeur D, et un premier courant de première purge envoyé dans une canalisation 5.

30 Dans le dégazeur D, le courant d'eau filtrée est dégazé pour réduire la teneur en oxygène, en CO<sub>2</sub> et en air et aussi préchauffé pour former en sortie du dégazeur un courant d'eau dégazée à une température T1 de 110 à 120 °C

et une pression P2 de 2 à 3 bars envoyé par une canalisation 6 vers un ensemble de filtres F2 (FILTRES 2).

L'ensemble de filtres F2 sépare le courant d'eau dégazée en particules solides provenant de la canalisation 6 en un courant d'eau filtrée, envoyé par une canalisation 7 à une pression P3 de 1 à 2 bars, et un courant de purge envoyé dans une canalisation 8.

Le courant d'eau filtrée est ensuite envoyé par l'intermédiaire d'une pompe PO2 (POMPE 2) qui transfère dans une canalisation 9 le courant d'eau filtré à un préchauffeur PR pour arriver à une température T2 entre 210 et 280 °C et une pression P4 entre 110 et 120 bars, puis ce courant préchauffé est amené par une canalisation 10 à un réservoir de détente RF (dit réservoir de détente de puits de production 2) au niveau de la phase liquide contenue dans ce réservoir.

Dans la phase liquide du réservoir de détente RF, le courant d'eau préchauffé est soumis à un second chauffage dû au mélange avec une fraction de l'eau recirculée 13 pour former en sortie de la phase liquide du réservoir de détente RF :

- une eau recirculée, envoyée par une canalisation 11 vers une pompe PO3 (POMPE 3) qui la transfère, à une température T3 de 250 à 300 °C et sous une pression P5 de 70 à 100 bars, à un ensemble d'échangeurs thermiques montés en série E par une canalisation 12 ;
- une purge formée d'eau et de particules solides en partie basse, envoyée par une canalisation 17 vers un réservoir de détente de dégazeur RD.

L'eau transférée par la pompe PO3 à l'ensemble d'échangeurs thermiques montés en série E est progressivement chauffée dans cet ensemble E par un apport

## II

de chaleur 15 pour former en sortie de l'ensemble E une eau chauffée à une température T5 entre 320 et 350 °C et sous une pression P8 de 120 à 180 bars introduite par l'intermédiaire d'une canalisation 13 dans la phase gazeuse  
5 du réservoir de détente RF pour y subir une vaporisation instantanée.

Dans la phase gazeuse du réservoir de détente RF, le courant d'eau chauffé 13 est soumis à une vaporisation instantanée pour former en sortie du réservoir de détente  
10 RF :

- de la vapeur d'eau pure à une pression P9 de 70 à 100 bars en partie haute, envoyée par une canalisation 14 vers un puits de production pour être utilisée dans un procédé SAGD ;
- 15 - l'eau à recirculer et à envoyer par la canalisation 11 ;
- la purge formée d'eau et de particules solides en partie basse, envoyée par la canalisation 17 vers le réservoir de détente de dégazeur RD.

Dans le réservoir de détente de dégazeur RD, la  
20 purge du réservoir de détente RF amenée par la canalisation 17 subit une vaporisation instantanée pour former en partie haute de la vapeur utilisée dans le dégazeur D, et conduite à celui-ci par une canalisation 18 entre la partie haute du réservoir de détente de dégazeur RD et le dégazeur D.

25 Une purge est formée en partie basse du réservoir de détente de dégazeur RD et est envoyée dans une canalisation 19.

Les purges provenant des canalisations 5, 8, 19 sont envoyées vers un séparateur S, où elles sont séparées  
30 pour former en sortie du séparateur S d'une part des particules solides 20 qui sont écartées, et d'autre part de l'eau séparée 21, envoyée à une pompe PO4 (POMPE 4) qui la

transfère au réservoir d'eau d'alimentation RA pour un recyclage 22.

Dans l'ensemble E, l'eau chauffée provenant de la canalisation 13 est chauffée progressivement afin d'amener  
5 l'eau à la température désirée sans induire d'ébullition lors du chauffage qui serait susceptible de déposer des particules solides dans l'ensemble E.

On peut souligner ici qu'un seul échangeur thermique pourrait être utilisé à la place de l'ensemble E  
10 des échangeurs thermiques montés en série.

Sur la Figure unique du dessin annexé, on a également fait figurer la sortie de fumées 16 en sortie du circuit d'apport d'énergie (par 15) commun à l'ensemble d'échangeurs E et au préchauffeur PR.

REVENDICATIONS

- 1 - Procédé de génération de vapeur d'eau à partir d'une eau d'alimentation contenant des particules solides en suspension et des matières minérales en solution, caractérisé par le fait qu'il comprend les étapes consistant à :
- 5
- (a) comprimer à une basse pression ladite eau d'alimentation ;
- (b) filtrer ladite eau d'alimentation pour obtenir :
- 10 - un courant d'eau filtré, débarrassé de ses particules solides ; et
- une première purge formée d'eau et des particules solides filtrées ;
- (c) comprimer le courant d'eau filtré à une moyenne
- 15 pression ;
- (d) amener ledit courant d'eau filtré, comprimé à moyenne pression, dans la phase liquide d'un réservoir de détente instantanée ;
- (e) dans ledit réservoir de détente instantanée, réchauffer
- 20 ledit courant de l'étape (d) par mélange avec le courant recyclé de l'étape (h) ci-après ;
- (f) recomprimer à une haute pression la fraction liquide dans ledit réservoir de détente instantanée et l'adresser à l'entrée d'un échangeur thermique ou d'un
- 25 groupe d'échangeurs thermiques montés en série ;
- (g) chauffer la fraction liquide dans ledit ou lesdits échangeurs thermiques en la maintenant à l'état liquide ;
- (h) recycler la fraction provenant de l'étape (g) dans ledit
- 30 réservoir de détente instantanée ;
- (i) dans ledit réservoir de détente instantanée, détendre ledit courant de l'étape (h) et générer par détente

instantanée la vapeur d'eau recherchée contenant les matières minérales de l'eau d'alimentation qui sont restées en solution ; et

(j) séparer les particules solides formées à partir de :

- 5           - la précipitation des matières minérales en solution sous l'effet de la température et/ou de la pression régnant dans ledit réservoir de détente instantanée ; et
- 10           - la décantation associée des matières minérales provenant de la vaporisation dans ledit réservoir de détente instantanée ;
- sous la forme d'une seconde purge formée d'eau et desdites particules.

15           2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on conduit en outre un préchauffage du courant d'eau à au moins l'une des positions suivantes :

- avant l'étape (a) ;
- entre l'étape (a) et l'étape (b) ;
- 20 - entre l'étape (b) et l'étape (c) ; et
- entre l'étape (c) et l'étape (e) de réchauffage par mélange.

25           3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2, suivant lequel l'eau d'alimentation provient d'un procédé de récupération de pétrole par drainage gravitaire assisté par injection de vapeur, caractérisé par le fait que l'eau d'alimentation comprend :

- de l'eau saumâtre provenant d'au moins une réserve d'eau environnante ;
- 30 - de l'eau déshuilée résultant de la condensation de la vapeur d'eau récupérée par un procédé SAGD ; ou

- un mélange de ladite eau saumâtre et de ladite eau déshuilée.

4 - Procédé selon l'une quelconque des  
5 revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que l'on stocke  
l'eau d'alimentation dans un réservoir de stockage à pression  
atmosphérique avant de l'adresser à l'étape de compression à  
une basse pression (a).

10 5 - Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'à l'étape  
(a), on comprime l'eau d'alimentation à une basse pression de  
 $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars).

15 6 - Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 5, caractérisé par le fait qu'à l'étape  
(b), on filtre des particules jusqu'à une dimension de 1  
micron.

20 7 - Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 6, caractérisé par le fait qu'à l'étape  
(c), on comprime le courant d'eau filtrée à une moyenne  
pression de  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars).

25 8 - Procédé selon l'une quelconque des  
revendications 1 à 7, caractérisé par le fait qu'à l'étape  
(e), on réchauffe ledit courant de l'étape (d) à une  
température de 80 à 300°C et à une pression de  $70 \times 10^5$  à  $100$   
 $\times 10^5$  Pa (70 à 100 bars).

9 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'à l'étape (f), on recomprime la fraction liquide à une haute pression de  $120 \times 10^5$  à  $180 \times 10^5$  Pa (120 à 180 bars).

5

10 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'à l'étape (g), on chauffe la fraction liquide dans ledit ou lesdits échangeurs thermiques à une température de 320 à 350 °C.

10

11 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que l'on adresse les purges ou au moins une partie des purges, excepté celle adressée au réservoir de détente secondaire, à une étape de séparation pour obtenir :

15

- des particules solides à évacuer ; et
- une eau que l'on recycle dans l'eau d'alimentation ou dans le réservoir d'eau d'alimentation par une pompe de recirculation.

20

12 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que l'on conduit dans un préchauffeur une étape de préchauffage du courant d'eau entre l'étape (c) et l'étape (e) de réchauffage par mélange à une température de 210 à 280 °C.

25

13 - Procédé selon la revendication 12, caractérisé par le fait que l'on apporte de l'énergie à l'échangeur/aux échangeurs en série et au préchauffage entre les étapes (c) et (e) suivant un même circuit entrant dans l'échangeur ou le

30

premier échangeur de la série et sortant du préchauffeur sous forme de fumées.

14 - Procédé selon l'une quelconque des  
5 revendications 1 à 13, caractérisé par le fait qu'entre les étapes (b) et (c), on conduit en outre les étapes consistant à :

(k) dégazer ledit courant d'eau filtré avec apport de vapeur d'eau pour obtenir un courant d'eau filtré, dégazé et  
10 réchauffé par ladite vapeur d'eau apportée ;

(l) filtrer à nouveau ledit courant d'eau provenant de l'étape (k) pour obtenir :

- un courant d'eau qui est débarrassé des particules solides qu'il contient dont au moins une partie a  
15 été formée par précipitation d'au moins une partie des matières minérales en solution sous l'effet de l'élévation de température du courant d'eau à l'étape de dégazage et, le cas échéant, également de l'augmentation de la pression dudit courant  
20 d'eau ; et

- une troisième purge formée d'eau et de particules solides filtrées ;

ainsi qu'une étape consistant à :

(m) amener la seconde purge provenant de l'étape (j) à un  
25 réservoir de détente instantanée secondaire pour obtenir :

- l'apport de vapeur d'eau à l'étape de dégazage (k) ;  
et

- une quatrième purge formée d'eau et de particules solides décantées dans ledit réservoir de détente  
30 instantanée secondaire.

15 - Procédé selon la revendication 14, caractérisé par le fait que l'on conduit en outre un préchauffage du courant d'eau à au moins l'une des positions suivantes :

- 5 - entre l'étape (b) et l'étape (k) ; et
- entre l'étape (k) et l'étape (l).

16 - Procédé selon la revendication 14 ou 15, caractérisé par le fait qu'à l'étape (k), on conduit le  
10 dégazage avec apport d'une vapeur d'eau à une température de 100 à 120 °C.

17 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, caractérisé par le fait qu'à l'étape  
15 (l), on filtre des particules jusqu'à une dimension de 1 micron.

18 - Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, comportant une étape de préchauffage  
20 entre les étapes (c) et (e), caractérisé par le fait que :

- à l'étape (a), l'eau est comprimée à une pression de  $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars) ;
- l'eau filtrée en (b) est adressée à l'étape de dégazage (j) à une pression de  $2 \times 10^5$  à  $3 \times 10^5$  Pa (2 à 3 bars) ;
- 25 - l'eau dégazée dans l'étape (j) est adressée à l'étape de filtration (l) à une température de 110 à 120 °C ;
- l'eau filtrée sortant de l'étape (l) est adressée à l'étape de compression (c) à une pression de  $10^5$  à  $2 \times 10^5$  Pa (1 à 2 bars) ;
- l'eau est comprimée à l'étape (c) à une pression de  
30  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars) ;

- l'eau préchauffée entre les étapes (c) et (e) est amenée sous pression de  $110 \times 10^5$  à  $120 \times 10^5$  Pa (110 à 120 bars), à une température de 210 à 280 °C dans la phase liquide du réservoir de détente instantanée dans lequel elle est encore réchauffée par mélange avec la fraction d'eau recyclée comprimée sous une haute pression de  $70 \times 10^5$  à  $100 \times 10^5$  Pa (70 à 100 bars) à l'étape (g) et chauffée dans le ou les échangeurs thermiques à une température de 320 à 350 °C ; et
- la vapeur générée dans l'étape (m) de détente instantanée dans le réservoir de détente instantanée secondaire étant amenée à l'étape de dégazage (k) à une température de 100 à 120 °C et sous une pression de  $3 \times 10^5$  à  $4 \times 10^5$  Pa (3 à 4 bars).

15            19 - Procédé de drainage gravitaire assisté par injection de vapeur, suivant lequel on injecte de la vapeur d'eau dans un puits horizontal supérieur, ladite vapeur d'eau entraînant du pétrole brut lourd et du bitume dans un puits vertical inférieur, le pétrole brut lourd et le bitume étant  
20 recueillis dans ledit puits inférieur avec l'eau issue de la condensation de vapeur injectée, caractérisé par le fait que l'on adresse l'eau issue de la condensation de vapeur injectée comme eau d'alimentation du procédé tel que défini à l'une  
25 quelconque des revendications 1 à 18 et que l'on recycle la vapeur d'eau obtenue par ce procédé audit procédé de drainage gravitaire assisté par injection de vapeur.

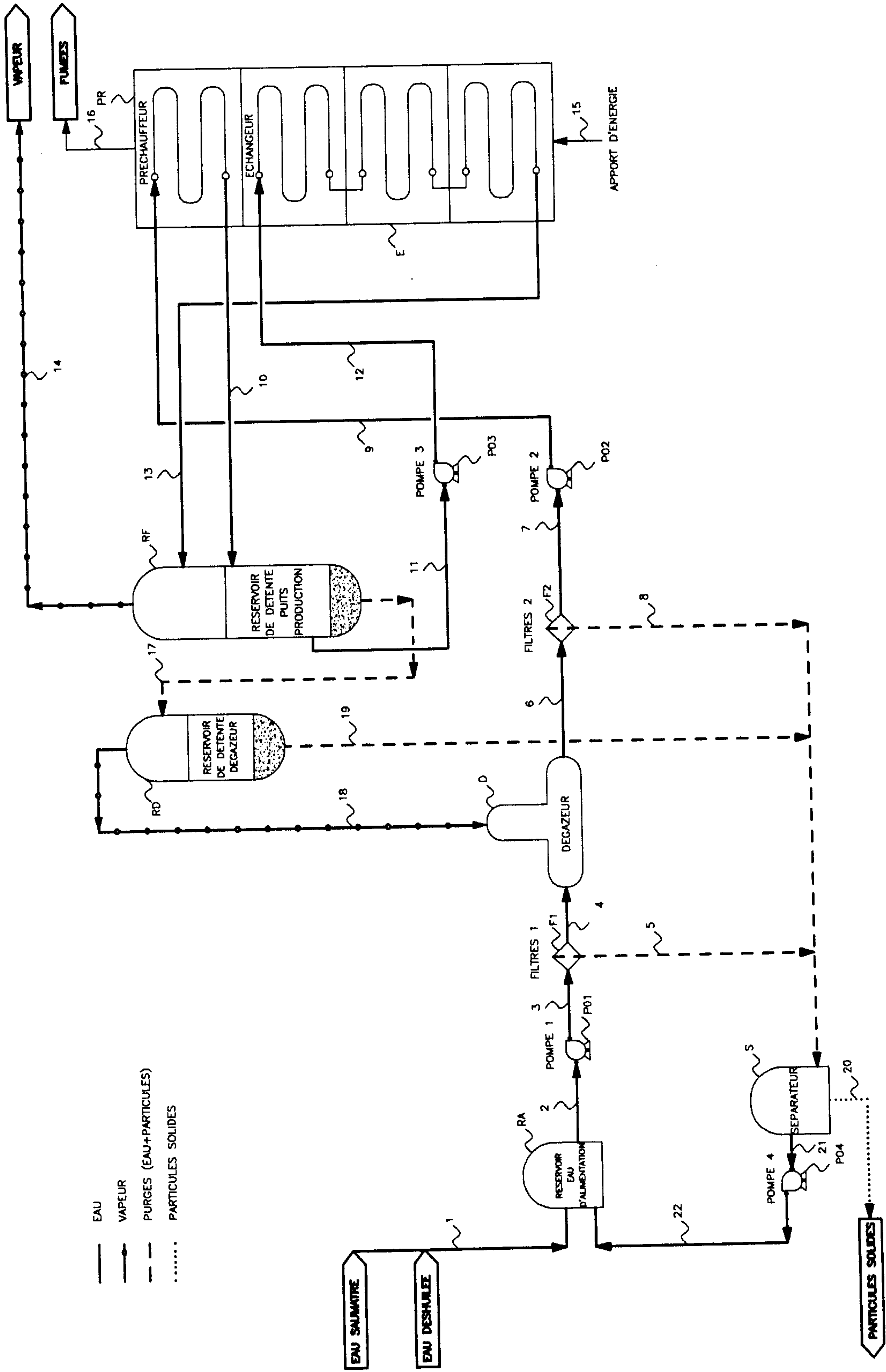


Figure unique