

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
11 janvier 2007 (11.01.2007)

PCT

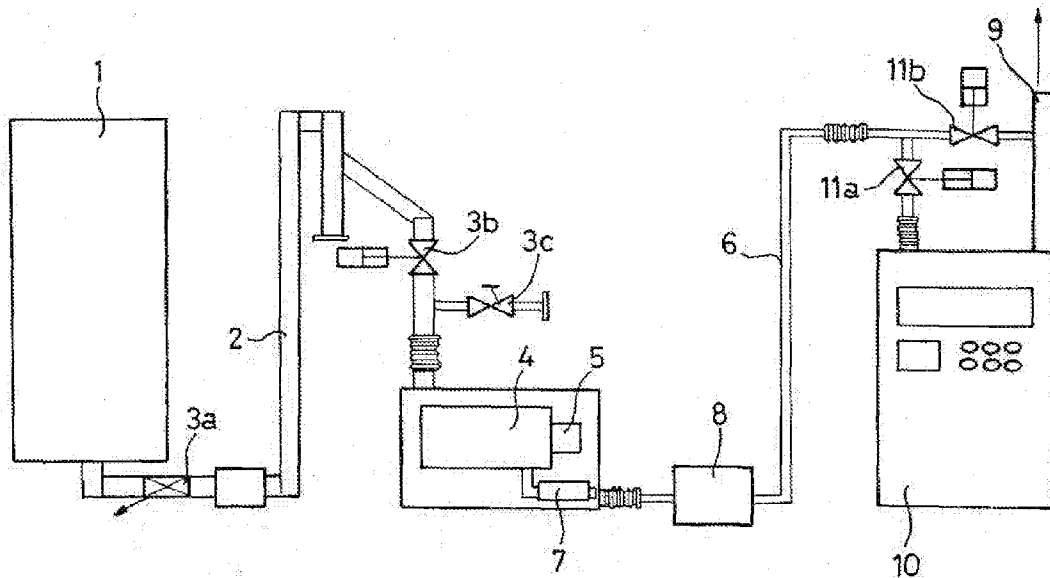
(10) Numéro de publication internationale
WO 2007/003862 A2

- (51) Classification internationale des brevets : **Non classée**
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR2006/050673
- (22) Date de dépôt international : 4 juillet 2006 (04.07.2006)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 0552027 4 juillet 2005 (04.07.2005) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **ALCATEL** [FR/FR]; 54 Rue la Boétie, F-75008 Paris (FR).
- (72) Inventeur; et
- (75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **BECOURT, Nicolas** [FR/FR]; 316 rue des Genevriers, F-74330 Poisy (FR).
- (74) Mandataire : **EL MANOUNI, Josiane**; COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL, 54 Rue la Boétie, F-75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: VACUUM LINE AND METHOD FOR MONITORING SAME

(54) Titre : LIGNE DE VIDE ET PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE D'UNE TELLE LIGNE



(57) Abstract: The invention concerns a vacuum line for pumping gases in a process chamber, comprising at least: a pumping unit including a pump housing and a motor, a system for discharging the gases, first means for measuring a functional parameter concerning the motor, second means for measuring a functional parameter concerning the discharge system, and means for predicting the duration of use of the vacuum line. The prediction means calculates the duration of use of the vacuum line prior to failure of the pumping unit, based on the measurement of the functional parameter concerning the motor supplied by the first means and on the measurement of a functional parameter concerning the discharge system supplied by the second means. In another embodiment, the vacuum line further comprises third means for measuring a functional parameter concerning the pump housing, and the prediction means calculates the duration of use taking into account the measurement of said parameter.

[Suite sur la page suivante]

WO 2007/003862 A2

**Publiée :**

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

abrégions" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et

(57) Abrégé : La présente invention a pour objet une ligne de vide pour le pompage des gaz dans une chambre de procédé, comportant au moins - un groupe de pompage comprenant un corps de pompe et un moteur, - un système d'évacuation des gaz, - un premier moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur, - un deuxième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation, et - un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide. Le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation de la ligne de vide avant défaillance du groupe de pompage, à partir de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur fournie par le premier moyen et de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation fournie par le deuxième moyen. Selon une variante, la ligne de vide comporte en outre un troisième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe, et le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation en tenant compte de la mesure de ce paramètre.

Ligne de vide et procédé de surveillance d'une telle ligne

La présente invention se rapporte au domaine de la maintenance
5 prédictive et préventive d'une ligne de vide associée à une chambre de procédé.
Elle concerne plus particulièrement le suivi de la progression du phénomène de
pollution par des produits solides dans la ligne de vide (bouchage, grippage,
etc ...). L'invention s'étend en outre au procédé de surveillance de ce phénomène
afin d'établir un diagnostic et de pouvoir programmer les interventions de
10 maintenance préventive.

Des lignes de vide incluant au moins un groupe de pompage sont
employées dans de nombreux procédés utilisant des gaz et nécessitant une
pression inférieure à la pression atmosphérique. Or les gaz mis en œuvre dans
ces procédés peuvent se transformer en sous-produits solides. Ces sous-produits
15 peuvent se déposer sous la forme d'une couche sur les surfaces internes de la ligne
de vide, et notamment sur la surface des canalisations, vannes et autres
accessoires, ainsi que sur les pièces mobiles et statiques de la pompe, ou encore
s'accumuler dans des volumes morts de la ligne de vide. Ce phénomène peut
conduire à une perte de performance de la ligne de vide, et notamment du
20 groupe de pompage, voire à sa défaillance. Il est alors inévitable d'interrompre le
déroulement du procédé dans la chambre associée pour procéder au nettoyage
ou au remplacement de l'élément concerné de la ligne de vide et notamment du
groupe de pompage. Les coûts induits par ces interruptions non programmées de
la production sont considérables.

25 Aujourd'hui la maintenance d'une ligne de vide est basée à la fois sur des
actions correctives et préventives.

Des maintenances correctives sont réalisées en fonction de signaux
notamment émis par des capteurs intégrés au groupe de pompage. Deux seuils
ont été définis pour chaque mesure analogique : un seuil d'alerte et un seuil
30 d'alarme. Le seuil d'alerte correspond à une valeur analogique anormalement
élevée, synonyme d'une dérive des conditions d'utilisation du groupe de pompage
par rapport à ses capacités nominales. Le franchissement du seuil d'alarme
signifie que les conditions d'utilisation du groupe de pompage ont dépassé les

capacités nominales, et celui-ci s'arrête automatiquement. Afin de minimiser l'importance de l'intervention, la meilleure situation serait de pouvoir effectuer une action corrective dès le niveau d'alerte dépassé.

Des opérations de maintenance préventive partielle ou totale sont également effectuées selon une périodicité définie en fonction de l'application pour laquelle est utilisée la ligne de vide. Cette périodicité est d'abord évaluée théoriquement puis ajustées par l'expérience. Cependant la périodicité n'est pas toujours bien adaptée à l'état d'usure réelle des composants du groupe de pompage ou à l'état de pollution réel de la ligne de vide, ce qui peut engendrer des opérations trop tardives ou bien trop précoces.

Dans le cas de la maintenance corrective, la difficulté réside dans le suivi des seuils d'alerte et d'alarme des signaux analogiques du groupe de pompage qui ne permet pas un diagnostic élaboré de la cause de la défaillance. Un autre problème est la progression temporelle du comportement anormal du groupe de pompage pouvant provoquer un passage rapide du seuil d'alerte au seuil d'alarme. Dans ce cas il devient presque impossible d'intervenir avant le seuil d'alarme, ce qui peut entraîner des dommages irrémédiables au niveau du produit en cours de fabrication (par exemple une plaquette de semiconducteur), mais également au niveau du groupe de pompage.

Le document EP-0 828 332 concerne l'évaluation de la durée d'utilisation d'une pompe à vide entre les opérations de maintenance. L'estimation du dépôt de matériau indésirable sur le rotor de la pompe à vide se fait par la mesure du couple de rotation et/ou du courant du moteur entraînant le rotor.

Le procédé décrit dans ce document présente l'inconvénient de ne s'intéresser qu'à des paramètres relatifs au moteur. D'une part cette mesure est polluée par les variations de flux du gaz pompé, lequel flux n'est pas connu. Il n'est donc pas possible, au moment de la mesure, de distinguer si la variation de couple ou de courant est due à une variation de flux ou une pollution de la pompe. L'utilisation de ce procédé est donc limitée aux faibles flux, de telle sorte que l'influence du flux sur le couple moteur soit négligeable par rapport à une pollution de la pompe. D'autre part ce procédé n'évalue que le comportement dynamique des pièces de rotation de la pompe. Il ne permet pas de diagnostiquer la cause de comportements anormaux si elle est liée au mauvais fonctionnement d'éléments extérieurs au groupe de pompage, tel que le bouchage du système d'évacuation des gaz.

Le document US-2004/143,418 s'intéresse à la détermination du délai dans lequel survient une défaillance sur une pompe sèche. L'estimation de la durée de vie d'une telle pompe s'effectue par exploitation statistique des données caractéristiques de la pompe (courant, température, vibrations, etc ...) combinées
5 aux caractéristiques du procédé de fabrication (flux de gaz, pression, température du substrat, etc ...). En effet ce document précise qu'il est extrêmement difficile de prédire la durée de vie de la pompe sans tenir compte des conditions opératoires du procédé.

Dans ce cas le nombre de paramètres à surveiller est important, ce qui
10 rend leur exploitation complexe. De plus, le système d'analyse prédictive n'est pas autonome : il dépend d'informations fournies par l'équipement de production nécessitant l'installation d'une ligne de communication entre l'équipement et le serveur de supervision des pompes. Cette ligne de communication est difficile à établir (confidentialité des données de l'équipementier ou du client, difficultés
15 techniques, etc ...) et son bon fonctionnement n'est pas garanti.

Le document WO 2004/011810 concerne un procédé de surveillance de l'état d'un système incluant une pompe, à la suite d'une phase de test de la pompe dans des conditions pré-établies. Pendant la période de test, on enregistre des signaux représentatifs du bon fonctionnement du système. Le diagnostic de la
20 pompe est effectué par la mesure du couple ou du courant consommé par le moteur lors de la phase de test, c'est à dire en dehors des phases de production. Les conditions du test, et notamment le flux gazeux pompé, sont pré-établies afin de comparer le résultat de la mesure à une référence enregistrée dans les mêmes conditions de flux gazeux.

Cette méthode n'est pas possible à mettre en œuvre lors des périodes de
25 production soutenue car pour des raisons d'organisation, il est très difficile d'interrompre la production afin de procéder au test du groupe de pompage. De plus, ce procédé ne permet pas la prédiction du bouchage du système d'évacuation de la pompe.

30 Le problème est donc de diagnostiquer l'état de pollution solide (bouchage, grippage, etc ...) d'une ligne de vide, comprenant au moins un groupe de pompage, afin de planifier les opérations de maintenance préventive au moment le plus opportun et d'anticiper une défaillance du groupe de pompage, sur n'importe quelle valeur de flux pompé, sans considérer les conditions et

paramètres autres que ceux provenant de la ligne de vide et sans interrompre la production.

L'objet de la présente invention est une ligne de vide pour le pompage des gaz dans une chambre de procédé, comportant au moins

- 5 - un groupe de pompage comprenant un corps de pompe et un moteur,
- un système d'évacuation des gaz,
- un premier moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur,
- un deuxième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation, et
- 10 - un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide.

Selon l'invention, le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation de la ligne de vide avant défaillance du groupe de pompage, à partir de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur fournie par le premier moyen et de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation fourni par le

15 deuxième moyen.

Le moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur est un moyen de mesure d'au moins une caractéristique choisie de préférence parmi la puissance ou le courant consommé par le moteur, le couple de rotation et les vibrations. De préférence encore le moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel

20 relatif au moteur est un moyen de mesure de la puissance consommée par le moteur.

Le moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation est un moyen de mesure de la pression des gaz dans le système d'évacuation.

La ligne de vide selon l'invention comprend de préférence un premier

25 moyen de mesure de la puissance consommée par le moteur, un deuxième moyen de mesure de la pression des gaz dans le système d'évacuation, et un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide à partir de la mesure de la puissance consommée par le moteur et de la mesure de la pression des gaz dans le

30 système d'évacuation.

Selon une variante de l'invention, la ligne de vide peut comporter en outre un troisième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe. Le moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe est un moyen de mesure d'au moins une caractéristique choisie de

35 préférence parmi la température du corps de pompe, les vibrations mécaniques

et/ou acoustiques du corps de pompe, le débit de purge d'azote et la position des vannes de régulation thermique.

De préférence la ligne de vide comporte en outre un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide utilisant la mesure d'un paramètre
5 fonctionnel relatif au corps de pompe.

A cette fin d'autres capteurs peuvent aussi être intégrés au groupe de pompage, comme par exemple un capteur vibratoire, un capteur acoustique ou un accéléromètre.

Avantageusement le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation de la
10 ligne de vide avant défaillance du groupe de pompage, à partir de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur fournie par le premier moyen, de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation fourni par le deuxième moyen et de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe fournie par le troisième moyen.

15

La ligne de vide selon l'invention est ainsi capable de réaliser un auto-diagnostic, c'est à dire un diagnostic effectué sans corrélation avec des signaux extérieurs à la ligne de vide.

L'utilisation d'une ligne de vide selon l'invention comprenant un système
20 apte à fournir un diagnostic permet, en les prévoyant, d'éviter les défaillances majeures lorsque l'installation dont fait partie la ligne de vide est dans une phase de production active. Toute défaillance dans ces circonstances peut nuire à la qualité du produit en cours de fabrication voir entraîner sa destruction ce qui génère une perte financière importante pour le client.

L'invention a aussi pour objet un procédé de surveillance d'une ligne de
25 vide telle que décrite ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :

- on mesure un paramètre fonctionnel relatif au moteur,
- on mesure un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation des gaz,
- on effectue la corrélation de l'évolution temporelle du paramètre fonctionnel
30 relatif au moteur et du paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation,
- on en déduit la durée d'utilisation de la ligne de vide prévisible avant défaillance.

Le procédé selon l'invention consiste à identifier et suivre la progression du phénomène de pollution dans une ligne de vide. La pollution est due aux sous-produits solides issus de la transformation des gaz du procédé mis en œuvre
35 dans une chambre de procédé à laquelle est associée la ligne de vide. La

surveillance de ce phénomène est réalisée par l'exploitation de l'évolution temporelle caractéristique de certains signaux issus des moyens de mesure, tels que des capteurs disposés sur le système d'évacuation et sur le moteur d'entraînement de la pompe.

5 La prévision de la durée d'utilisation est obtenue notamment par un traitement statistique basé sur l'évolution temporelle de l'amplitude des paramètres mesurés dans le but d'évaluer le risque de colmatage de la ligne de vide.

10 Les paramètres qui sont suivis de préférence dans le cadre de l'invention sont d'une part au moins un paramètre fonctionnel relatif au moteur, et d'autre part au moins un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation.

Le paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur est au moins une caractéristique choisie de préférence parmi la puissance ou le courant consommé par le moteur, le couple de rotation et les vibrations. De préférence encore le
15 paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur est la puissance consommée.

Le paramètre fonctionnel mesuré relatif au système d'évacuation est de préférence la pression des gaz dans le système d'évacuation.

Les paramètres dont le suivi en corrélation est particulièrement avantageux sont la puissance consommée par le moteur et la pression des gaz dans le système
20 d'évacuation. Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, le paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur est la puissance consommée par le moteur, le paramètre fonctionnel mesuré relatif au système d'évacuation des gaz est la pression des gaz dans le système d'évacuation, et la durée d'utilisation de la ligne de vide est calculée à partir l'évolution temporelle corrélée de la puissance consommée par le
25 moteur et de la pression des gaz dans le système d'évacuation.

On peut mesurer en outre un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe. Le paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe est au moins une caractéristique choisie de préférence parmi la température du corps de pompe, les vibrations du corps de pompe, le débit de purge d'azote, la position des vannes de
30 régulation thermique. L'information sur l'état ouvert ou fermé des vannes d'eau de régulation thermique peut révéler par exemple une défaillance du réseau de refroidissement non visible directement par la lecture de la température du corps de pompe.

Il est aussi possible de compléter le diagnostic de l'état de fonctionnement
35 des pompes et l'organisation de la maintenance par l'observation directe de l'évolution des paramètres du groupe de pompage dans le temps grâce à

l'enregistrement des données par le réseau de supervision auquel les pompes sont connectées.

Le suivi et la corrélation de l'évolution temporelle de chacun des paramètres choisis peuvent en outre comprendre facultativement la corrélation des paramètres mesurés avec des paramètres extérieurs à la ligne de vide, comme par exemple des paramètres caractéristiques de l'équipement auquel la ligne de vide est connectée.

L'invention présente de nombreux avantages. Le procédé selon l'invention utilise et exploite les données fournies par les moyens de mesure associés à la ligne de vide, qui peuvent être enregistrées, afin d'identifier le comportement anormal du groupe de pompage et de réaliser un diagnostic dans le but d'anticiper précocement un problème avant le dépassement des seuils d'alerte et d'alarme des signaux analogiques.

Le procédé selon l'invention permet d'identifier l'influence de la pollution sur l'état de propreté du système d'évacuation des gaz. Le procédé selon l'invention détecte ainsi la pollution d'éléments externes au groupe de pompage comme la canalisation d'évacuation des gaz pompés, un piège ou une vanne en ligne sur cette canalisation, ou encore le raccordement de cette canalisation au système de traitement des gaz

Utilisé dans un système de diagnostic, le procédé selon l'invention permet de privilégier la maintenance prédictive, c'est à dire maintenir la ligne de vide uniquement lorsqu'il y a un besoin réel. Ceci permet d'éviter des opérations de maintenance préventive coûteuses et parfois injustifiées. Le diagnostic est précoce, ce qui permet de minimiser les dommages liés à l'usure des composants et donc de diminuer encore le coût de la maintenance.

La présente invention est utilisable dans une application logicielle de diagnostic qui peut être intégrée au réseau de supervision du groupe de pompage in situ, au groupe de pompage lui-même, ou encore à un système à distance. L'invention peut permettre à cette application logicielle de réaliser un auto-diagnostic de la ligne de vide, c'est à dire sans corrélation avec des signaux extérieurs au groupe de pompage.

Associée à un système de veille diagnostique automatique, l'invention permet d'alléger la surveillance routinière de la ligne de vide et ainsi d'augmenter la disponibilité des personnels en charge de leur maintenance.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante d'un mode de réalisation particulier, donné à titre illustratif, mais nullement limitatif, et dans le dessin annexé sur lequel

5 l'invention,

- la figure 1 représente de façon schématique une ligne de vide selon

- la figure 2 montre la variation répétitive de la puissance consommée par le moteur et de la pression des gaz dans le système d'évacuation qui est liée aux variations du flux gazeux admis dans le groupe de pompage au cours du traitement ; la puissance consommée par le moteur M en watts (W) et la pression des gaz G en millibars (mbar) sont données en ordonnée, et en abscisse le

10 temps T sans unités ;

- la figure 3 montre une variation ponctuelle de la puissance consommée par le moteur et de la pression des gaz qui est causée par le pompage de gaz depuis la pression atmosphérique ; la puissance M en watts est donnée en

15 ordonnée gauche et la pression G en millibars en ordonnée droite, et en abscisse le temps T sans unités ;

- la figure 4 montre la diminution progressive de la puissance consommée par le moteur après le démarrage ; la puissance M en watts et la pression G en millibars sont données en ordonnée, et en abscisse le temps T sans unités ;

20 - la figure 5 montre une augmentation progressive de la puissance consommée par le moteur et de la pression des gaz qui est causée par le colmatage de la canalisation d'évacuation, la puissance M en watts et la pression G en millibars sont données en ordonnée, et en abscisse le temps T sans unités,

25 - la figure 6 montre la variation aléatoire de la puissance consommée par le moteur présageant un blocage imminent des pièces dynamique du groupe de pompage, la puissance M en watts est donnée en ordonnée, et en abscisse le temps T sans unités,

L'installation représentée sur la figure 1 comporte une chambre de

30 procédé 1 destinée au traitement d'un substrat. Il peut s'agir par exemple de procédés de dépôts, gravure, implantation ionique ou traitement thermique utilisés dans la fabrication de dispositifs microélectronique sur des plaquettes de silicium. Il peut également s'agir de micro-usinage de substrats semi-conducteurs pour la réalisation de composants de microsystèmes électromécaniques (MEMS) ou de

35 microsystèmes électro-optomécaniques (MOEMS). La chambre de procédé 1 est

reliée par une canalisation 2 munie de vannes 3a, 3b, 3c à un corps de pompe 4 entraîné par un moteur 5. Le corps de pompe 4 est mis en relation avec une canalisation d'évacuation 6 par un silencieux 7. La canalisation peut être équipée d'un piège 8 pour capter les sous-produits solides de la réaction. Lorsque les sous-produits gazeux du procédé mis en œuvre ne peuvent être rejetés dans l'évacuation générale 9, l'échappement des gaz s'effectue par l'intermédiaire d'une installation de traitement 10 grâce aux vannes 11a et 11b. Des gaz du procédé peuvent se transformer en sous-produits solides et s'accumuler dans la chambre de procédé 1, dans la canalisation 2 reliant la chambre 1 au corps de pompe 4, dans le corps de pompe 4, dans le silencieux 7, dans la canalisation 6 qui conduit à l'installation de traitement des gaz 10, dans le piège 8 et dans les vannes 11a, 11b. Il est également fréquent que les sous-produits formés en amont du groupe de pompage soient pompés ou transférés par gravité dans le corps de pompe 4, et ainsi contribuent au phénomène de pollution du corps de pompe 4, du silencieux 7, de la canalisation 6 d'évacuation des gaz pompés, du piège 8 et des vannes 11a et 11b.

La variation de la valeur d'un paramètre fonctionnel du groupe de pompage, liée à un fonctionnement normal, peut être par exemple :

- répétitive et reproductible dans le temps, par exemple la figure 2 illustre la variation de la pression des gaz G (courbe 20) dans le système d'évacuation et de la puissance consommée par le moteur M (courbe 21) qui est due aux variations du flux gazeux parvenant au groupe de pompage lorsque des opérations de production sont en cours, ou
- ponctuelle, par exemple la figure 3 illustre l'augmentation brutale simultanée de la pression des gaz G (courbe 30) et de la puissance consommée par le moteur M (courbe 31) qui est due au pompage d'un volume de gaz à pression atmosphérique, ou encore
- continue dans le temps, par exemple la figure 4 illustre la diminution progressive de la puissance consommée par le moteur M' (courbe 41) de la pompe primaire du groupe après le démarrage, qui est due au réchauffement du groupe de pompage et à l'évacuation progressive des résidus solides accumulés dans le corps de pompe lors de la phase d'arrêt. La courbe 40 représente la puissance consommée par le moteur M de la pompe secondaire du groupe.

La variation de la valeur d'un paramètre liée à un fonctionnement anormal peut être par exemple :

- continue dans le temps, par exemple la figure 5 illustre l'augmentation progressive de la puissance consommée par le moteur M (courbe 50) et de la pression des gaz G (courbe 51) dans le système d'évacuation, qui révèle un colmatage de la canalisation de refoulement des gaz pompés, ou bien
- aléatoire, par exemple la courbe 60 de la figure 6 illustre des pics de puissance consommée par le moteur M successifs qui sont le signe d'un blocage imminent des pièces dynamiques.

10 L'invention permet notamment de détecter les phénomènes suivants avant qu'ils n'induisent une défaillance irréversible du groupe de pompage, notamment un colmatage du silencieux, du piège, de la canalisation ou des vannes du système d'évacuation des gaz, et dans certaines conditions un colmatage interne
15 des gaz pompés.

Le colmatage est identifié par le suivi de l'évolution dans le temps de la puissance consommée par le moteur M et de la pression des gaz G. Un algorithme mathématique a été déterminé pour mesurer cette évolution et calculer le temps restant avant d'atteindre des seuils analogiques critiques prédéfinis.

20 Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, on pourra sans sortir du cadre de l'invention choisir de surveiller en outre d'autres paramètres qu'ils soient internes ou externes à la ligne de vide pour une meilleure
25 connaissance de son état fonctionnel.

REVENDEICATIONS

1. Ligne de vide pour le pompage des gaz dans une chambre de procédé, comportant au moins
- un groupe de pompage comprenant un corps de pompe et un moteur,
 - 5 - un système d'évacuation des gaz,
 - un premier moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur,
 - un deuxième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation, et
 - un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide,
- 10 caractérisée en ce que le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation de la ligne de vide avant défaillance du groupe de pompage, à partir de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur fournie par le premier moyen et de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation fourni par le deuxième moyen.
- 15 2. Ligne de vide selon la revendication 1, dans laquelle le premier moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur est un moyen de mesure d'au moins une caractéristique choisie parmi la puissance consommée par le moteur, le courant consommé par le moteur, le couple de rotation du moteur et les vibrations du moteur.
- 20 3. Ligne de vide selon la revendication 2, dans laquelle le premier moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur est un moyen de mesure de la puissance consommée par le moteur.
4. Ligne de vide selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le deuxième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système
- 25 d'évacuation est un moyen de mesure de la pression des gaz dans le système d'évacuation.
5. Ligne de vide selon l'une des revendications précédentes, comprenant un premier moyen de mesure de la puissance consommée par le moteur, un deuxième moyen de mesure de la pression des gaz dans le système d'évacuation
- 30 et un moyen de prévision de la durée d'utilisation de la ligne de vide à partir de la mesure de la puissance consommée par le moteur et de la mesure de la pression des gaz dans le système d'évacuation.

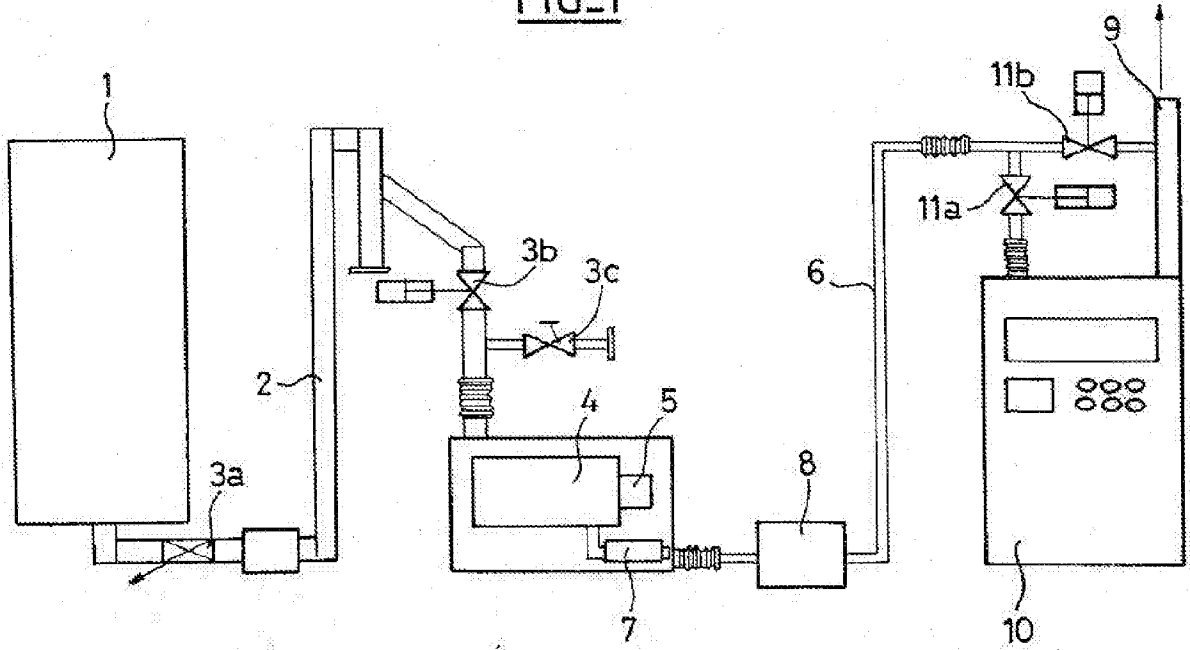
6. Ligne de vide selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un troisième moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe.
7. Ligne de vide selon la revendication 6, dans laquelle le moyen de mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe est un moyen de mesure d'au moins une caractéristique choisie parmi la température du corps de pompe, les vibrations du corps de pompe, le débit de purge d'azote et la position des vannes de régulation thermique.
8. Ligne de vide selon l'une des revendications 6 et 7, dans laquelle le moyen de prévision calcule la durée d'utilisation de la ligne de vide avant défaillance du groupe de pompage, à partir de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au moteur fournie par le premier moyen, de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation fourni par le deuxième moyen et de la mesure d'un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe fournie par le troisième moyen.
9. Procédé de surveillance d'une ligne de vide selon l'une des revendications précédentes, comprenant les étapes suivantes :
- on mesure un paramètre fonctionnel relatif au moteur,
 - on mesure un paramètre fonctionnel relatif au système d'évacuation des gaz,
 - on effectue la corrélation de l'évolution temporelle du paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur et du paramètre fonctionnel mesuré relatif au système d'évacuation,
 - on en déduit la durée d'utilisation de la ligne de vide prévisible avant défaillance.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel la durée d'utilisation prévisible est obtenue par un traitement statistique basé sur l'évolution temporelle de l'amplitude des paramètres mesurés.
11. Procédé selon l'une des revendications 9 et 10 dans lequel le paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur est constitué d'au moins une caractéristique choisie parmi la puissance consommée par le moteur, le courant consommé par le moteur, le couple de rotation du moteur et les vibrations du moteur.
12. Procédé selon l'une des revendications 9 à 11, dans lequel le paramètre fonctionnel mesuré relatif au système d'évacuation des gaz est la pression des gaz dans le système d'évacuation.

13. Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel le paramètre fonctionnel mesuré relatif au moteur est la puissance consommée par le moteur, le paramètre fonctionnel mesuré relatif au système d'évacuation des gaz est la pression des gaz dans le système d'évacuation, et la durée d'utilisation de la ligne de vide est calculée à partir l'évolution temporelle corrélée de la puissance consommée par le moteur et de la pression des gaz dans le système d'évacuation.

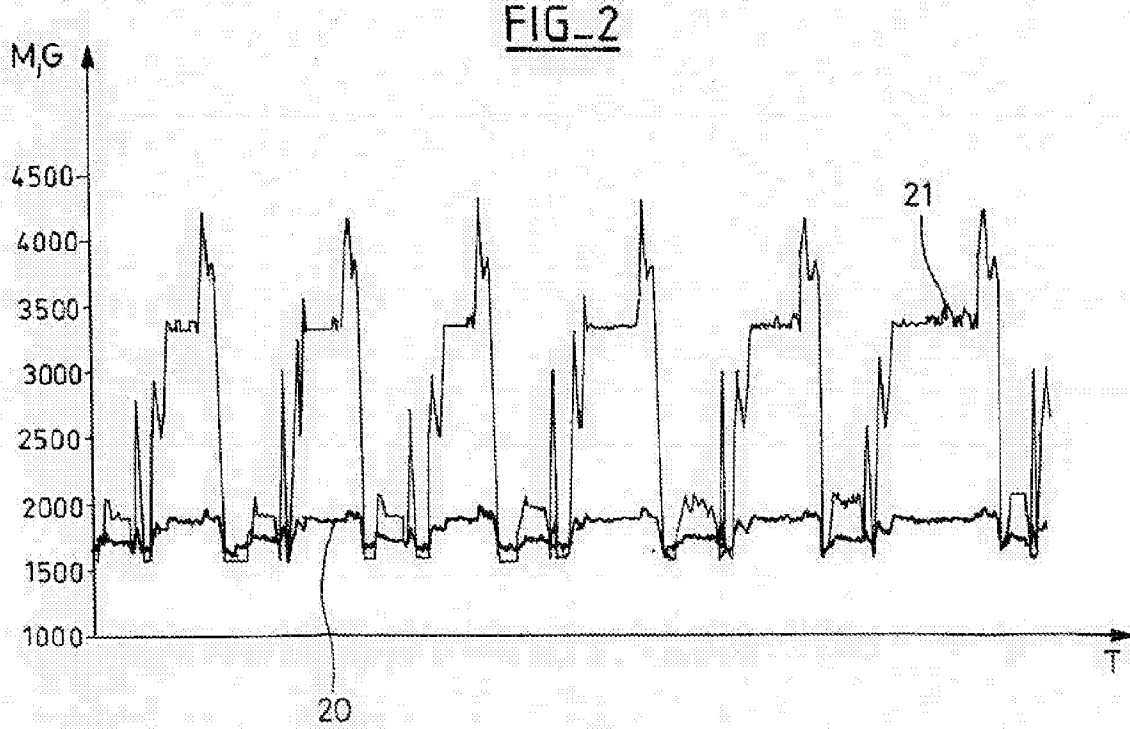
14. Procédé selon l'une des revendications 9 à 13, dans lequel on mesure en outre un paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe.

15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel le paramètre fonctionnel relatif au corps de pompe est constitué d'au moins une caractéristique choisi parmi la température du corps de pompe, les vibrations du corps de pompe, le débit de purge d'azote, et la position des vannes de régulation thermique.

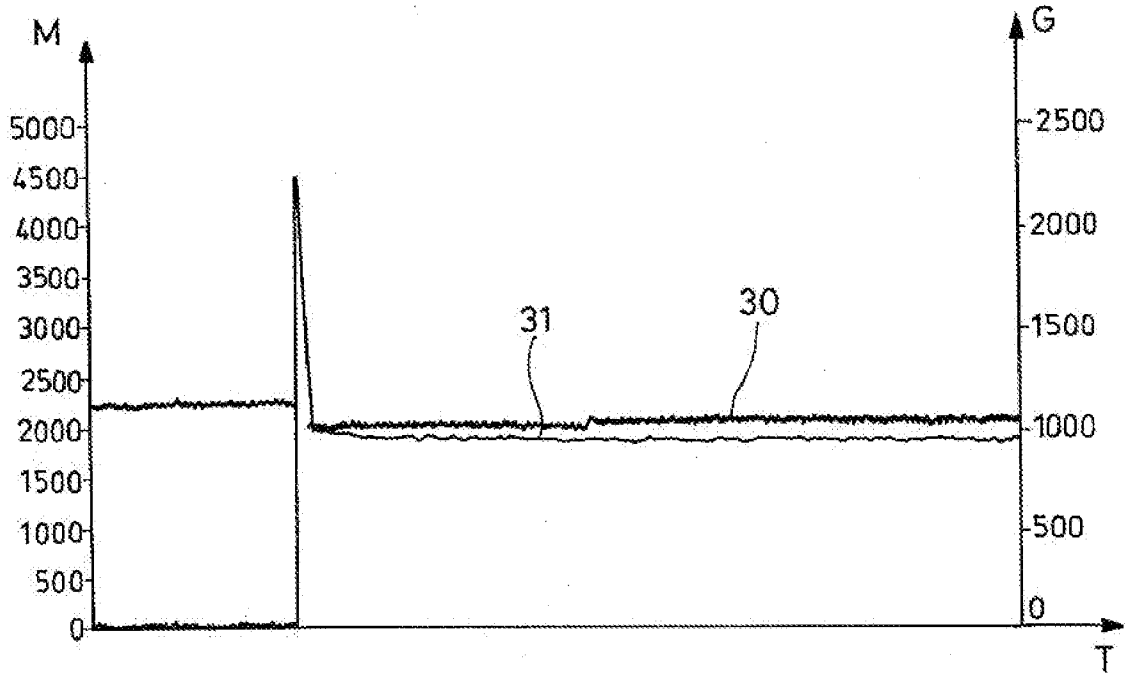
FIG_1



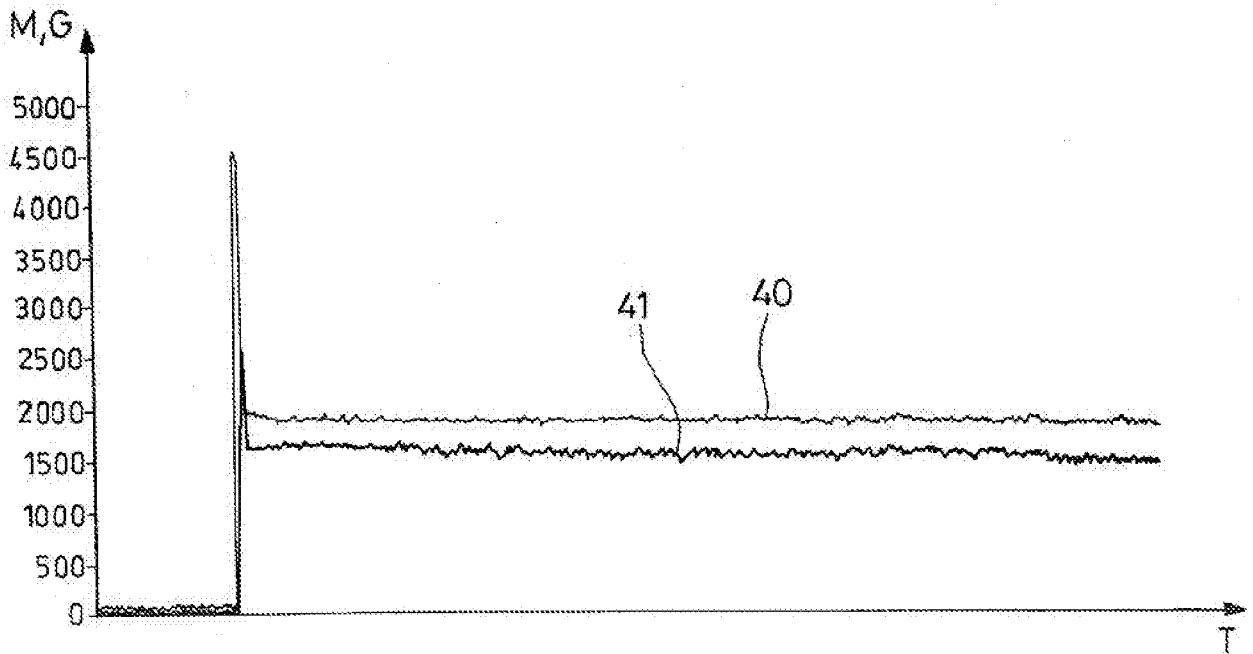
FIG_2



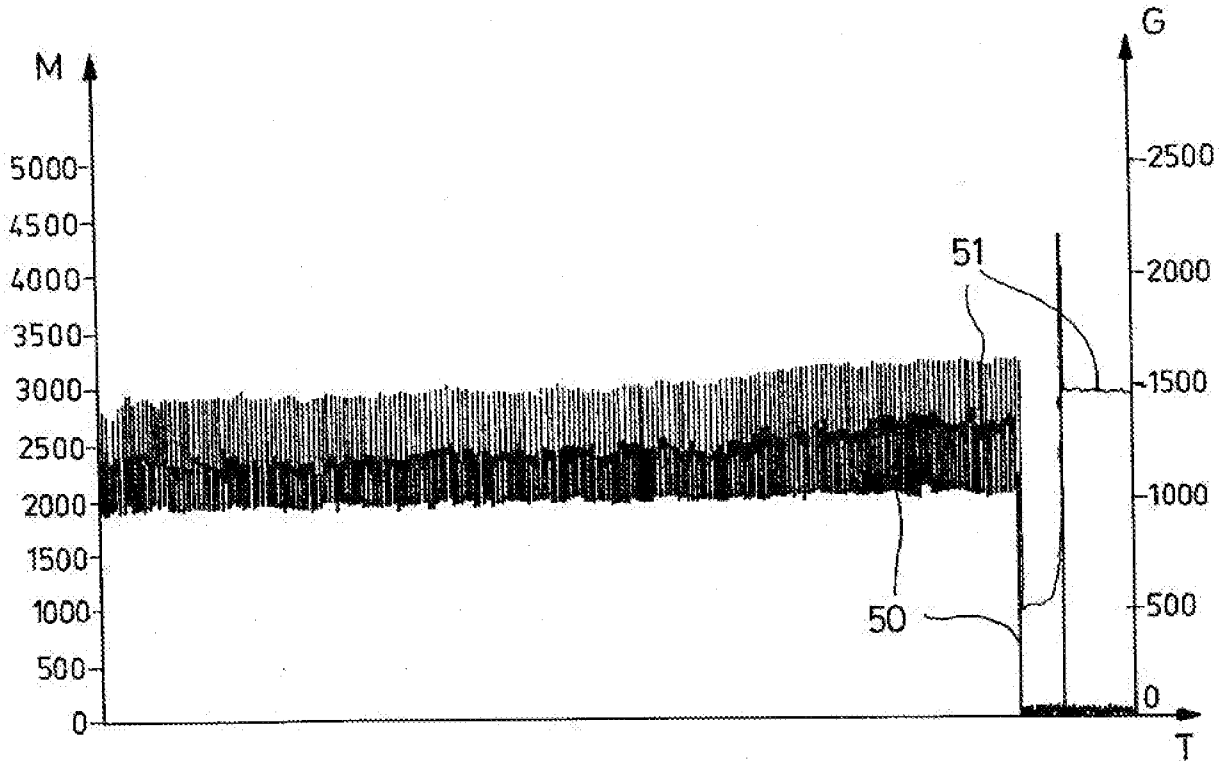
FIG_3



FIG_4



FIG_5



FIG_6

