

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 479 021

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 07210

(54) Procédé pour régénérer une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés gazeux suscep-
tibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage, et installation pour sa mise en
œuvre.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). B 01 J 20/34; B 01 D 53/14.

(22) Date de dépôt 31 mars 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 40 du 2-10-1981.

(71) Déposant : SOCIETE NATIONALE ELF AQUITAINE (PRODUCTION), résidant en France.

(72) Invention de : Jacques Batteur et Alain Godard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

L'invention a pour objet un procédé pour régénérer une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage. Elle se rapporte, notamment, à 5 la régénération d'une solution absorbante, et en particulier d'une solution aqueuse absorbante, chargée de composés gazeux acides tels que H_2S et/ou CO_2 , ladite solution chargée provenant, par exemple, d'une étape d'absorption au cours de laquelle la solution absorbante, neuve ou venant d'être 10 soumise à une régénération, est mise en contact avec un gaz renfermant un ou plusieurs composés acides tels que H_2S et CO_2 . Elle concerne encore une installation pour la mise en oeuvre dudit procédé.

L'élimination des composés acides, notamment H_2S 15 et/ou CO_2 , contenus dans des gaz est généralement réalisée par lavage desdits gaz à l'aide d'une solution absorbante qui retient les composés acides par simple dissolution physique ou/et par dissolution après formation d'un sel ou d'un complexe, instable thermiquement, par réaction desdits 20 composés acides avec un composé basique présent dans la solution absorbante. En pratique, le gaz à traiter, renfermant les composés acides à éliminer, est mis en contact, dans une zone d'absorption, avec la solution absorbante choisie dans des conditions de pression et de température telles que la 25 solution absorbante fixe la quasi totalité des composés acides. Le gaz épuré sort en tête de la zone d'absorption et, si besoin est, il est ensuite dirigé vers un laveur à soude dans lequel sont retenues les dernières traces de composés acides qu'il pouvait encore contenir. En fond de la zone 30 d'absorption, on soutire la solution absorbante chargée des composés acides pour la soumettre à un traitement de régénération, c'est-à-dire pour la débarrasser des composés acides fixés et restaurer ainsi son pouvoir absorbant vis-à-vis desdits composés acides. Pour effectuer cette régénération, 35 on introduit la solution absorbante à régénérer, c'est-à-dire la solution absorbante chargée soutirée de la zone d'absorption, dans la moitié supérieure d'une zone de régénération et on maintient la solution absorbante à régénérer à l'ébullition et sous pression dans cette zone. La chaleur nécessaire

au maintien de cette ébullition est fournie par rebouillage de la solution absorbante contenue dans la zone de régénération, c'est-à-dire par échange de chaleur indirect entre une partie de la solution à régénérer se trouvant dans la 5 moitié inférieure de la zone de régénération et un fluide chaud à température appropriée, généralement de la vapeur d'eau saturée. Au cours de la régénération, les composés acides contenus dans la solution absorbante à régénérer maintenue à l'ébullition sont libérés et strippés par les 10 vapeurs de la solution absorbante. Lesdits composés gazeux acides sortent en tête de la zone de régénération et sont évacués à travers un système condenseur qui ramène dans la zone de régénération la phase liquide résultant de la condensation des vapeurs de la solution absorbante entraînées hors 15 de la zone de régénération avec les composés gazeux acides. En fond de la zone de régénération, on soutire la solution absorbante régénérée chaude et recycle ladite solution régénérée vers la zone d'absorption après avoir utilisé une partie des calories de ladite solution pour réchauffer, par 20 échange indirect de chaleur, la solution à régénérer soutirée de la zone d'absorption avant son introduction dans la zone de régénération.

L'échange indirect de chaleur entre la solution absorbante à régénérer et la solution régénérée chaude permet 25 bien de récupérer une partie de la chaleur sensible de cette dernière solution, toutefois l'économie d'énergie résultant d'une telle récupération est peu conséquente. En effet, une partie importante des calories récupérées, lors dudit échange indirect de chaleur, sert à vaporiser une fraction de la 30 solution absorbante à régénérer, qui sort directement en tête de la zone de régénération avec les composés gazeux acides libérés lorsque la solution à régénérer réchauffée est introduite dans la zone de régénération. De ce fait ladite fraction vaporisée ne participe pas au stripage des composés gazeux 35 acides dans la zone de régénération, mais elle nécessite cependant une consommation de fluide réfrigérant pour sa condensation dans le système condenseur à travers lequel passent les composés acides libérés. De plus, l'échange indirect de chaleur entre la solution absorbante régénérée chaude

et la solution absorbante à régénérer ne permet de récupérer qu'une partie relativement faible de la chaleur sensible de la solution absorbante régénérée chaude et il est nécessaire, après cet échange de chaleur, de soumettre la solution absorbante régénérée à un refroidissement indirect subséquent au moyen d'un fluide froid comme par exemple l'eau, pour l'amener à la température appropriée pour sa mise en contact, dans la zone d'absorption, avec le gaz à épurer renfermant les composés acides à éliminer. Cette étape additionnelle de refroidissement indirect consomme également une quantité appréciable de fluide de refroidissement.

Dans le brevet américain 3.823.222 concernant un procédé de séparation des gaz acides CO_2 et H_2S contenus dans des gaz chauds renfermant également de la vapeur d'eau, dans lequel on lave lesdits gaz à l'aide d'une solution absorbante alcaline, en particulier d'une solution aqueuse de carbonate de potassium, dans une zone d'absorption pour fixer les composés acides, puis on régénère la solution absorbante alcaline chargée des composés acides par stripage à la vapeur dans une zone de régénération dans laquelle la solution en cours de régénération est chauffée par rebouillage à la vapeur d'eau, et l'on recycle la solution absorbante régénérée vers la zone d'absorption, on a proposé d'améliorer la récupération de la chaleur sensible contenue d'une part dans les gaz chauds à épurer de leur contenu de gaz acides et d'autre part, dans la solution absorbante régénérée au niveau de la phase régénération. Pour ce faire les gaz chauds à épurer passent tout d'abord en échange de chaleur indirect avec de l'eau bouillante avec production d'un premier courant de vapeur d'eau sous pression et refroidissement partiel desdits gaz. Les gaz partiellement refroidis sont alors amenés en échange de chaleur indirect avec une partie de la solution absorbante contenue dans la moitié inférieure de la zone de régénération, avec production d'un second courant de vapeur d'eau ayant une pression plus faible que celle du premier courant et nouveau refroidissement des gaz à épurer. Les gaz ayant subi ce nouveau refroidissement sont alors dirigés vers la zone d'absorption tandis que le second courant de vapeur d'eau est introduit dans la zone de régénération comme vapeur d'eau

de stripage. Enfin la solution absorbante régénérée soutirée de la zone de régénération est dirigée vers une zone de détente maintenue sous une pression réduite par un éjecteur à vapeur, de manière à former une certaine quantité de vapeur d'eau sous ladite pression réduite et à refroidir partiellement la solution absorbante régénérée, ladite solution partiellement refroidie étant alors dirigée vers la zone d'absorption après un refroidissement supplémentaire pour l'amener à la température appropriée pour sa mise en contact avec les gaz à épurer. Le premier courant de vapeur d'eau sous pression est utilisé comme vapeur d'eau motrice dans l'éjecteur à vapeur pour réduire la pression dans la zone de détente et comprimer la vapeur d'eau sous pression réduite formée dans cette zone, et le mélange de vapeur d'eau motrice et de vapeur d'eau issue de la détente, qui sort de l'éjecteur à une pression voisine de la pression en fond de zone de régénération, est introduit dans ladite zone en tant que vapeur d'eau additionnelle de stripage.

Bien qu'il permette une récupération de chaleur améliorée, un tel procédé présente cependant certains inconvénients. Tout d'abord il s'applique à des gaz à épurer, dont la température est relativement élevée, par exemple 150 à 200°C, ce qui ne constitue pas la majorité des cas. Ensuite l'utilisation d'un éjecteur à vapeur pour maintenir la zone de détente sous pression réduite et comprimer la vapeur d'eau formée dans cette zone de détente, nécessite, pour l'entraînement de cet éjecteur, de faire appel à une quantité de vapeur d'eau motrice supérieure à la quantité de vapeur d'eau produite au cours de la détente de la solution absorbante régénérée, ce qui oblige, dans le cas où la vapeur d'eau motrice ne peut être produite directement par refroidissement du gaz à épurer, de disposer d'une source de vapeur d'eau en plus de la source de vapeur d'eau utilisée pour le rebouillage de la solution absorbante en cours de régénération. Enfin, la quantité de vapeur d'eau motrice utilisée pour faire fonctionner l'éjecteur doit être éliminée en permanence de la zone de régénération pour respecter le bilan eau de la solution absorbante, et cette vapeur d'eau excédentaire donne, après condensation, une eau polluée par les gaz acides, et notamment par H₂S, dont le

rejet pose des problèmes.

L'invention propose un procédé de régénération d'une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux, notamment H_2S et CO_2 , susceptibles d'être libérés par rebouillage de la solution absorbante, dans lequel on réalise également une détente de la solution absorbante régénérée avec formation d'une phase vapeur que l'on réinjecte dans la zone de régénération, ledit procédé de régénération étant d'une application générale et permettant de remédier aux inconvénients du procédé antérieur précité utilisant une détente de la solution absorbante régénérée.

Dans un processus d'épuration de gaz renfermant des composés gazeux acides comme H_2S et/ou CO_2 et comportant une étape d'absorption au cours de laquelle le gaz à épurer est lavé par une solution absorbante retenant les composés gazeux acides, une étape de régénération de la solution absorbante chargée des composés acides, et un recyclage de la solution absorbante régénérée vers l'étape d'absorption, la mise en oeuvre de la régénération comme le propose l'invention permet de réaliser une économie d'énergie globale qui s'avère appréciable par rapport à une mise en oeuvre de la régénération réalisée de manière classique ou en suivant la technique employant un éjecteur à vapeur d'eau comme enseigné par le brevet américain précité.

Le procédé suivant l'invention pour la régénération d'une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage, est du type dans lequel on injecte la solution à régénérer dans une zone de régénération, on maintient la solution à régénérer dans ladite zone dans des conditions assurant une pression absolue en fond de zone supérieure à 1,2 bars, et comprise de préférence entre 1,3 et 5 bars, et permettant une libération et/ou un entraînement par stripage des composés gazeux absorbés, on évacue les composés gazeux libérés en tête de la zone de régénération et soutire la solution régénérée en fond de ladite zone, et, à partir de ladite solution régénérée soutirée, on effectue une série d'opérations consistant à détendre cette solution régénérée avec libération d'une phase vapeur, à former une phase vapeur

recomprimée à une pression sensiblement égale à la pression en fond de zone de régénération et incluant ladite phase vapeur libérée, et à introduire la phase vapeur recomprimée obtenue dans la moitié inférieure de la zone de régénération,
5 et il se caractérise en ce qu'on effectue ladite série d'opérations à partir de la solution régénérée soutirée de telle sorte que le débit massique de la phase vapeur recomprimée introduite dans la moitié inférieure de la zone de régénération soit sensiblement égal au débit massique de la phase
10 vapeur libérée au cours de la détente de la solution régénérée soutirée de la zone de régénération.

Pour réaliser cette condition, on opère avantageusement en effectuant la détente de la solution absorbante régénérée en une pluralité d'étapes successives de détente, à savoir
15 une étape initiale, éventuellement une ou plusieurs étapes intermédiaires, et une étape finale, et en formant la phase vapeur recomprimée, qui est introduite dans la moitié inférieure de la zone de régénération, par recompresion de proche en proche des phases vapeurs libérées au cours des étapes
20 successives de détente de telle sorte que la phase vapeur libérée au cours d'une étape quelconque de détente faisant suite à l'étape initiale de détente soit recomprimée à une pression sensiblement égale à la pression de la phase vapeur libérée au cours de l'étape de détente précédant immédiatement
25 ladite étape quelconque, cette recompresion étant réalisée soit seulement sur la phase vapeur libérée au cours de l'étape quelconque de détente si cette dernière est l'étape finale ou sur une phase vapeur obtenue par réunion, lors de ladite recompresion, de la phase vapeur libérée au cours de ladite
30 étape quelconque de détente et d'une phase vapeur de pression sensiblement égale constituée de proche en proche par toutes les phases vapeurs libérées au cours des étapes de détente suivant l'étape quelconque de détente, et que la phase vapeur libérée au cours de l'étape initiale de détente soit réunie
35 à la phase vapeur de pression sensiblement égale constituée à partir de toutes les phases vapeurs libérées au cours des étapes de détente faisant suite à l'étape initiale de détente et l'ensemble amené à une pression sensiblement égale à la pression en fond de zone de régénération, chaque recompresion

étant réalisée avec conservation du débit massique entre fluide recomprimé et fluide à comprimer.

En particulier la détente de la solution régénérée soutirée de la zone de régénération est effectuée en n étapes 5 de détente successives, à savoir une étape initiale, (n-2) étapes intermédiaires, et une étape finale, n étant un nombre entier allant de 2 à 4.

Dans une forme de mise en oeuvre préférée du procédé de régénération suivant l'invention, on effectue la détente 10 de la solution régénérée, soutirée de la zone de régénération, en deux étapes, on élève la pression de la phase vapeur libérée dans l'étape finale de détente à une valeur sensiblement égale à celle de la pression de la phase vapeur libérée au cours de l'étape initiale de détente, on réunit 15 lesdites phases de pressions sensiblement égales et comprime l'ensemble à une pression sensiblement égale à la pression en fond de la zone de régénération pour former la phase vapeur comprimée, que l'on introduit dans la moitié inférieure de la zone de régénération, chaque recompression étant réalisée de 20 telle sorte que le débit massique du fluide à comprimer soit sensiblement égal au débit massique du fluide comprimé résultant de cette recompression.

La pression de la phase vapeur libérée au cours de l'étape finale de détente peut atteindre des valeurs, qui 25 suivant les cas peuvent être voisines de la pression atmosphérique ou même très inférieures à la pression atmosphérique. Avantageusement on effectue la détente de la solution absorbante régénérée, soutirée de la zone de régénération, de telle sorte que la pression de la phase vapeur libérée au 30 cours de l'étape finale de détente ait une valeur allant de 0,5 à 2 bars absous, cette pression étant bien entendu inférieure à la pression en fond de zone de régénération.

Au cours des étapes successives de détente, la chute de pression pour chaque étape de détente peut varier d'une 35 étape de détente à l'autre ou conserver une valeur sensiblement constante.

Dans la zone de régénération la libération et l'entraînement par stripage des composés gazeux absorbés par la solution absorbante à régénérer peuvent être réalisés par apport,

à la solution à régénérer contenue dans ladite zone, des calories nécessaires à la libération des composés gazeux absorbés et à la production, à partir de cette solution, d'un fluide gazeux de stripage. On peut également libérer 5 et stripier les composés gazeux absorbés uniquement par injection d'un fluide gazeux de stripage dans la zone de régénération, ou encore en combinant un chauffage de la solution à régénérer à une injection d'un fluide gazeux de stripage.

10 La solution absorbante à régénérer chargée d'un ou plusieurs composés gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage de ladite solution et/ou entraînés par stripage hors de cette solution, est en particulier une solution absorbante qui renferme des composés acides tels que CO₂, 15 H₂S, et éventuellement COS.

Une telle solution absorbante chargée de composés acides est par exemple obtenue, lors de la purification de gaz divers, notamment gaz naturel, renfermant un ou plusieurs 20 composés gazeux acides tels que CO₂, H₂S, COS, par mise en contact du gaz à épurer avec la solution absorbante choisie en opérant dans des conditions appropriées de pression et de température, par exemple sous des pressions absolues allant de 1 à 120 bars et à des températures de l'ordre de 30 à 110°C.

La solution absorbante utilisée pour fixer les composés 25 gazeux absorbables, et en particulier les composés gazeux acides tels que CO₂, H₂S, COS, peut être l'une quelconque des solutions absorbantes connues dans l'art à cet effet. Cette solution absorbante peut être notamment constituée par un solvant de type organique, par exemple ester 30 phosphorique ou sulfolane, renfermant éventuellement des additifs tels que des amines. Le plus souvent, la solution absorbante consiste en une solution aqueuse d'un composé basique fixant les composés acides à absorber, notamment CO₂ et H₂S, sous la forme de complexes décomposables par 35 chauffage, cette solution aqueuse basique étant par exemple une solution aqueuse de phosphate de potassium ou de carbonate de potassium, une solution aqueuse d'un aminoacide tel que glycine, et en particulier une solution aqueuse d'une alcano-lamine primaire, secondaire, ou tertiaire telle que notamment

monoéthanolamine, diéthanolamine, triéthanolamine, méthyl-diéthanolamine, di isopropanolamine.

En particulier la solution absorbante à régénérer introduite dans la moitié supérieure de la zone de régénération, provient d'une zone d'absorption dans laquelle un gaz, par exemple un gaz naturel, renfermant des composés absorbables, et notamment un ou plusieurs composés gazeux acides tels que CO_2 , H_2S , COS , est lavé, de préférence à contre-courant, par la solution absorbante régénérée issue de l'étape finale de détente faisant suite à la régénération, ladite solution régénérée détendue étant utilisée, avant son injection dans la zone d'absorption, pour réchauffer, par échange de chaleur indirect, la solution absorbante à régénérer issue de la zone d'absorption avant son introduction dans la zone de régénération.

Une installation pour la régénération suivant l'invention d'une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage, est du type comportant d'une part une colonne de régénération associée à un système de chauffage et/ou d'injection d'un gaz de stripage, ladite colonne étant pourvue en outre d'un conduit de soutirage en fond de colonne pour la solution régénérée, d'un conduit d'aménée d'une phase vapeur comprimée débouchant dans sa moitié inférieure, d'un conduit d'aménée de la solution à régénérer, et d'un conduit d'évacuation des gaz en tête de colonne, et d'autre part un ensemble de détente de la solution régénérée comportant une entrée connectée au conduit de soutirage de la colonne de régénération et une sortie pour la solution régénérée détendue constituant la sortie de l'installation de régénération pour la solution absorbante régénérée, ledit ensemble de détente produisant une phase vapeur, et un ensemble de recompresion de la phase vapeur ainsi produite présentant une sortie reliée au conduit pour l'aménée de la phase vapeur comprimée de la colonne de régénération, et se caractérise en ce que l'ensemble de détente est constitué par une pluralité de chambres de détente comportant chacune une entrée et une sortie pour la solution absorbante régénérée et une sortie pour une phase vapeur, lesdites chambres étant

connectées en série de telle sorte que l'entrée de la première chambre de la série soit reliée au conduit de soutirage de la colonne de régénération, constituant ainsi l'entrée de l'ensemble de détente, et que l'entrée de chacune des chambres suivantes soit reliée à la sortie pour la solution régénérée de la chambre immédiatement en amont, la sortie pour la solution régénérée de la chambre de détente la plus en aval de la colonne de régénération constituant la sortie de l'ensemble de détente, et que l'ensemble de recompression

5 consiste en une pluralité d'étages compresseurs du type à conservation du débit massique entre fluide à comprimer et fluide comprimé, chaque étage compresseur étant associé à une chambre de détente, lesdits étages compresseurs étant disposés en série de telle sorte que chaque étage compresseur

10 ait son orifice d'aspiration connecté à la sortie pour la phase vapeur de la chambre de détente correspondante et son orifice de refoulement relié à l'aspiration de l'étage compresseur correspondant à la chambre de détente située immédiatement en amont, l'orifice de refoulement de l'étage

15 compresseur associé à la chambre de détente reliée au fond de la colonne de régénération étant connecté au conduit de la colonne de régénération pour l'aménée de la phase vapeur comprimée, constituant ainsi la sortie de l'ensemble de recompression.

20

25 Comme indiqué précédemment, l'ensemble de détente de l'installation suivant l'invention comporte une pluralité de chambres de détente, c'est-à-dire une chambre initiale de détente, éventuellement une ou plusieurs chambres intermédiaires de détente, et une chambre finale de détente. L'ensemble de recompression associé renferme le même nombre

30 d'étages compresseurs, chaque étage compresseur pouvant comporter un ou plusieurs compresseurs. En particulier l'installation renferme n chambres de détente et n étages compresseurs associés, n étant un nombre entier allant de

35 2 à 4.

La pluralité d'étages compresseurs peut être constituée par des compresseurs mécaniques entraînés de manière indépendante ou montés sur un même arbre d'entraînement, lesdits compresseurs pouvant être par exemple des compresseurs

centrifuges, des compresseurs axiaux, ou encore des compresseurs volumétriques rotatifs.

L'installation de régénération suivant l'invention peut être avantageusement substituée à l'installation de régénération classique des installations d'épuration de gaz renfermant des composés gazeux absorbables, et notamment des composés gazeux acides tels que CO_2 , H_2S et COS , par lavage à l'aide d'une solution absorbante appropriée, lesdites installations d'épuration comportant comme il est bien connu une colonne d'absorption associée à une colonne de régénération. Pour ce faire l'installation de régénération suivant l'invention est associée à la colonne d'absorption classique de telle sorte que la sortie pour la solution absorbante régénérée détendue de la chambre de détente la plus en aval de la colonne de régénération soit reliée, à travers l'un des deux circuits de circulation de fluide d'un échangeur indirect de chaleur, à une ou plusieurs entrées de la colonne d'absorption, et que la sortie pour la solution à régénérer chargée des composés gazeux absorbés située en fond de la colonne d'absorption soit connectée, à travers l'autre circuit de circulation de fluide dudit échangeur de chaleur, au conduit d'aménée de solution à régénérer prévu sur la colonne de régénération.

Les colonnes d'absorption et de régénération des installations précitées sont par exemple des colonnes à garnissage ou des colonnes à plateaux comme il est bien connu dans l'art.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante de l'une de ses formes de mise en oeuvre illustrée par la figure annexée représentant schématiquement une installation d'épuration d'un gaz renfermant H_2S et CO_2 par lavage à l'aide d'une solution absorbante, ladite installation étant équipée d'une installation de régénération suivant l'invention dans laquelle on utilise deux chambres de détente associées à deux étages compresseurs.

En se référant à la figure, l'installation d'épuration comporte une colonne d'absorption 1 à plateaux munie d'un conduit 2 d'évacuation pour la solution absorbante en fond de colonne, d'un conduit 3 d'aménée du gaz à épurer dans sa

moitié inférieure, d'un conduit 4 d'amenée de la solution absorbante régénérée dans sa moitié supérieure, et d'un conduit 5 d'évacuation du gaz épuré. Le conduit 2 est relié à un ballon de dégazage pourvu d'un conduit 7 d'évacuation

5 des gaz et d'un conduit 8 de sortie de liquide. Ce conduit 8 est relié à l'entrée de l'un des deux circuits de fluide d'un système échangeur indirect de chaleur 9. La sortie dudit circuit est connectée à un conduit 10 qui débouche dans la moitié supérieure d'une colonne de régénération 11. Cette

10 colonne de régénération est associée, par des tubulures d'entrée 12 et de sortie 13, à un rebouilleur 14 chauffé par de la vapeur d'eau saturée circulant dans une conduite 15, et elle est munie, outre le conduit 10, d'un conduit 16 de soutirage de liquide en fond de colonne et d'un conduit 17

15 d'évacuation de gaz en tête de colonne. Le conduit 17 est connecté à un système condenseur comportant un condenseur 18 associé à un séparateur gaz/liquide 19, ledit séparateur étant muni d'une tubulure 20 d'évacuation des gaz à sa partie supérieure et d'un conduit 21 de soutirage des condensats

20 relié à l'entrée d'une pompe 22, dont la sortie est prolongée par un conduit 23 débouchant dans la colonne de régénération 11 entre le point d'arrivée du conduit 10 et le point de départ du conduit 17. Le conduit 16 de soutirage est relié à l'entrée d'une chambre de détente 24 (chambre initiale de détente)

25 munie en tête d'un conduit 25 de sortie pour les vapeurs et en fond d'un conduit 26 de sortie de liquide. Une seconde chambre de détente 27 (chambre finale de détente) a son entrée connectée au conduit 26 et possède en tête un conduit de sortie 28 pour les vapeurs et en fond un conduit de sortie

30 29 pour le liquide. Un compresseur mécanique 30, ici un compresseur axial, a son orifice d'aspiration relié au conduit 28 et son orifice de refoulement connecté, par un conduit 31, à l'orifice d'aspiration d'un autre compresseur 32 de même type. L'orifice d'aspiration du compresseur 32 est relié

35 également au conduit 25 tandis que l'orifice de refoulement dudit compresseur 32 est connecté par un conduit 33 au conduit 13 de sortie du rebouilleur 14 vers la colonne de régénération 11. Le conduit 29 de sortie de la chambre finale de détente 27 est relié à l'entrée d'une pompe 34 dont la sortie se prolonge

par un conduit 35 jusqu'à l'entrée du deuxième circuit de fluide du système échangeur indirect de chaleur 9. La sortie dudit circuit est connectée par un conduit 36, à travers un réfrigérant 37, à l'entrée d'une zone de stockage 38. La 5 sortie de la zone de stockage 38 est reliée, à travers la pompe 39 et le conduit 4, à la colonne d'absorption.

Cette installation fonctionne de la manière suivante :

Le gaz à épurer, par exemple un gaz naturel, renfermant les composés gazeux acides H_2S et CO_2 à éliminer, arrive 10 dans la colonne d'absorption 1 par le conduit 3, et rencontre la solution absorbante arrivant par le conduit 4 et circulant dans la colonne d'absorption à contre-courant du gaz à épurer. Le gaz épuré sort en tête de la colonne d'absorption par le conduit 5 tandis qu'en fond de colonne on soutire, par le 15 conduit 2, la solution absorbante chargée des composés acides absorbés. Cette solution absorbante chargée, qui constitue la solution absorbante à régénérer, arrive dans le ballon de dégazage 6, dans lequel une fraction gazeuse renfermant essentiellement des hydrocarbures entraînés dans la solution 20 absorbante se sépare, ladite fraction étant évacuée par le conduit 7. La solution absorbante chargée dégazée est rechauffée et partiellement vaporisée dans le système échangeur de chaleur 9 et arrive par le conduit 10 dans la colonne de régénération, par exemple colonne du type à plateaux. Dans cette colonne, la 25 solution absorbante chargée des composés acides absorbés est maintenue à l'ébullition sous une pression supérieure à la pression atmosphérique (pression en fond de colonne supérieure à 1,2 bars, et de préférence comprise entre 1,3 et 5 bars). Les calories nécessaires au maintien à l'ébullition de la 30 solution absorbante à régénérer et à la production de la vapeur de stripage sont fournies par passage de ladite solution dans le rebouilleur 14 chauffé par la conduite 15 de vapeur saturée. Les gaz acides, qui sont libérés dans la colonne de régénération, sont stripés par la vapeur d'eau générée dans le 35 rebouilleur à partir de la solution absorbante et entraînés par le conduit 17 d'évacuation vers le système condenseur. Dans ce système condenseur la phase gazeuse est refroidie dans le condenseur 18 puis séparée, dans le séparateur 19, en un mélange gazeux constitué par les gaz acides H_2S et CO_2 , qui est évacué

par le conduit 20, et une phase liquide condensée (condensat) recyclée dans la colonne de régénération, via le conduit 21, la pompe 22 et le conduit 23. La solution absorbante régénérée est soutirée par le conduit 16 et dirigée vers la 5 chambre initiale de détente 24. Dans cette chambre la pression de la solution absorbante régénérée chute brusquement et il en résulte la formation d'une phase vapeur, constituée essentiellement de vapeur d'eau, et un premier refroidissement de la solution absorbante régénérée. La solution absorbante 10 régénérée détendue dans la chambre initiale de détente 24 passe ensuite dans la chambre finale de détente 27, dans laquelle la pression de la solution absorbante subit une nouvelle diminution brusque avec comme résultat formation d'une nouvelle phase vapeur constituée essentiellement de 15 vapeur d'eau, dont la pression est inférieure à celle de la phase vapeur formée dans la chambre initiale de détente, et un nouveau refroidissement de la solution absorbante régénérée. La phase vapeur issue de la chambre de détente 27 est recomprimée, par le compresseur 30, à une pression égale à celle 20 de la phase vapeur issue de la chambre de détente 24, et les phases vapeurs de même pression, en provenance du compresseur 30 et de la chambre de détente 24, sont réunies dans le compresseur 32. Dans ce compresseur l'ensemble desdites phases vapeurs est recomprimé à la pression en fond de la 25 colonne de régénération et la phase vapeur recomprimée résultante est ajoutée, par le conduit 33, à la vapeur d'eau générée dans le rebouilleur 14 et passant dans la colonne de régénération par le conduit 13. La solution absorbante régénérée détendue sortant de la chambre finale de détente 27, 30 qui a perdu une quantité d'eau correspondant à la quantité de vapeur d'eau produite dans les chambres de détente au cours des deux détentes successives et s'est refroidie partiellement au cours desdites détentes, passe, dans le système échangeur de chaleur 9, en échange de chaleur indirect avec la solution 35 absorbante chargée des composés acides absorbés arrivant de la zone d'absorption par le conduit 8 et réchauffe ladite solution absorbante chargée avant que cette dernière soit introduite dans la colonne de régénération par le conduit 10. A la sortie du système échangeur de chaleur 9, la solution

absorbante régénérée passe dans le réfrigérant 37, dans lequel elle est refroidie à la température appropriée pour l'absorption. La solution absorbante régénérée refroidie issue du réfrigérant 37 est amenée à la zone de stockage 38, 5 d'où elle est dirigée, avec un débit approprié, vers la zone d'absorption par le conduit 4.

La vaporisation de l'eau provoquée par la détente de la solution absorbante régénérée dans les chambres de détente 24 et 27 contribue à refroidir ladite solution absorbante.

- 10 De plus chaque étape de détente constitue une nouvelle zone de stripage, qui augmente le nombre de plateaux théoriques de la colonne de régénération et de ce fait permet de réduire la quantité du gaz de stripage. En outre la vapeur d'eau recomprimée produite par les compresseurs 30 et 32, à partir 15 de la vapeur d'eau vaporisée dans les chambres de détente, vient rejoindre, dans la colonne de régénération, la vapeur d'eau produite par le rebouillage de la solution absorbante à régénérer, et apporte une contribution sensible au stripage par la vapeur d'eau des gaz acides libérés. Enfin l'abaisse- 20 ment de la température de la solution absorbante régénérée, qui résulte de la vaporisation d'eau dans les chambres de détente, diminue notablement la consommation en fluide réfrigérant du réfrigérant 37 et du système condenseur comportant le condenseur 18, ledit fluide réfrigérant étant généralement 25 de l'eau.

Pour compléter la description précédente, on donne ci-après, à titre non limitatif, un exemple de mise en oeuvre de l'invention.

EXEMPLE :

30 Dans une installation analogue à celle décrite en référence à la figure annexée, on épurait un gaz naturel renfermant H_2S et CO_2 par lavage avec une solution absorbante constituée par une solution aqueuse de diéthanolamine renfermant environ 30 % de diéthanolamine en poids.

35 Le gaz naturel à épurer renfermait, en volume, 15 % d' H_2S et 10 % de CO_2 , le reste étant constitué par des hydrocarbures dont 69 % de méthane.

Les conditions opératoires principales utilisées pour cette épuration sont données ci-après :

- Absorption :

- pression 78 bars
- température 85°C
- débit du gaz à épurer entrant
dans la colonne d'absorption $1,4 \cdot 10^5 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- débit de la solution absorbante
entrant dans la colonne d'absorption 570 t/heure

- Régénération

- pression en fond de colonne 2,5 bars
- vapeur consommée par le rebouillage 54 t/heure
- température de rebouillage 129°C

- Détente de la solution d'amine régénérée :

- pression dans la chambre initiale
de détente 1,6 bars
- pression dans la chambre finale
de détente 1,05 bars

- Eau de réfrigération consommée pour
l'ensemble condenseur 18 et réfrigérant 37 : $2100 \text{ m}^3/\text{heure}$

A titre de comparaison on épurait le gaz naturel

précité avec la même solution absorbante, en opérant dans une installation différente de celle décrite sur la figure annexée par l'absence des chambres de détente et des compresseurs, le conduit 16 de soutirage en fond de la colonne de régénération étant alors connecté directement au système échangeur de chaleur 9, une telle installation étant une installation classique d'épuration.

Les conditions opératoires principales utilisées pour cette épuration comparative donnant la même qualité d'amine régénérée et les mêmes caractéristiques d'épuration que celles obtenues par le procédé suivant l'invention, sont indiquées ci-dessous :

- Absorption :

- pression 78 bars
- température 85°C
- débit du gaz à épurer entrant dans
la colonne d'absorption $1,4 \cdot 10^5 \text{ Nm}^3/\text{heure}$
- débit de la solution absorbante entrant
dans la colonne d'absorption 570 t/heure

- Régénération :

- pression en fond de colonne 2,5 bars

- vapeur consommée par le rebouillage 75 t/heure
- température de rebouillage 129°C
- Eau de réfrigération consommée pour l'ensemble condenseur 18 et réfrigérant 37 : 3380m³/heure

5 En comparant les résultats obtenus au cours de ces essais, il apparaît que la mise en oeuvre de la régénération comme le préconise l'invention permet de réaliser une économie de 21 t/heure (environ 30 %) sur la vapeur de régénération et une économie de 1280 m³/heure (environ 38 %) sur l'eau de 10 réfrigération par rapport aux consommations correspondant à une régénération classique.

Déduction faite de l'énergie consommée par les compresseurs, le procédé de régénération avec détente de la solution absorbante régénérée suivant l'invention permet de 15 réaliser, pour le cas considéré, une économie d'énergie globale annuelle égale à environ 5900 tonnes d'équivalent pétrolier.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation représentés ; elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on s'écarte de son esprit. Ainsi la liaison entre l'orifice de refoulement d'un étage compresseur et l'aspiration de l'étage compresseur correspondant à la chambre de détente située immédiatement en amont, qui a été réalisé directement 25 dans l'installation représentée (liaison directe par le conduit 31 de l'orifice de refoulement du compresseur 30 à l'orifice d'aspiration du compresseur 32), peut se faire également à travers ladite chambre de détente en amont (le conduit 31 relie alors l'orifice de refoulement du compresseur 30 à la chambre de détente 24, cette dernière étant reliée 30 par le conduit 25 à l'orifice d'aspiration du compresseur 32).

REVENDICATIONS

- 1- Procédé pour la régénération d'une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage, dans lequel on injecte la solution à régénérer dans une zone de régénération, on maintient la solution à régénérer dans ladite zone dans des conditions assurant une pression absolue en fond de zone supérieure à 1,2 bars, et de préférence comprise entre 1,3 et 5 bars, et permettant une libération et/ou un entraînement par stripage des composés gazeux absorbés, on évacue les composés gazeux libérés en tête de la zone de régénération et soutire la solution régénérée en fond de ladite zone, et, à partir de ladite solution régénérée soutirée, on effectue une série d'opérations consistant à détendre cette solution régénérée avec libération d'une phase vapeur, à former une phase vapeur recomprimée à une pression sensiblement égale à la pression en fond de zone de régénération et incluant ladite phase vapeur libérée, et à introduire la phase vapeur recomprimée obtenue dans la moitié inférieure de la zone de régénération, caractérisé en ce qu'on effectue ladite série d'opérations à partir de la solution régénérée soutirée de telle sorte que le débit massique de la phase vapeur recomprimée introduite dans la moitié inférieure de la zone de régénération soit sensiblement égal au débit massique de la phase vapeur libérée au cours de la détente de la solution régénérée soutirée de la zone de régénération.
- 2- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on effectue la détente de la solution absorbante régénérée en une pluralité d'étapes successives de détente, à savoir une étape initiale, éventuellement une ou plusieurs étapes intermédiaires, et une étape finale, et qu'on forme la phase vapeur recomprimée, qui est introduite dans la moitié inférieure de la zone de régénération, par recompression de proche en proche des phases vapeurs libérées au cours des étapes successives de détente en opérant de telle sorte que la phase vapeur libérée au cours d'une étape quelconque de détente faisant suite à l'étape initiale de détente soit recomprimée à une pression sensiblement égale à la pression

de la phase vapeur libérée au cours de l'étape de détente précédent immédiatement ladite étape quelconque, cette recompression étant réalisée soit seulement sur la phase vapeur libérée au cours de l'étape quelconque de détente 5 si cette dernière est l'étape finale ou sur une phase vapeur obtenue par réunion, lors de ladite recompression, de la phase vapeur libérée au cours de ladite étape quelconque de détente et d'une phase vapeur de pression sensiblement égale constituée de proche en proche par toutes les phases vapeurs libérées au cours des étapes 10 de détente suivant l'étape quelconque de détente, et que la phase vapeur libérée au cours de l'étape initiale de détente soit réunie à la phase vapeur de pression sensiblement égale constituée à partir de toutes les phases 15 vapeurs libérées au cours des étapes de détente faisant suite à l'étape initiale de détente et l'ensemble amené à une pression sensiblement égale à la pression en fond de zone de régénération, chaque recompression étant réalisée avec conservation du débit massique entre fluide recomprimé et fluide à comprimer.

- 20
- 25
- 3 - Procédé suivant la revendication 2, caractérisé en ce qu'on effectue la détente de la solution absorbante régénérée, soutirée de la zone de régénération, en n étapes successives de détente, à savoir une étape initiale, (n-2) étapes intermédiaires, et une étape finale, n étant un nombre entier allant de 2 à 4.
- 30
- 35
- 4 - Procédé suivant la revendication 3, caractérisé en ce qu'on effectue la détente de la solution absorbante régénérée, soutirée de la zone de régénération, en deux étapes, qu'on élève la pression de la phase vapeur libérée dans l'étape finale de détente à une valeur sensiblement égale à celle de la pression de la phase vapeur libérée au cours de l'étape initiale de détente, qu'on réunit lesdites phases vapeurs de pression sensiblement égales et comprime l'ensemble à une pression sensiblement égale à la pression en fond de zone de régénération pour former la phase vapeur recomprimée, que l'on introduit dans la moitié inférieure de la zone de régénération, chaque recompression étant réalisée de telle sorte que le débit massique du

fluide à comprimer et le débit massique du fluide résultant de cette recompression soient sensiblement égaux.

5 - Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la pression absolue de la phase vapeur

5 libérée au cours de l'étape finale de détente de la solution absorbante régénérée, a une valeur allant de 0,5 à 2 bars.

6 - Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la libération et l'entraînement par stripage des composés gazeux absorbés par la solution absorbante à régénérer sont réalisés soit uniquement par

10 injection d'un fluide gazeux de stripage dans la zone de régénération, soit par apport, à la solution à régénérer contenue dans ladite zone, des calories nécessaires à la

15 libération des composés gazeux absorbés et à la production, à partir de cette solution, d'un fluide gazeux de stripage, ou encore en combinant un chauffage de la solution à régénérer à une injection d'un fluide gazeux de stripage.

7 - Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la solution absorbante à régénérer renferme H₂S et/ou CO₂, et éventuellement COS, comme composés gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage de ladite solution et/ou entraînés par stripage hors de cette solution.

25 8 - Procédé suivant la revendication 7, caractérisé en ce que la solution absorbante consiste en une solution aqueuse d'un composé basique fixant les composés gazeux acides H₂S, CO₂, et COS, ladite solution absorbante étant en particulier une solution aqueuse d'une alkanolamine.

30 9 - Procédé suivant l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la solution absorbante à régénérer introduite dans la zone de régénération provient d'une zone d'absorption dans laquelle un gaz à épurer renfermant des composés absorbables, et notamment un ou plusieurs composés gazeux acides tels que CO₂, H₂S, et COS, est lavé par la solution absorbante régénérée issue de l'étape finale de détente faisant suite à la régénération, ladite solution régénérée détendue étant utilisée, avant son injection dans la zone d'absorption, pour réchauffer, par échange indirect de

chaleur, la solution absorbante à régénérer issue de la zone d'absorption avant son introduction dans la zone de régénération.

- 5 10-Installation pour la régénération d'une solution absorbante chargée d'un ou plusieurs composés normalement gazeux susceptibles d'être libérés par chauffage et/ou entraînés par stripage, du type comportant d'une part une colonne de régénération (11) associée à un système (14) de chauffage
10 et/ou d'injection d'un gaz de stripage, ladite colonne étant pourvue en outre d'un conduit (16) de soutirage en fond de colonne pour la solution régénérée, d'un conduit (13) d'amenée d'une phase vapeur comprimée débouchant dans sa moitié inférieure, d'un conduit (10) d'amenée de la solution à régénérer, et d'un conduit (17) d'évacuation des gaz en tête de colonne, et d'autre part, un ensemble de détente de la solution régénérée comportant une entrée connectée au conduit de soutirage (16) de la colonne de régénération et une sortie (29) pour la solution régénérée détendue constituant la sortie de l'installation de régénération pour la solution absorbante régénérée, ledit ensemble de détente produisant une phase vapeur, et un ensemble de recompression de la phase vapeur ainsi produite présentant une sortie (33) reliée au conduit (13) pour l'amenée de la phase vapeur comprimée prévu sur la colonne de régénération, et se caractérisant en ce que l'ensemble de détente est constitué par une pluralité de chambres de détente (24, 27) comportant chacune une entrée et une sortie pour la solution absorbante régénérée et une sortie pour une phase vapeur, lesdites chambres étant connectées en série de telle sorte que l'entrée de la première chambre (24) de la série soit reliée au conduit (16) de soutirage de la colonne de régénération, constituant ainsi l'entrée de l'ensemble de détente, et que l'entrée de chacune des chambres suivantes soit reliée
20 à la sortie pour la solution régénérée de la chambre immédiatement en amont, la sortie pour la solution régénérée de la chambre de détente (27) la plus en aval de la colonne de régénération constituant la sortie (29) de l'ensemble de détente, et que l'ensemble de recompression consiste en une pluralité d'étages compresseurs (30, 32) du type à conser-

vation du débit massique entre fluide à comprimer et fluide comprimé, chaque étage compresseur (32, 30) étant associé à une chambre de détente (24, 27), lesdits étages compresseurs étant disposés en série de telle sorte que chaque
5 étage compresseur (30) ait son orifice d'aspiration connecté à la sortie pour la phase vapeur (28) de la chambre de détente correspondante (27) et son orifice de refoulement (31) relié à l'aspiration de l'étage compresseur (32) correspondant à la chambre de détente (24) située immédiatement en amont, l'orifice de refoulement de l'étage compresseur (32) associé à la chambre de détente (24) reliée au fond de la colonne de régénération étant connecté au conduit (13) de la colonne de régénération pour l'aménée de la phase vapeur comprimée, constituant ainsi la sortie
10 15 (33) de l'ensemble de recompression.

- 11-Installation suivant la revendication 10, caractérisée en ce qu'elle renferme n chambres de détente et n étages compresseurs associés, n étant un nombre entier allant de 2 à 4.
20 12-Installation suivant la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce qu'elle est associée à une colonne d'absorption (1), connue en soi, de telle sorte que la sortie (29) pour la solution absorbante régénérée détendue de la chambre de détente (27) la plus en aval de la colonne de régénération soit reliée, à travers l'un des deux circuits de circulation de fluide d'un échangeur indirect de chaleur (9), à une ou plusieurs entrées (4) de la colonne d'absorption et que la sortie (2) pour la solution chargée des composés gazeux absorbés située en fond de la colonne d'absorption soit connectée, à travers l'autre circuit de circulation de fluide dudit échangeur de chaleur (9), au conduit (10) d'aménée de solution à régénérer prévu sur la colonne de régénération (11).

1/1

