

Coya

Commission des Communautés  
européennes

DIRECTION GENERALE  
AFFAIRES SOCIALES

Commission générale de la sécurité et de la  
salubrité dans la sidérurgie

**OXYGENE**

- Les filtres
- Les réservoirs intermédiaires
- Les appareils de mesure importants pour la sécurité
- La lubrification
- Le dégraissage des conduites et de l'appareillage

LUXEMBOURG, 1973



### Avant-propos

Dans le cadre des travaux de la Commission générale de la sécurité et de la salubrité dans la sidérurgie, deux documents relatifs à l'oxygène ont déjà été publiés.

Il s'agit des études sur:

- organes de sectionnement
- organes d'assemblage.

La présente brochure contient les conclusions du groupe de travail "Sécurité - Conduites à oxygène" de la Commission générale de la sécurité et de la salubrité dans la sidérurgie sur les sujets ci-après:

- filtres
- réservoirs intermédiaires
- appareils de mesure importants pour la sécurité
- lubrification
- dégraissage des conduites et de l'appareillage.

Elle constitue un complément aux études antérieurement publiées.

Une autre étude du même groupe de travail est publiée simultanément sous le titre "La conception, la construction, l'implantation et l'exploitation des organes des installations d'oxygène". Elle fait la synthèse de l'ensemble des travaux cités ci-avant et actualise ces derniers. Elle fournit aux exploitants, aux bureaux d'étude et aux constructeurs les informations essentielles et actuellement connues en vue d'assurer une plus grande sécurité des installations à oxygène.



Coya Hgul Hway

H2

1. FILTRES



### 1.1. BUT DE LA FILTRATION

Avoir une canalisation rigoureusement exempte d'oxydes et de calamine, après son nettoyage, par un procédé quelconque, est difficile à obtenir et à conserver; autrement dit, vouloir à tout prix que l'oxygène n'entraîne pas de particules, est plus ou moins une vue de l'esprit, conduisant à des dépenses qui sont parfois prohibitives. La filtration a donc pour but de capter les particules (ayant échappé au nettoyage ou s'étant formées ou introduites après) à certains endroits et ceci pour différentes raisons.

1.1.1. Eviter l'érosion des équipages mobiles et des sièges des différents types d'organes, notamment ceux des organes de réglage, pour lesquels très souvent les vitesses de passage sont importantes; ceci s'applique en premier lieu aux éléments qui sont métalliques et ensuite à ceux en matières plastiques de dureté élevée. La filtration se justifie surtout pour prévenir l'érosion des éléments métalliques des organes de sectionnement ou de réglage.

Aussi, on est en droit de faire une étude, d'ordre économique, et qui peut se résumer ainsi:

- nettoyage très poussé de la canalisation et pas de filtration
- nettoyage sommaire de la canalisation et filtration
- nettoyage sommaire de la canalisation, pas de filtration et usure éventuelle du matériel.

On se trouve devant trois cas d'espèce et la meilleure solution sera, bien entendu, celle qui fera la juste part entre l'aspect économique et les servitudes d'exploitation (vérification et nettoyage des éléments filtrants, changement et réparation des organes détériorés....etc.).

1.1.2. Empêcher l'incrustation<sup>+</sup> de particules échauffées dans des composants d'organes en matières plastiques. On a vu précédemment que c'est en frottant sur la tuyauterie que les particules peuvent s'échauffer; les échauffements sont alors fonctions de la vitesse d'écoulement et de la forme de la tuyauterie et, pour une particule définie et un échauffement déterminé, la vitesse devrait être fonction des paramètres caractérisant la tuyauterie. Pour le moment, cette fonction ne peut être définie car, en plus d'être nombreux, ces paramètres pris individuellement, ont des effets mal connus.

Un fait est certain : les réalisations récentes mettent déjà en oeuvre des vitesses beaucoup plus élevées que celles qui étaient normalement utilisées jusqu'ici<sup>++</sup>.

---

+ L'incrustation est d'autant plus aisée que la matière est moins élastique; aussi lorsque des particules viennent frapper un élément en élastomère caoutchouté, si la majorité rebondit, une minorité s'incruste et c'est cette minorité qui risque d'être dangereuse.

++ Les vitesses maxima admissibles dans les conduites en acier ont été fixées comme suit:

En Allemagne : 8 m/sec pour 30 bar max. jusqu'au  
31.3.1969

25 m/sec pour 40 bar max. depuis le  
1.4.1969

8 m/sec pour plus de 40 bar depuis le  
1.4.1969

En France : jusqu'en octobre 1967, les vitesses n'étaient pas rigoureusement définies. Depuis, une instruction mentionne qu'une vitesse de 60 m/sec en régime établi peut être retenue lorsque la pression ne dépasse pas 40 bar, moyennant des précautions particulières. Cette instruction ne s'applique pas systématiquement aux anciennes installations.



Dans l'état actuel de l'expérience et des recherches encore sommaires, le groupe de travail estime que l'emploi de filtre ne se justifie pas en principe dans l'un ou l'autre des cas ci-après :

- si tous les organes ne contiennent que des éléments métalliques et ce pour une vitesse inférieure à 60 m/sec.
- si les organes contiennent des éléments combustibles non métalliques et ce pour une vitesse inférieure à 25 m/sec.
- si les organes contiennent des éléments combustibles non métalliques n'étant pas placés directement face à la veine gazeuse s'écoulant dans les organes et ce pour des vitesses entre 25 et 40 m/sec.

Il est rassurant de remarquer, que de telles vitesses conduisent à des pertes de charge non négligeables<sup>+</sup> qui rapidement deviennent inacceptables, sur des longueurs tant soit peu élevées; aussi, en pratique, les tronçons de canalisation qui les mettent en oeuvre, sont de faible longueur, limitant par là même, les effets des échauffements par frottement. Les organes de réglage engendrent, dans certaines conditions de pression, des vitesses soniques au voisinage immédiat de l'endroit où s'effectue le laminage; si, ils sont alimentés dans les conditions ci-dessus, le montage d'un filtre ne s'impose pas, du point de vue de la sécurité, car si la vitesse du son est effectivement atteinte, elle ne l'est que très localement; ceci s'applique également aux organes de sectionnement, pendant leur ouverture, lorsque règne l'écart de pression définissant la détente critique.

---

+ A titre d'exemple, pour avoir une pression absolue de 16 bars à l'extrémité d'un tube rectiligne de 100 m de longueur, de 125 mm de diamètre et débitant 42 000 Nm<sup>3</sup>/h (soit 60 m/s à la pression de 16 bars) il faut que ce tube soit alimenté à une pression absolue de l'ordre de 18,8 bars, soit une perte de charge de 2,8 bars environ.

1.1.3. Ne pas permettre à des poussières, combustibles ou non, en suspension dans une masse gazeuse introduite rapidement dans une enceinte de faible volume, d'atteindre des températures dangereuses. On rencontre de telles enceintes sur les canalisations à certains postes de régulation et dans les organes automatiques de sectionnement, lorsque leurs vérins de manoeuvre sont alimentés en oxygène à la pression de la conduite.

## 1.2. RECOMMANDATIONS POUR AMELIORER LA SECURITE D'EMPLOI DES FILTRES

### 1.2.1. Conception

Elle doit suivre les deux idées ci-après :

- le sens de filtration se faisant de l'extérieur vers l'intérieur de l'élément filtrant, les poussières ont donc la possibilité de s'accumuler dans l'espace compris entre l'élément et le corps du filtre, et plus particulièrement à sa partie basse. Il est intéressant que la forme de cet espace ne permette pas la formation de tourbillons dans le cas où des matières organiques seraient en contact étroit avec l'oxygène (pour la confection, par exemple, de joints entre éléments et corps); en effet, ces tourbillons pourraient, dans certaines conditions, favoriser le frottement des particules et les porter éventuellement à des températures du même ordre que les températures d'inflammation de ces matières.
- il se peut qu'en exploitation, un élément filtrant se colmate et, si sa résistance à la pression est insuffisante, une certaine différence de pression (fonction du débit) de part et d'autre de sa surface filtrante, le mettra hors d'usage (déchirures). Sa destruction de cette manière peut être lourde de conséquences. En effet, l'accroissement de débit que permet la déchirure et qui est fonction de la différence de pression et de la section de l'ouverture, peut être très élevé. Les particules qui s'étaient déposées à l'extérieur de l'élément sont alors

entraînées. Si cet afflux de débit permet, à l'aval du filtre, une augmentation rapide de la pression et de la vitesse au travers d'un organe utilisant des matières organiques, on peut craindre que des particules ainsi échauffées, s'incrustent dans des éléments à faible température d'inflammation. En conséquence, pour remédier à ce risque, il est indispensable que l'élément filtrant ne se rompe pas, sous une différence de pression égale à sa pression maximale effective d'emploi.

### 1.2.2. Réalisation

#### 1.2.2.1. Choix de l'aérodynamique interne

En principe, le choix de l'aérodynamique interne d'un filtre ne semble pas influencer la sécurité, sauf toutefois en ce qui concerne la nécessité d'éviter les tourbillons, si l'appareil de filtration contient des éléments combustibles, nécessité évoquée ci-avant.

#### 1.2.2.2. Choix des métaux

Sous réserve d'une résistance mécanique suffisante, on peut utiliser les fontes ordinaires ou spéciales, les aciers non alliés et inoxydables, les alliages cuivreux.

S'il devait être fait usage d'alliage d'aluminium, on veillerait particulièrement à ce que la conception et l'utilisation du filtre ne permettent pas la dégradation de la couche protectrice d'alumine. Dans cet esprit, l'aérodynamique interne sera particulièrement soignée pour éviter la formation de tourbillons.

Toutefois, la construction des filtres étant souvent réalisée par mécano-soudage, l'acier au carbone non allié sera avantageusement retenu.

#### 1.2.2.3. Choix des éléments

La surface filtrante est répartie sur un ou plusieurs éléments. La nature de l'élément filtrant est soit un alliage fritté de bronze ou d'acier inoxydable, soit un

tissu de bronze, d'acier inoxydable ou de graphite, soit un tissu ne contenant que du verre. La finesse de filtration doit être telle que les particules supérieures à 5 microns seront retenues.

En Allemagne, il est parfois fait usage d'éléments filtrants en céramique. Si sur le plan de la sécurité cette nature d'élément filtrant peut être adoptée, à condition de présenter toutes les garanties désirables, il semble bien toutefois qu'un certain nombre d'inconvénients existent sur le plan de l'exploitation.

#### 1.2.2.4. Choix et nature des joints

Les joints entre les éléments filtrants et leurs supports seront en feutre de verre exempt de matière organique et ceci quelles que soient les vitesses d'entrée, de filtration et les pressions; inertes dans l'oxygène, et comme de plus on n'attache que peu d'importance à leurs propriétés mécaniques, ils éliminent les risques éventuels dus aux échauffements de particules par remous; dans ce cas particulier, les feutres de verre sont plus intéressants que les matières plastiques conseillées pour les organes. Ces mêmes joints peuvent être entièrement métalliques.

Les joints qui ne sont pas au contact direct de la veine gazeuse, seront pris dans les matières plastiques mentionnées dans le document sur la conception, la construction, l'implantation et l'exploitation des organes des installations, et ce quelles que soient les pressions d'emploi.

#### 1.2.2.5. Continuité électrique

Ce qui a été écrit au sujet des organes de sectionnement et de réglage est, bien entendu, applicable aux filtres. Lorsque les éléments filtrants sont en tissu de verre ou en céramique, toutes les dispositions seront prises pour que ceux-ci n'atteignent pas des élévations de potentiel capables d'engendrer des arcs jaillissant entre l'élément filtrant et des parties conductrices

éventuellement isolées, phénomène possible en présence d'oxygène sec.

### 1.2.3. Purge du filtre

Pour procéder correctement à la purge d'un filtre, il y a lieu de l'isoler tant en amont qu'en aval, de ramener par l'aval, la pression à zéro et de procéder ensuite à l'ouverture du corps du filtre. L'évacuation de l'oxygène ne peut, bien entendu, se faire qu'à l'air libre ou dans un endroit ventilé. Un by-pass peut exister pour permettre l'exploitation pendant le nettoyage ou le remplacement des éléments filtrants. Mais pour éliminer le risque d'inflammation des matières combustibles situées en aval du by-pass, il faut que celui-ci soit également pourvu d'un filtre; les dimensions de ce dernier peuvent toutefois être moindres que celles du filtre principal.

### 1.2.4. Entretien

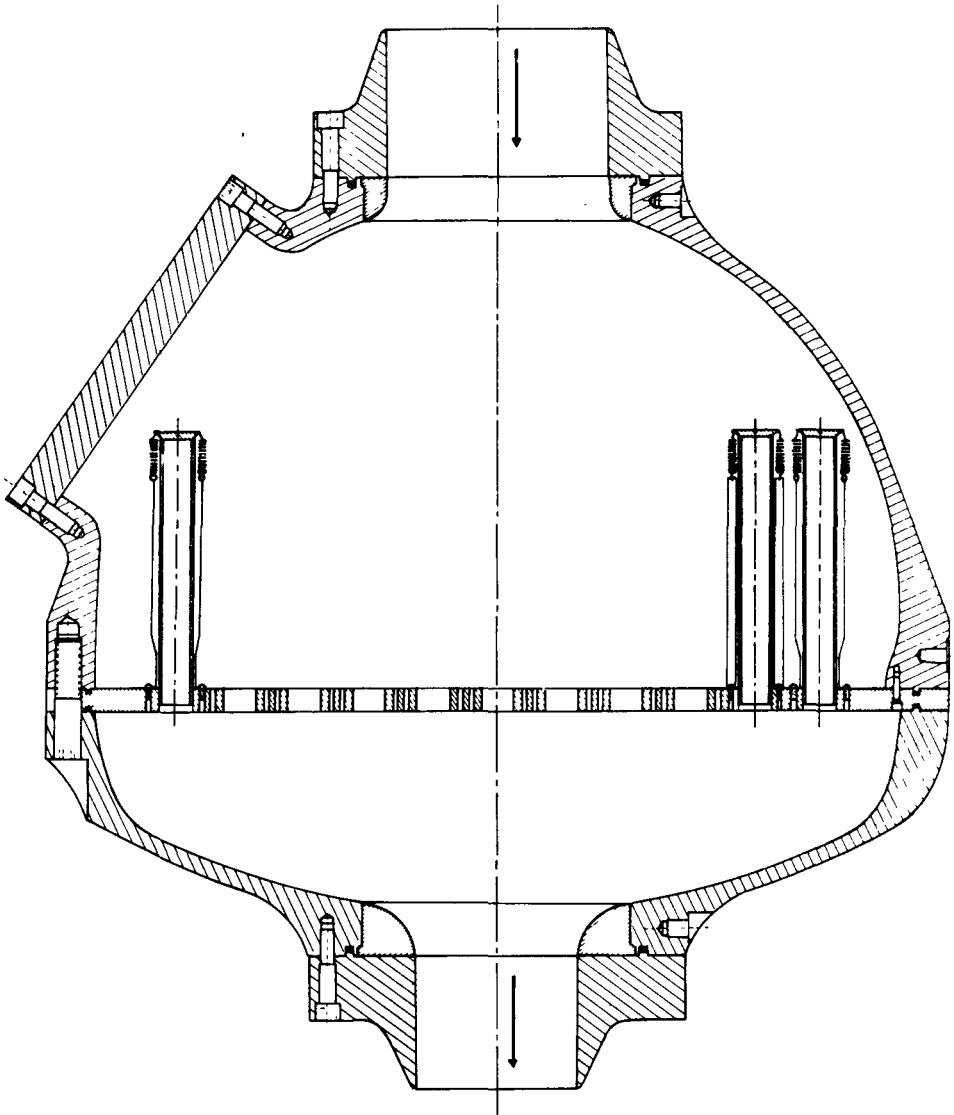
Malgré l'absence d'une quelconque lubrification, il doit être pris en charge par un personnel qualifié, car les purges et le nettoyage des surfaces filtrantes doivent être faits avec soin.

Les figures 1 et 2 représentent des filtres spécialement conçus pour l'oxygène.

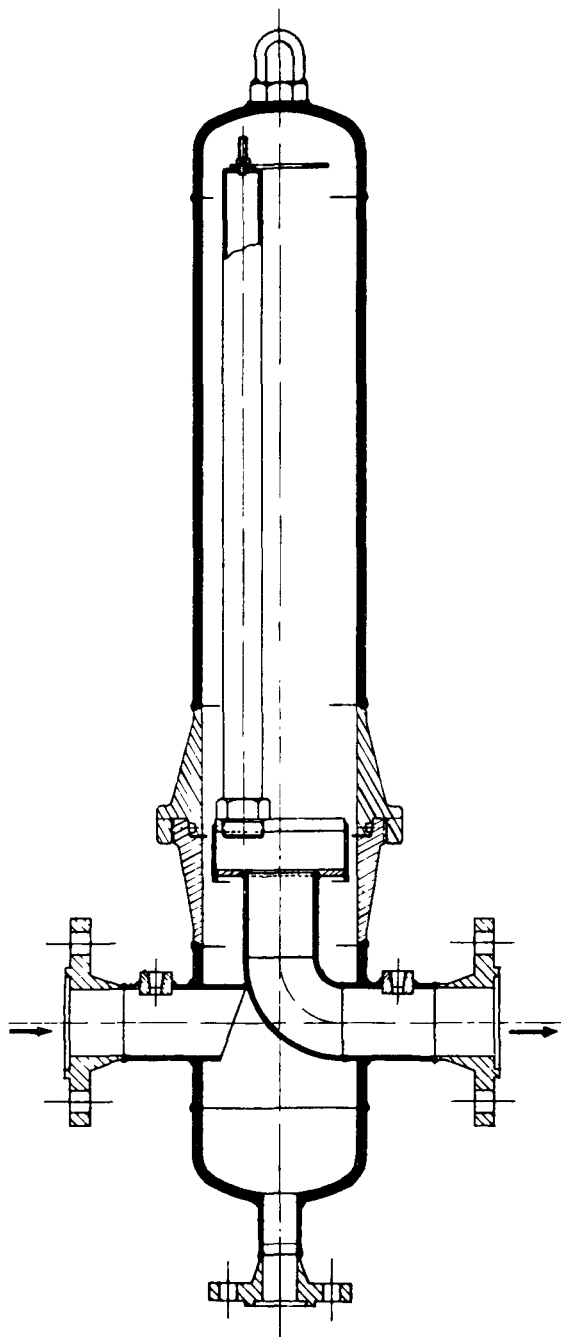
## 1.3. DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES ET NORMES

Il n'existe ni disposition réglementaire, ni norme relatives aux filtres à oxygène dans les pays de la Communauté.

1



2







Coya Hhos

H4

2. RESERVOIRS INTERMEDIAIRES



Dans chacun des pays de la Communauté européenne, il existe une réglementation sur les appareils et réservoirs sous pression. Ces réglementations sont applicables quelle que soit la nature du fluide emmagasiné et quel que soit son état, liquide ou gazeux.

D'une façon générale, il n'existe dans le cadre de ces réglementations que très peu de dispositions spécifiques à l'oxygène.

Chacun se trouve dans l'obligation de se conformer à la réglementation qui lui est applicable et il n'entre pas dans les intentions de la Commission générale de la sécurité et de la salubrité dans la sidérurgie de procéder à une compilation ou à une critique quelconque de ces dispositions.

Mais, étant donné les graves risques auxquels expose l'oxygène, il a été jugé utile de fournir dans la présente étude, les recommandations propres au stockage et à l'exploitation de ce stockage que la bonne pratique permet de préciser.

## 2.1. CONSTRUCTION ET PREPARATION DES RESERVOIRS

### 2.1.1. Oxygène gazeux sec

Lorsque les surfaces internes du réservoir ont pu être rendues grasses par les opérations de mise en forme, d'assemblage ou de transport, il est indispensable de les dégraisser avant la mise en service du réservoir. On se reportera à ce propos au chapitre traitant de ce procédé.

La position des tubulures d'entrée et de sortie de l'oxygène sur un réservoir, n'est pas indifférente. Ces tubulures doivent être raccordées en direction radiale par rapport au réservoir, afin d'éviter des mouvements tourbillonnaires.

Afin de ne pas entraîner des poussières ou des impuretés, la tubulure de sortie sur les réservoirs verticaux, doit être située à une hauteur d'au moins 1 diamètre par rapport au fond du réservoir. Sur les réservoirs hori-

zontaux, elle doit être située dans la partie supérieure du réservoir.

En cas de réservoir sphérique, les tubulures d'entrée ou de sortie pénètrent par le bas et sont prolongées à l'intérieur de la sphère et dans la direction du centre de celle-ci, d'une longueur égale à environ  $\frac{D}{6}$  (D = diamètre de la sphère).

Dans le cas de réservoirs cylindriques verticaux avec tubulure d'entrée ou de sortie pénétrant par le bas, celle-ci doit être prolongée à l'intérieur du réservoir, d'une hauteur égale à  $\frac{D}{6}$  (D = diamètre de la virole).

En ce qui concerne le choix des vannes d'isolement, il y a lieu de se reporter aux documents :

- Organes de sectionnement et de réglage
- La conception, la construction, l'implantation et l'exploitation des organes des installations d'oxygène.

Les tubes de purge (évacuation des dépôts constitués dans le bas du réservoir) et de vidange (dégagement de la pression d'oxygène) doivent être différents.

L'évacuation des dépôts qui se sont rassemblés dans le fond du réservoir constitue toujours une opération dangereuse, lorsqu'elle est faite sous pression, car il y a un grave risque d'inflammation de la vanne.

La mesure de sécurité la plus efficace consiste à n'installer sur ces tuyauteries que des vannes à garnitures métalliques.

Il existe toutefois un autre système qui consiste à installer sous la purge un récipient de recueil des dépôts, amené à la pression d'oxygène du réservoir avant l'opération de purge et pourvu d'une vanne de vidange. Ce récipient peut être vidé lorsque sa pression a été ramenée à la pression atmosphérique (voir la figure 3).

Sur les réservoirs à oxygène gazeux, il est préférable de prévoir la présence de deux trous d'homme, l'un en haut,

l'autre en bas du réservoir. Une telle disposition est indispensable sur les réservoirs verticaux ainsi que sur les réservoirs de grande capacité. L'ouverture de ces deux trous d'homme facilite la complète évacuation de l'oxygène, laquelle doit être obtenue et contrôlée avant d'autoriser une personne à pénétrer à l'intérieur.

Il y a lieu de noter que l'on commence à utiliser le stratifié de verre pour fabriquer des réservoirs. Cette technique n'est actuellement au point que pour des réservoirs de faible capacité. Le groupe de travail dispose de peu d'informations à ce propos.

### 2.1.2. Oxygène gazeux humide

Toutes les recommandations du paragraphe 2.1.1. oxygène gazeux sec, sont applicables aux réservoirs d'oxygène gazeux humide.

La tuyauterie d'évacuation de l'eau condensée sur les réservoirs à oxygène gazeux humide, doit être située sous le réservoir et installée de manière à permettre le placement d'un moyen de chauffage à faible température (vapeur par exemple) pour éviter le gel de l'eau et le bouchage de la tuyauterie.

En vue de conserver les réservoirs aussi longtemps que possible, des surépaisseurs des parois sont prévues lors de la construction, pour la corrosion.

La protection contre la corrosion des surfaces internes des réservoirs à oxygène gazeux humide constitue un problème qui n'a pas encore été entièrement résolu. Les expériences en la matière ont souvent été décevantes. Il semble toutefois que la métallisation avec un métal approprié donne de bons résultats.

### 2.2. CONTROLES

Les réglementations nationales prévoient l'obligation de soumettre les réservoirs à oxygène à une réception avant la mise en service et à des contrôles périodiques (visuels

ou épreuves hydrauliques). Elles fixent les modalités de ces contrôles.

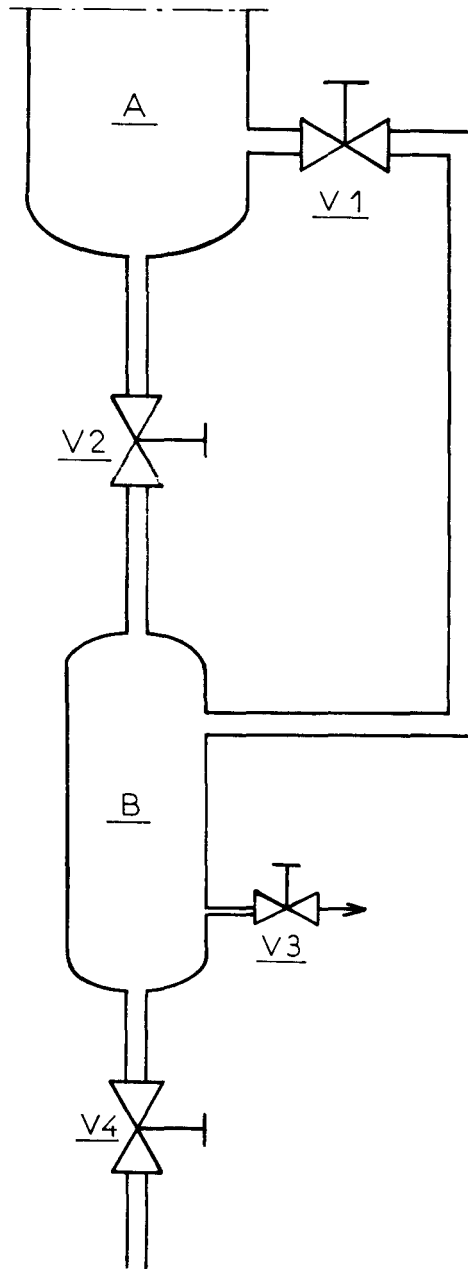
Il importe d'insister sur le fait que l'épreuve hydraulique doit être faite avec une eau propre, exempte de corps gras. L'usage d'eau potable est préférable. Sur les réservoirs à oxygène gazeux sec, il faut évacuer l'eau résiduelle après l'épreuve hydraulique. Dans ce but, on crée une ventilation du réservoir et au besoin, on y fait circuler un gaz neutre chaud ou on y pulse de l'air chaud non saturé et exempt d'huile.

### 2.3. APPAREILS DE SECURITE

Le ou les réservoirs d'oxygène raccordés à un même réseau doivent être pourvus de soupapes de sûreté dimensionnées de manière à pouvoir évacuer la totalité du débit d'alimentation susceptible de provoquer une augmentation anormale de pression.

Eventuellement, il sera envisagé l'opportunité de compléter la protection du réservoir à l'aide de disques de rupture.

3







Coya Hgul Qcz

H6

3. APPAREILS DE MESURE IMPORTANTS POUR LA SECURITE



### 3.1. MESURE DE LA PRESSION

Les capteurs de pression peuvent se partager en deux familles:

- ceux où la déformation de l'élément sensible est mesurée mécaniquement, pneumatiquement ou hydrauliquement (type Bourdon, à capsule barométrique, à barreau de flexion, à buse palette, à piston)
- ceux où cette déformation est mesurée électriquement (à condensateur, à jauge de contrainte, à quartz, à transformateur différentiel).

Pour tous ces appareils, il est essentiel qu'ils soient fiables et donc que les matériaux qui les constituent ne présentent pas d'hystérésis. De plus la nature de ces matériaux doit être compatible avec la présence d'oxygène.

Tous les capteurs de pression doivent porter une indication visible et permanente, du genre "Oxygène - Prohiber la présence ou le contact de corps gras". Si leur conception nécessite l'usage de lubrifiants spéciaux, ceux-ci ne peuvent être appliqués que par un personnel formé appartenant à un service spécialisé.

Entre le capteur et la conduite dans laquelle on doit mesurer la pression, il y a lieu d'interposer un robinet d'arrêt pour permettre de remplacer le capteur sans que l'oxygène s'échappe.

Ce robinet sera à ouverture (non brusque) et le joint qui l'isole du capteur sera constitué soit de résines ou élastomères fluorés, soit d'une matière incombustible.

Dans le cas où l'on veut assurer le contrôle de l'éta-  
lonnage du capteur de pression sans avoir à le démonter, il convient d'interposer en plus entre le robinet et le capteur, soit un té dont la dérivation est pourvue d'une vanne et d'un bouchon vissé étanche, soit un robinet à trois voies à ouverture progressive (non brusque) raccordé

à une dérivation, soit encore, dans les cas de faible volume d'oxygène entre robinet et bouchon, d'un simple té dont la dérivation est pourvue d'un bouchon vissé étanche. Le choix du système est fonction du cas d'espèce.

Si les capteurs doivent être montés sur des tuyauteries, il est bon, lorsque la pression peut varier brusquement et fréquemment, d'interposer entre tuyauterie et capteur, des disques amortisseurs en matériau fritté. Toutefois, ces amortisseurs doivent pouvoir supporter une pression différentielle égale à la pression statique maximale dans la tuyauterie. L'attention est attirée sur le colmatage possible des disques amortisseurs, faussent ainsi les indications du capteur.

Dans le cas de manomètres du type Bourdon, ou à capsule barométrique, utilisés avec des pressions pulsatoires, l'amortissement de l'organe sensible peut se faire en l'entourant de masse liquide. Ce liquide sera un mélange de 40% de glycol et de 60% d'eau ou mieux, une huile chlorofluorée.

Si le capteur est monté sur une canalisation, il faut que son raccordement soit exactement perpendiculaire à la canalisation, ne débouche pas à l'intérieur de celle-ci, présente des arêtes vives, sans bavure et soit disposé en un endroit tel qu'il ne puisse y entrer qu'un minimum de poussières.

Les manomètres à cadran doivent être pourvus à l'arrière de bouchons ou de disques d'éclatement permettant à l'oxygène de s'échapper en cas de rupture de l'élément sensible et d'éviter une surpression dans le boîtier.

Dans le cas de cadran comportant un élément transparent, il convient que celui-ci soit constitué d'une matière ininflammable et qui ne puisse se rayer, la matière plastique transparente est donc à proscrire.

Les capteurs où la déformation de l'élément sensible est mesurée électriquement doivent être construits de telle façon qu'en cas de rupture de cet élément sensible,

l'oxygène ne puisse entrer en contact avec les éléments électriques. Les composants du capteur qui sont en présence d'oxygène doivent être tous au même potentiel électrique.

Ces exigences sont également valables pour les capteurs à mesure mécanique, pneumatique ou hydraulique équipés de transmetteurs électriques.

### 3.2. MESURE DE LA TEMPERATURE (fig. 4 à 6)

Quelque soit l'appareil de mesure de la température (à mercure, à thermo-couple, à résistance), il doit être immergé dans la conduite.

Cette immersion peut se faire directement dans la veine gazeuse, un presse-étoupe étant inséré pour éviter toute fuite d'oxygène ou l'expulsion de l'appareil de mesure. Elle peut également se faire dans une gaine placée à demeure dans la conduite. Sur le plan de la sécurité, la forme de la gaine et sa position ont relativement peu d'importance, mais il convient que la gaine soit constituée d'un alliage de cuivre ou d'acier inoxydable, pour éviter sa perforation par corrosion.

Dans certains cas, on emplit la gaine d'un liquide pour assurer une meilleure transmission de la chaleur entre la gaine et l'élément sensible de mesure. Ce liquide ne peut en aucun cas être inflammable. Il convient d'utiliser dans ce but, soit un mélange de 40% de glycol et de 60% d'eau, soit une huile chlorofluorée, soit encore du mercure. Ce dernier toutefois, ne peut être utilisé dans des gaines d'alliage de cuivre.

### 3.3. MESURE DE DEBIT (fig. 7)

L'instrument le plus utilisé pour la mesure du débit (mesures industrielles) est le voludéprimomètre raccordé à un organe déprimogène (venturi, diaphragme, tuyère, etc..)

Ces organes déprimogènes ont été normalisés dans chaque pays.

S'il est fait usage d'un appareil de mesure à liquide manométrique, le mercure est le plus utilisé. Toutefois, ce métal peut présenter des dangers; d'une part, en raison des risques d'hydrargisme auquel il expose le personnel en cas de défectuosité de l'appareil manométrique, d'autre part, si le mercure est introduit accidentellement dans la conduite. Dans ce cas, ce mercure peut réagir physico-chimiquement avec un alliage de cuivre et en provoquer la perforation, ou encore, introduit dans un appareil oxy-acétylénique, occasionner la formation d'acétylure de mercure, éminemment explosif.

Pour éviter ces risques, il convient d'introduire des pièges à mercure dans les tubes de liaison.

Si l'on couvre le mercure d'un liquide pour éviter sa pollution, ce liquide doit être incombustible et incongelable (mélange de 40% de glycol et de 60% d'eau ou encore, huile chlorofluorée).

Si la mesure de pression différentielle est faite par des éléments sensibles déformables (capteurs secs (figures 8 et 9)), il y a lieu de se reporter au paragraphe "mesure de pression".

L'appareil déprimogène doit être en acier inoxydable ou en alliage de cuivre. Il peut également être en cuivre, mais dans les cas d'un diaphragme, celui-ci s'érode assez rapidement.

En ce qui concerne le joint de bride, se reporter au document "Organes d'assemblage".

Des systèmes évolués pour le mesurage, l'intégration et la régulation de débits instantanés d'oxygène sont actuellement déjà utilisés dans certaines industries sidérurgiques. Ces systèmes, traitant les informations par voie numérique, sont très précis et fiables, d'où leur développement pour dresser les bilans économiques et énergétiques et pour assurer la sécurité d'exploitation des procédés de fabrication.

Ils comprennent plus particulièrement les compteurs volumétriques à pistons rotatifs et les compteurs à simple et à double turbines. Ils n'ont pu être mis en service qu'après que les problèmes liés à la lubrification de leurs paliers, au choix de leurs matériaux, à la qualité de leurs états de surface, etc..., aient été résolus. Comme ils font appel à des techniques particulières, que leur mise en oeuvre et leur entretien sont assurés par un personnel hautement qualifié, d'après des normes d'utilisation fournies par les fabricants, le groupe de travail estime qu'il n'y a pas lieu d'approfondir ce problème dans le présent rapport.

Liste des éléments des figures 4 et 5

- 1 Tube capillaire flexible
- 2 Élément sensible (thermomètre)
- 3 Paroi de la conduite
- 4 Poche ou petit puits
- 5 Joint
- 6 Ecrou de blocage

Liste des éléments de la figure 6

- 4 Raccord de fixation sur la tuyauterie
- 5 Ecrou de blocage
- 6 Support de tête
- 7 Manchon isolant
- 8 Bague isolante
- 9 Plongeur
- 11 Joint d'étanchéité
- 12 Rondelle d'étanchéité
- 17 Tête de raccordement électrique
- 18 Protecteur de la sonde à résistance

Liste des éléments de la figure 7

- 1 Débitmètre manométrique
- 2 Bride de mesure
- 3 Embout
- 4 Petits tubes de pression différentielle
- 5 Robinets d'arrêt de la bride
- 6 Robinets d'arrêt et mise à zéro de l'instrument
- 7 Joints
- 8 Enregistrement du débit.

Liste des éléments de la figure 8

- 1 Sortie air modulé
- 2 Arrivée d'air d'alimentation

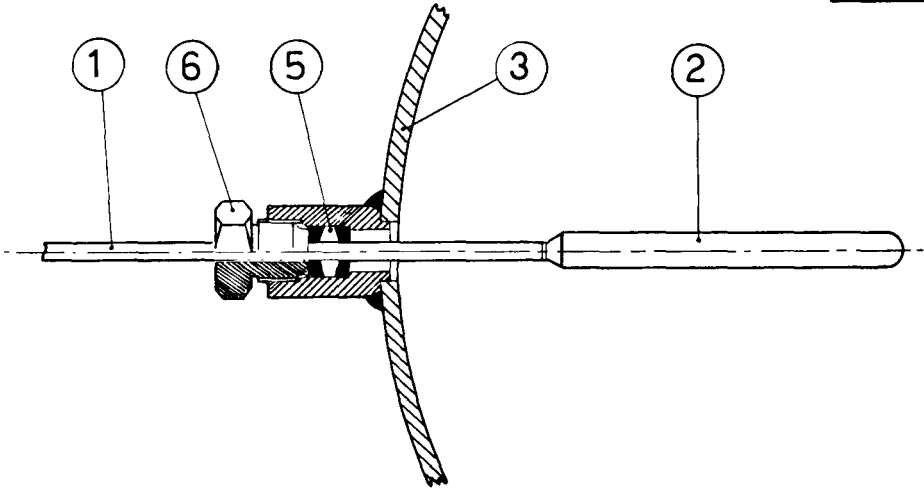


Liste des éléments de la figure 9

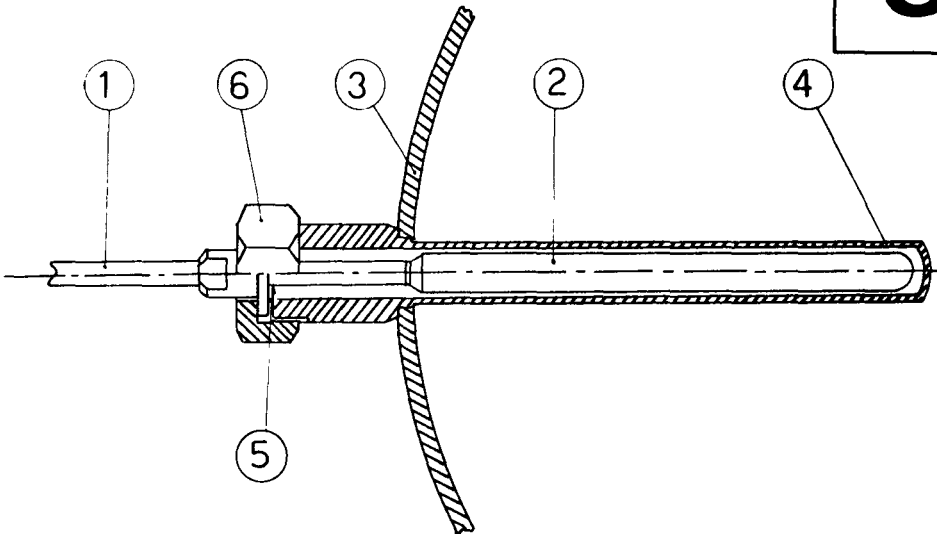
---

- 1 Système détecteur
- 2 Ressort de flexion
- 3 Réglage de l'étendue de mesure
- 4 Levier de transmission
- 5 Membrane d'étanchéité du levier
- 6 Purgeur d'air
- 7 Membrane-tampon côté basse pression
- 8 Basse pression
- 9 Joints de protection
- 10 Membrane de mesure
- 11 Huile tampon
- 12 Amortisseur interne réglable
- 13 Haute pression
- 14 Membrane-tampon côté haute pression
- 15 Purgeur d'air
- 16 Ressort de flexion
- 17 Soufflet de réaction
- 18 Sortie air modulé
- 19 Vis de réglage du "zéro"
- 20 Relais
- 21 Arrivée d'air d'alimentation
- 22 Ressort de rappel

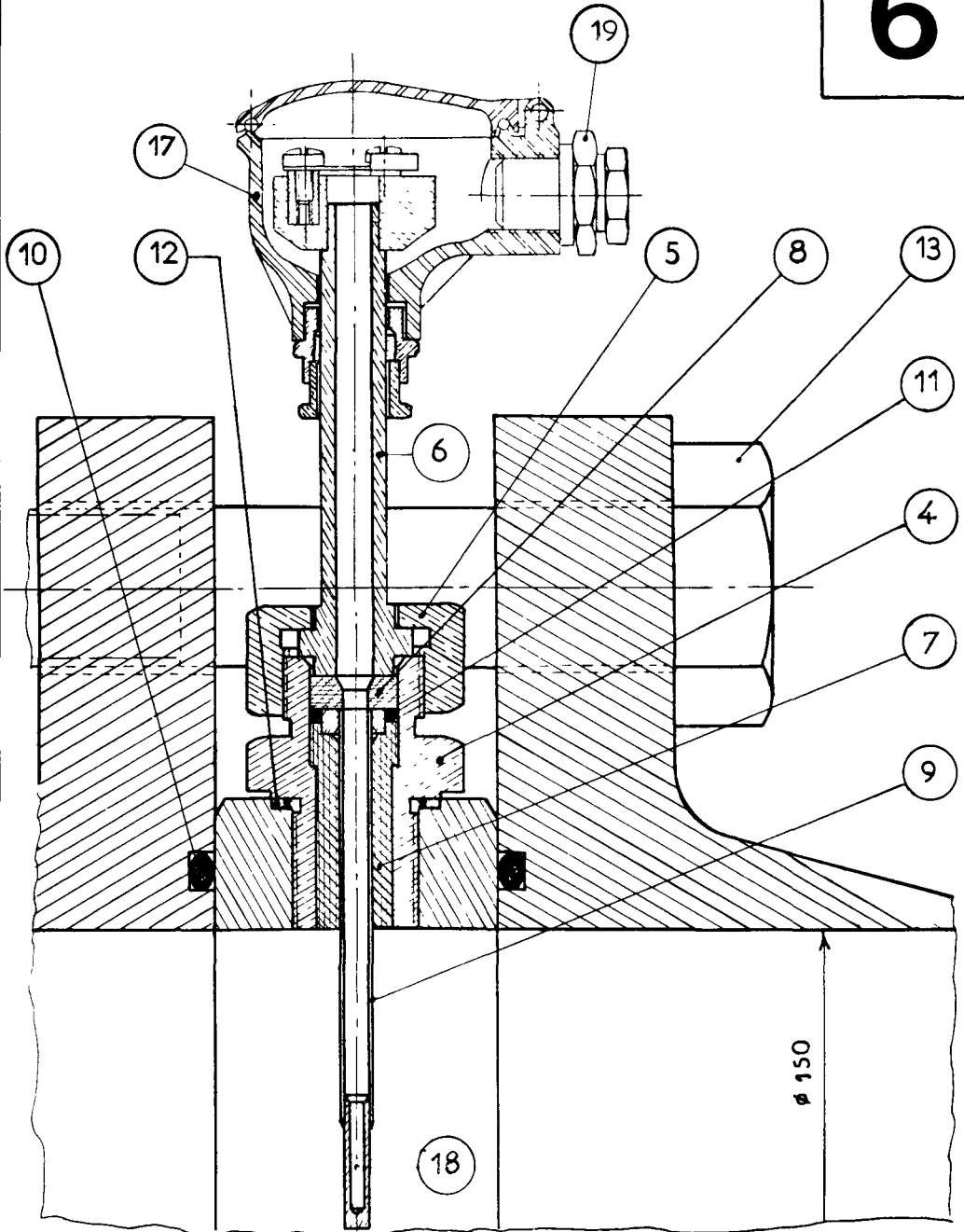
4



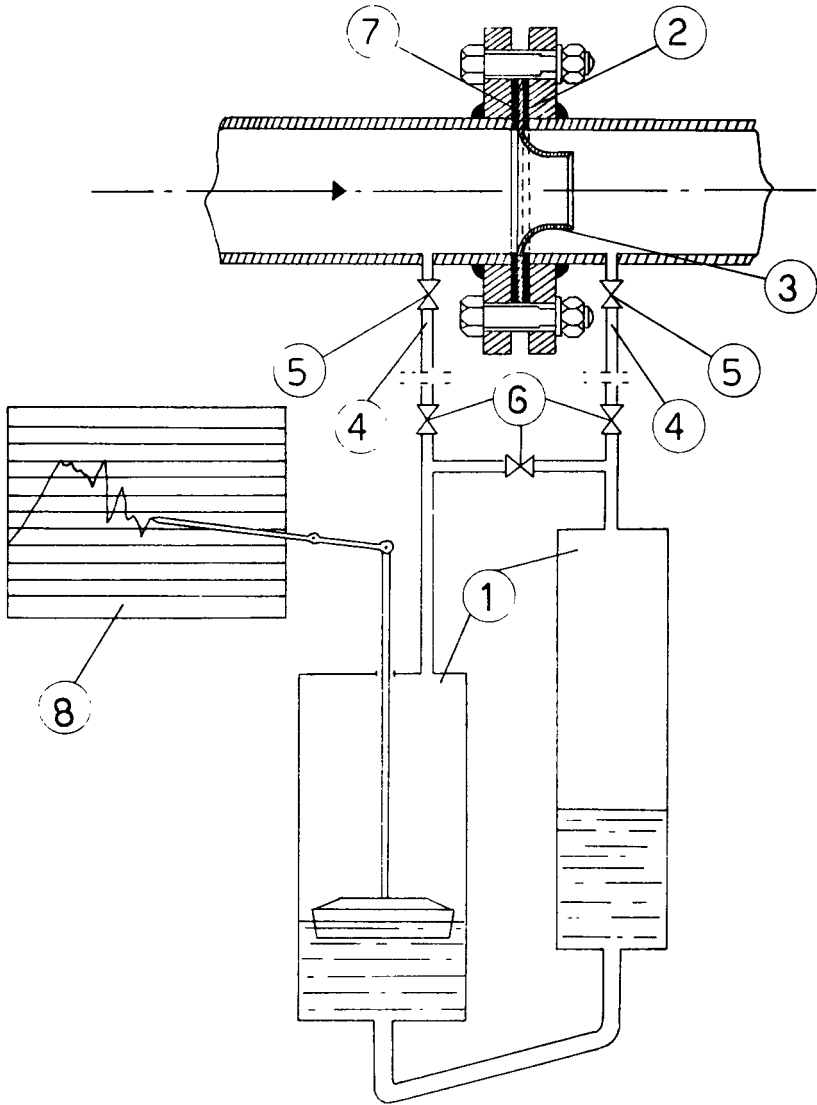
5



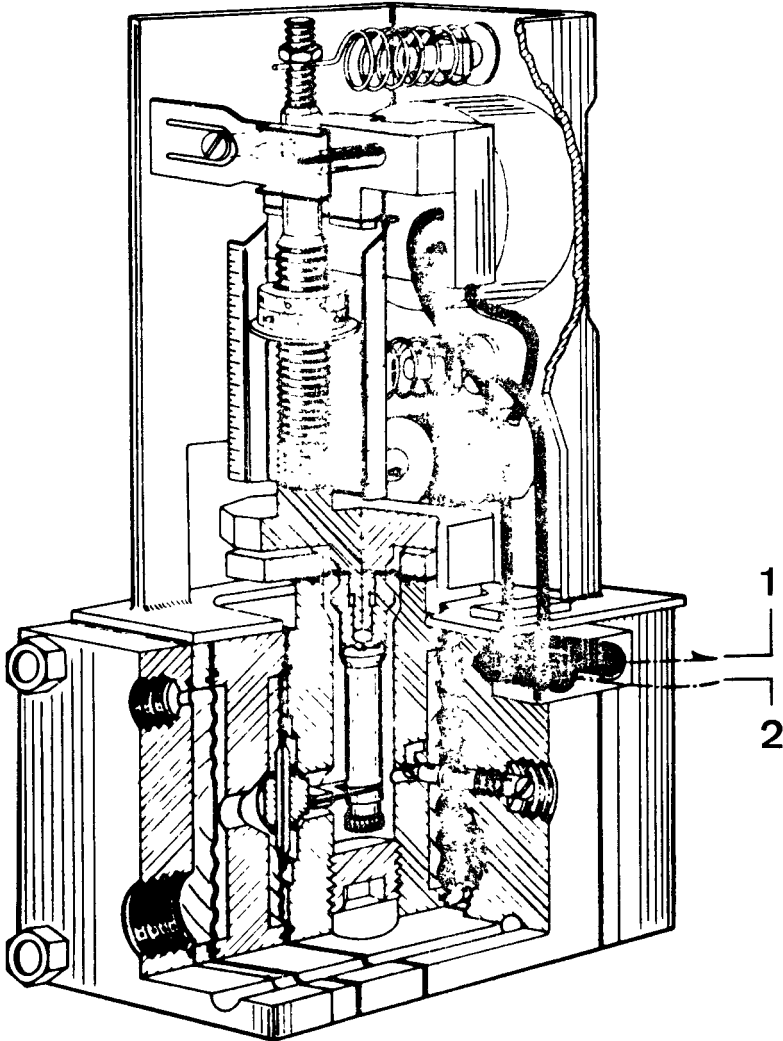
6



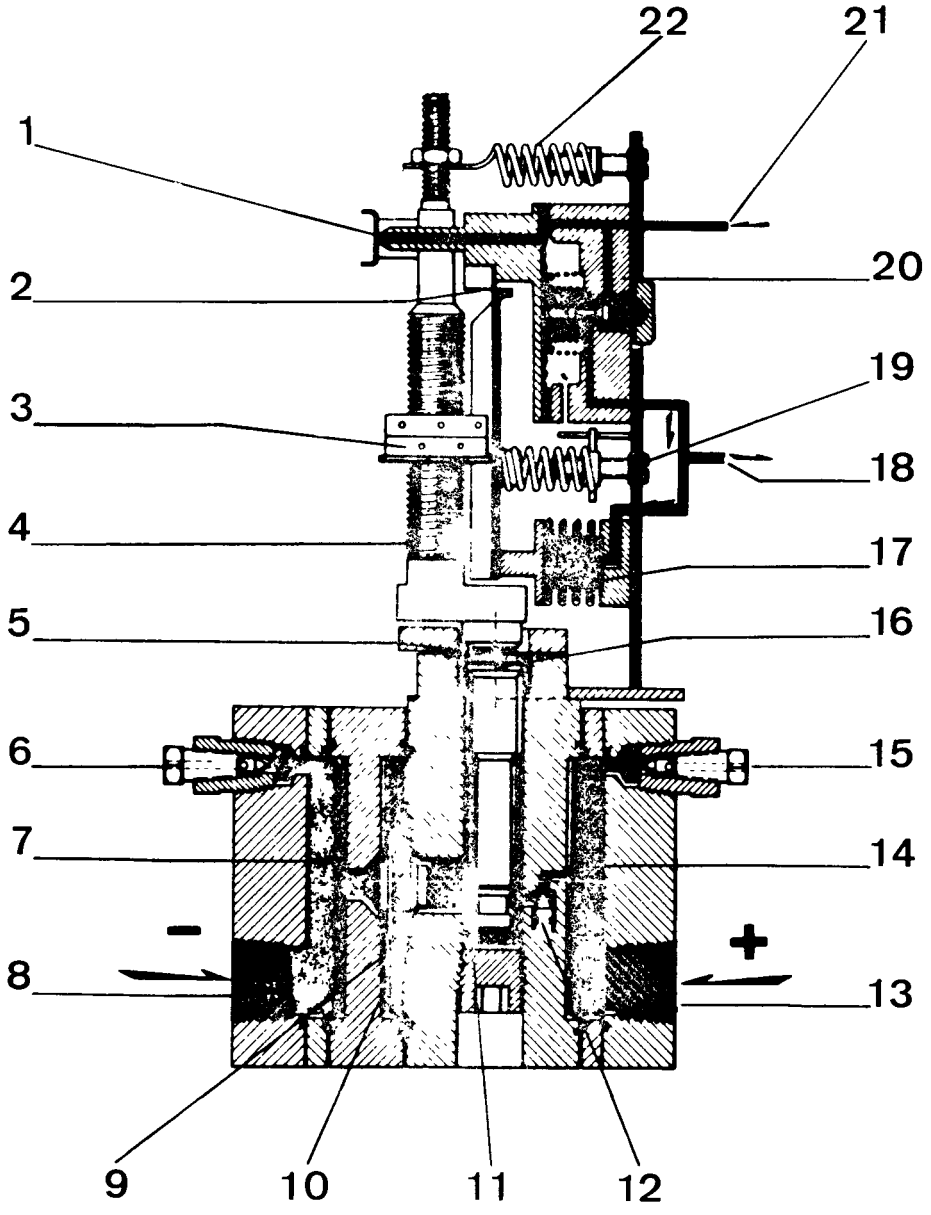
7



8



9



Coya Hgul Jyul

H7

4. LA LUBRIFICATION





Le problème de la lubrification sur les appareils à oxygène existe depuis très longtemps, bien qu'il n'ait pu commencer à recevoir des solutions satisfaisantes que ces dernières années.

Ce n'est, en effet, qu'après la seconde guerre mondiale qu'apparaissent des lubrifiants plus adéquats au contact avec l'oxygène. Parallèlement d'ailleurs, les pressions de service des appareils à oxygène s'accroissent, rendant plus sévères les qualités à exiger des lubrifiants, tandis que, d'autre part, l'apparition des matières plastiques modernes diminuent dans une certaine mesure les nécessités de lubrification car ces nouvelles matières permettent de substituer un frottement métal-matière plastique au frottement métal sur métal.

Les lubrifiants modernes ont permis de simplifier la conception des machines tournantes pour l'oxygène et en particulier, des compteurs à pistons rotatifs pour la mesure des quantités d'oxygène fournies et sa facturation.

L'intérêt de la lubrification est double : d'une part, empêcher le grippage, adoucir le frottement et par là même, rendre l'exploitation plus aisée; d'autre part, permettre l'utilisation d'appareillages les plus adéquats sur un réseau d'oxygène.

Mais il importe également que les lubrifiants ne créent pas de risques d'inflammation, ce qui fut d'ailleurs souvent le cas, certains fournisseurs offrant des produits baptisés "lubrifiant pour oxygène", alors qu'ils ne présentaient pas l'ensemble des caractéristiques adéquates.

Idéalement, ces caractéristiques sont, mises à part celles propres à adoucir les frottements et à adhérer aux surfaces métalliques, une température d'inflammation élevée et un pouvoir calorifique faible.

Le groupe de travail insiste sur la nécessité absolue pour l'utilisateur de s'assurer de la qualité des lubrifiants, particulièrement ceux constitués du mélange de plusieurs produits.

#### 4.1. LES LUBRIFIANTS

Cinq produits constituent la base des lubrifiants actuellement utilisés sur les appareils à oxygène. Ce sont : le graphite, les silicones fluorés ou non fluorés, la bisulfure de molybdène, les huiles chlorofluorées et les polyéthers perfluorés.

##### 4.1.1. Le graphite

Deux qualités de graphite sont utilisées : le graphite naturel et le graphite synthétique. Le graphite pur présente certaines caractéristiques favorables à son emploi pour l'oxygène : sa température d'inflammation est élevée, sa combustion se propage difficilement, il conserve ses propriétés lubrifiantes pour des pressions élevées de contact. Par contre, son pouvoir calorifique est assez élevé et il adhère mal aux surfaces métalliques. Lorsqu'un liant lui est incorporé, ses diverses caractéristiques peuvent varier favorablement ou défavorablement suivant la nature et la proportion de ce liant.

Les lubrifiants à base de graphite se présentent sous trois formes : le graphite en poudre, le graphite en pain et le graphite en suspension dans un liquide.

Le graphite en poudre est déposé sur les surfaces à lubrifier à l'aide d'un pinceau ou par projection. C'est la forme de graphite la plus difficile à déposer.

Le graphite en pain est frotté sur les surfaces métalliques à lubrifier et son adhérence se fait assez mal. Par ailleurs, le pain est constitué de poudre de graphite aggloméré par un liant lequel ne doit en aucun cas être un produit facilement inflammable (savon, graisse animale ou minérale, etc.).

Le graphite en suspension dans un liquide est constitué de graphite colloïdal dans une solution ammoniacale additionnée de tannins, tous deux non combustibles. L'adhérence sur les surfaces métalliques n'est pas très bonne

surtout lorsque celles-ci sont insuffisamment dégraissées.

D'une manière générale, les lubrifiants à base de graphite adhèrent très mal aux surfaces métalliques et l'on a donc tendance à le déposer en excès, lequel conduit au coincement des pièces plutôt qu'à la diminution du frottement.

#### 4.1.2. Les silicones

Les lubrifiants à base de silicone fluoré ou non fluoré existent sous deux formes : les pâtes ou graisses et les huiles.

Ils furent beaucoup employés, il y a une quinzaine d'années et l'on enregistra peu d'accidents, mais à l'époque la pression de service n'était que de l'ordre de 15 bar.

Les lubrifiants à base de silicone présentent la température d'inflammation la plus faible des lubrifiants utilisés pour l'oxygène, leur combustion est brutale et leur dégagement calorifique important.

Les produits siliconés ont l'inconvénient de créer des risques de confusion avec les lubrifiants ordinaires. Lorsqu'une graisse siliconée comporte du graphite ou du bisulfure de molybdène, son apparence est analogue à une graisse ordinaire. Les huiles siliconées se chargent de poussières en raison de leur pouvoir diélectrique et à l'usage, forment un cambouis de même apparence que celui que réalisent les huiles ordinaires.

Pour ces raisons, le groupe de travail conseille de n'utiliser les produits siliconés que dans les cas où l'on est assuré de l'inexistence de confusions possibles, c.à.d. sur des appareils inaccessibles au personnel non spécialisé.

Les avis quant à la pression maximum d'utilisation de ces produits varient à l'intérieur de la Communauté où suivant les entreprises ou les réglementations, on limite leur emploi à des pressions très variables (3, 15, 40, 60 et 100 bar). Aux Etats-Unis, on les emploie à des pressions

beaucoup plus élevées et jusqu'à 250 bar.

Dans ces conditions, le groupe de travail ne peut se prononcer quant à l'utilité d'une limite de leur pression d'utilisation.

#### 4.1.3. Bisulfure de molybdène

Les lubrifiants à base de bisulfure de molybdène se présentent sous trois formes différentes : les pâtes, les poudres et les aérosols.

Le bisulfure de molybdène chimiquement pur a l'avantage de présenter un pouvoir lubrifiant supérieur à celui du graphite pur et sa température d'inflammation est supérieure à 500°C sous une pression d'oxygène de 150 bar, mais, une fois sa combustion amorcée, le dégagement thermique est important.

Lorsque des liants, tels que ceux actuellement utilisés dans les produits commerciaux, sont incorporés au bisulfure de molybdène, ses caractéristiques sont modifiées dans un sens défavorable, la température d'inflammation diminue et le pouvoir calorifique augmente.

Les pâtes à base de bisulfure de molybdène sont à proscrire si leur support est facilement inflammable (graisse minérale, animale, végétale, glycerine).

Les poudres adhèrent mal aux surfaces métalliques et leur emploi présente donc les mêmes difficultés que celui du graphite.

Les aérosols sont dispersés par des "bombes" où le bisulfure de molybdène est en suspension dans un liquide à faible température d'ébullition.

De l'avis du groupe de travail, on peut utiliser le bisulfure de molybdène jusqu'à 64 bar, à condition que son dépôt ne soit pas excessif.

#### 4.1.4. Les huiles chlorofluorées

Elles se présentent sous trois formes : les graisses,

les cires et les huiles.

Les huiles existent commercialement en différentes viscosités; les graisses sont constituées de produits chlorofluorés ayant des points de polymérisation différents ainsi que d'un gélifiant (généralement du gel de silice) lequel n'est pas combustible.

La température d'inflammation des produits de dépolymérisation des huiles chlorofluorées est supérieure à 400°C au-delà de 100 bar. Leur pouvoir calorifique est très faible, à tel point qu'il est très difficile de se rendre compte d'une inflammation. La résistance au vieillissement des huiles chlorofluorées est, d'après des essais, très favorable. Cet ensemble de caractéristiques les rend donc particulièrement intéressantes.

Dans certains pays de la Communauté, ces huiles sont employées en quantité importante dans des appareils de mesure et des organes de sectionnement.

A la suite de certains incidents, de l'huile chlorofluorée a été entraînée dans des conduites et y a séjourné pendant 5 ans, sans provoquer aucun accident. Des essais n'ont fait apparaître aucune modification de ses caractéristiques.

La viscosité des huiles chlorofluorées diminue avec l'élévation de température. Certaines s'évaporent assez rapidement et les surfaces devenant sèches, il est nécessaire de lubrifier plus fréquemment.

On a constaté qu'en présence d'humidité, elles ont tendance à oxyder les pièces en acier au carbone et les dépôts électrolytiques de chrome. La corrosion de ces pièces est intense si des huiles chlorofluorées y sont déposées après leur dégraissage avec un solvant chloré.

Dans les graisses, on incorpore actuellement de la poudre de PTFE ou de bisulfure de molybdène.

Depuis peu également, on a mis sur le marché des bombes aérosols d'huile chlorofluorée diluée dans un solvant fluoré avec de la poudre de graphite. Le produit

déposé ainsi est noir et gras, très semblable à celui d'une graisse classique.

Les huiles chlorofluorées ont l'inconvénient de créer des risques de confusion avec les lubrifiants ordinaires, tout comme les produits siliconés. Les huiles se chargent de poussières et prennent l'aspect d'un cambouis et lorsqu'elles sont additionnées de bisulfure de molybdène ou de graphite, leur aspect est semblable à celui des graisses ordinaires. Tout comme pour les produits siliconés, leur emploi doit être réservé aux cas où les confusions sont systématiquement évitées (appareils inaccessibles au personnel non spécialisé).

#### 4.1.5. Polyéthers perfluorés

Les lubrifiants de polyéther perfluoré sont apparus récemment sur le marché. Ils présentent une certaine analogie avec les huiles chlorofluorées.

La température d'inflammation dans l'oxygène est supérieure à 500°C pour des pressions de 150 bar et au-delà. Leur pouvoir calorifique est très bas.

Ils existent sous deux formes, huiles et graisses, et en plusieurs viscosités.

Contrairement aux produits chlorofluorés, ils ne corrodent pas les aciers au carbone, ni les dépôts électrolytiques de chrome.

Les risques de confusion sont les mêmes qu'avec les produits chlorofluorés. En conséquence, les restrictions d'emploi conseillées par le groupe de travail pour ses derniers, s'appliquent également aux lubrifiants de polyéther perfluoré.

#### 4.2. COMMENTAIRES FINALS

La lubrification des organes sur les installations d'oxygène gazeux sous pression peut constituer, si elle est réalisée avec un lubrifiant inadéquat, un risque extrêmement important d'inflammation.

C'est pourquoi d'ailleurs, certains pensent qu'il convient dans la mesure du possible d'éviter que les organes nécessitent une lubrification, autrement dit, soient conçus de telle façon que celle-ci ne soit plus nécessaire, et ceci en raison des possibilités de confusion entre le lubrifiant spécialement conçu pour l'oxygène et les lubrifiants ordinaires.

Mais il n'en reste pas moins que si les organes sont lubrifiés avec des lubrifiants adéquats et par un personnel spécialisé, la lubrification n'entraîne aucun risque d'accident et de plus présente l'avantage de faciliter grandement l'exploitation. Ceci implique donc, non seulement l'obligation de disposer et de former ce personnel spécialisé et d'organiser les travaux de lubrification des organes à oxygène de manière très stricte, mais aussi pour l'entreprise, la certitude que le lubrifiant utilisé est effectivement celui choisi.

Un certain nombre de garanties sont de la sorte nécessaires.

Il faut que le fournisseur de lubrifiant garantisse à chaque fourniture la nature et la constance de qualité des produits fournis.

Par ailleurs, il convient aussi que l'entreprise soit assurée, éventuellement par une réception, que la lubrification d'organes faite avant montage, l'ait été effectivement avec le lubrifiant choisi.

Il faut encore éviter toute confusion possible entre les lubrifiants pour l'oxygène et les lubrifiants ordinaires. Il appartient à l'entreprise et au fournisseur de prendre dans ce but, toutes les mesures utiles tant en ce qui concerne le marquage des récipients que leur stockage.





Coya Hgul Hvod Gbm

HP

5. LE DEGRAISSAGE DES CONDUITES ET DE L'APPAREILLAGE



L'oxygène en contact avec des huiles et des graisses ne lui convenant pas, peut réagir avec celles-ci en une réaction exothermique, sans apport d'énergie venant de l'extérieur et provoquer des inflammations spontanées. Ce phénomène peut se produire même avec des quantités minimales d'huile ou de graisse.

C'est pourquoi les conduites et les organes doivent être traités avec un dégraissant. La méthode de dégraissage à adopter dépend le plus souvent de l'organe à dégraisser et de ses dimensions. Mais le produit de dégraissage utilisé joue un rôle considérable dans les conditions de sécurité.

#### 5.1. LES PRODUITS DE DEGRAISSAGE

##### 5.1.1. Nature

Les produits de dégraissage les plus fréquemment employés sont :

- le trichloréthylène
- le tétrachlorure de carbone
- le chlorure de méthylène
- le trichloréthane
- le trichlorotrifluoroéthane.

Des détergents sont également parfois utilisés, mais l'expérience dont on dispose à leur propos est faible.

##### 5.1.2. Causticité

Les solvants chlorés, dans certaines conditions, se décomposent partiellement et dégagent de l'acide chlorhydrique, dont l'action corrosive peut ne pas être négligeable.

Les détergents n'ont pas d'action corrosive, mais leur pouvoir dégraissant est moindre.

##### 5.1.3. Caractéristiques des dégraissants

Le tableau en annexe 1 fournit les caractéristiques

physiques et chimiques des principaux solvants utilisés.

Certains solvants cités ci-avant sont toxiques et peuvent donc entraîner des affections dont les effets varient d'un solvant à l'autre. Le groupe de travail a proposé une échelle de nocivité basée sur les meilleurs renseignements disponibles et que l'on trouvera dans les commentaires finals. Elle situe le trichloro-trifluoréthane en première position car aucune intoxication d'un homme au travail n'a été signalée jusqu'à présent. Cette échelle situe en seconde position le trichloréthane dont les vapeurs sont narcotiques et irritantes pour les muqueuses, particulièrement oculaires et respiratoires. Localement, le liquide peut provoquer des dermatoses par contact répété avec la peau. En troisième position le chlorure de méthylène dont les actions sont analogues, mais qui peut provoquer par son action sur le système nerveux central des vertiges, une tendance lypothymique, des céphalées, des vomissements, et le perchloréthylène qui provoque des conjonctivites, des dermites, des troubles gastro-intestinaux et des atteintes hépatiques.

Vient ensuite le trichloréthylène dont les effets sont encore plus marquants et enfin le tétrachlorure de carbone, le plus toxique des solvants chlorés.

Il importe de se référer à ce propos, à la littérature spécialisée. De plus, il existe dans la plupart des pays, une législation relative à l'utilisation des solvants les plus dangereux et à la réputation des maladies professionnelles qu'ils provoquent.

L'utilisation des solvants précités exige qu'on se conforme aux indications ci-après :

- Eviter le contact avec la peau et les yeux : porter des gants en néoprène ou en polyvynile et des lunettes de protection.
- Les lieux de travail où se dégagent des vapeurs de solvant doivent être ventilés en permanence, de telle sorte que la teneur en vapeur dans l'air ne dépasse en aucun

cas la valeur TLV mesurée à hauteur du nez, au poste de travail. Si cette condition ne peut être remplie, il faut que les travailleurs portent des appareils respiratoires. Lors des travaux de dégraissage dans les enceintes closes (réservoirs, gazomètres, etc.), il convient de n'utiliser que des appareils respiratoires isolants, de préférence à des masques à air pulsé.

L'usage de masque à cartouche filtrante ne peut être envisagé que pour des travaux de courte durée et lorsque les conditions d'utilisation prévues par le fournisseur sont remplies.

- Le contrôle de la teneur en vapeur de solvant dans l'air doit être effectué. Il se fait le plus facilement à l'aide d'une pompe à main et de tubes réactifs correspondant au solvant recherché. Il faut veiller particulièrement à respecter les conditions d'utilisation et les limites d'emploi des tubes.

Lors de l'utilisation d'un solvant chloré, il doit être interdit de fumer et d'effectuer des opérations comportant l'utilisation de flamme ou l'élévation de surfaces au rouge, et ce en raison de la formation dans ces conditions, de phosgène, gaz extrêmement toxique. Dans le même ordre d'idées, il ne pourra pas exister sur les lieux d'utilisation d'un solvant chloré, des sources de chaleur à température supérieure à 400°C.

- Lors de chaque opération de nettoyage, il y a lieu de fournir les consignes de sécurité applicables à l'usage du dégraissant.

Signalons encore que certains détergents peuvent provoquer des affections de la peau.

Il existe sur le marché des produits de nettoyage contenant des solvants chlorés ce que l'utilisateur ignore. Il convient donc de ne pas utiliser des produits de dégraissage dont la nature n'est pas connue.

## 5.2. METHODE DE DEGRAISSAGE

On peut distinguer différentes méthodes de dégraissage, selon la nature et la taille du matériel à dégraisser et l'importance des souillures.

### 5.2.1. Dégraissage en phase liquide

Le dégraissage en phase liquide des solvants n'est compatible avec les exigences de la sécurité que si les pièces ou systèmes à dégraisser sont d'une conception telle que le solvant puisse circuler sur toutes les surfaces. Un solvant déjà utilisé ne peut l'être à nouveau que dans la mesure où sa teneur en matière grasse ne dépasse pas une certaine valeur ou que si, en une seconde phase du dégraissage, il est fait emploi d'un solvant neuf.

#### 5.2.1.1. Immersion dans une cuve de dégraissant

Cette méthode est applicable aux accessoires de dimensions petites et moyennes. Le dégraissage n'est efficace que si l'évacuation des dépôts gras est assurée par un mouvement, soit du solvant, soit de la pièce. Ce mouvement peut être provoqué par une action mécanique ou par des ultra-sons.

#### 5.2.1.2. Aspersion d'un produit dégraissant sous haute pression

Le dissolvant est projeté sous pression sur l'appareil à nettoyer, en particulier quand il s'agit d'accessoires de grande taille. Ce mode de dégraissage nécessite la prise de mesures très strictes pour protéger la santé des travailleurs, si le dégraissant utilisé est toxique. C'est la raison pour laquelle la tendance actuelle est de mécaniser le procédé.

#### 5.2.1.3. Nettoyage par circulation

Cette méthode est adoptée fréquemment pour nettoyer

les circuits de conduite et les colonnes à oxygène :

Elle implique l'utilisation d'un bac de circulation, lequel doit être couvert le mieux possible et être installé dans un lieu largement ventilé.

5.2.1.4. Nettoyage à l'aide de chiffons ou de brosses imbibés d'un dégraissant

Cette méthode expose à un grave risque lorsque le solvant utilisé est toxique et nécessite donc des mesures préventives particulières. Il convient de la réserver pour le nettoyage de petites surfaces et d'accessoires.

5.2.2. Dégraissage en phase gazeuse

Dans une cuve spécialement conçue, le solvant est évaporé et les objets à dégraisser sont rincés à nouveau à l'aide d'un dégraissant pur se condensant.

L'inconvénient de cette méthode réside dans le fait qu'en l'absence de mouvement du dissolvant, les souillures non solubles ne sont pas emportées par le rinçage.

5.2.3. Dégraissage avec des dégraissants autres que des solvants

5.2.3.1. Dégraissage à la lessive alcaline chaude

L'objet à dégraisser est mis en contact prolongé avec une solution chaude de soude caustique et de phosphate trisodique.

Cette méthode ne peut pas être appliquée pour certains métaux tels le zinc et l'aluminium et ne permet pas la récupération du dégraissant.

5.2.3.2. Nettoyage à la vapeur d'eau

Cette méthode est bien connue. Pour obtenir un meilleur nettoyage, on peut ajouter un détergent à l'eau.

### 5.3. DECAPAGE

La projection de grenailles d'acier à l'aide d'air comprimé peut constituer une opération efficace de dégraissage. Elle nécessite toutefois un air comprimé sans particules d'huile et des grenailles exemptes d'huile.

Le sablage également peut constituer une opération de dégraissage, mais il est déconseillé en raison des graves risques de silicose auquel il expose.

Le décapage à l'acide suivi d'un phosphatage (sur des pièces de grandes dimensions) ne peut pas être considéré comme un procédé de dégraissage satisfaisant pour des installations et conduites à oxygène.

### 5.4. L'ELIMINATION DES DEGRAISSANTS

Les solvants et détergents utilisés pour dégraisser doivent être entièrement éliminés des équipements après le dégraissage.

Il convient de noter à ce propos que la réputation d'ininflammabilité des solvants chlorés est inexacte. Des expériences ont été menées dans ce but.

Dans les conditions expérimentales habituelles et en accord avec l'expérience acquise jusqu'à présent, la vapeur de tétrachlorure de carbone ne s'enflamme pas à la pression atmosphérique, ni en mélange avec l'air, ni en mélange avec l'oxygène; par contre, la vapeur de trichlorure d'éthylène mélangée à l'oxygène et à l'air est inflammable et brûle intensivement. Le mélange de vapeur de perchlorure d'éthylène et d'oxygène brûle également, mais le mélange avec l'air ne s'enflamme pas.

En ce qui concerne le risque d'explosion, il a été constaté que :

- mélangées à l'air, la vapeur de trichloréthylène explose, celle de perchloréthylène peut exploser dans des conditions expérimentales poussées, mais celle de tétrachlorure de carbone ne produit pas d'explosion.



Des explosions se produisent parfois lorsqu'on emploie le trichloréthylène (tri) pour dégraisser des pièces en aluminium. Ces explosions sont dues au fait que le tri exposé aux rayons UV ou chauffé, se décompose lentement et régulièrement avec élimination de l'hydrochlorure et se condense en chaînes plus ou moins longues. S'il y a en même temps présence d'aluminium, celui-ci forme avec l'acide chlorhydrique, du chlorure d'aluminium qui accélère fortement par catalyse la décomposition et la condensation. Ces réactions sont exothermiques et dans certains cas peuvent se développer au point de réduire totalement le contenu du bain à l'état de résine à des températures de 200 à 230°. Si la polycondensation est retardée, l'aluminium peut attirer à lui brusquement le chlorure fixé organiquement et provoquer ainsi une explosion. La présence d'aluminium finement dispersé (poussières, copeaux) est particulièrement dangereuse.

- Mélangées à l'oxygène, la vapeur de trichloréthylène et celle de perchloréthylène explosent, mais celle de tétrachlorure de carbone ne le fait que dans des conditions expérimentales poussées.
- Mélangées à l'oxygène liquide, le trichloréthylène produit des mélanges brisants; ce n'est pas le cas pour le perchloréthylène et le tétrachlorure de carbone s'ils sont purs, mais seulement s'ils contiennent des impuretés inflammables.

Les raisons de ce besoin d'éliminer les produits de dégraissage sont les suivantes:

- dans les espaces morts des conduites et appareils, il peut se déposer une quantité de liquide pouvant entraîner par endroit une concentration excessive d'huile ou de graisse,
- la quantité de dégraissant restant éventuellement dans l'installation peut perturber la production d'oxygène. Dans le cas de dégraissant aqueux, il est éliminé par

rinçage à l'eau claire et la conduite ou l'appareil est ensuite séché par un courant d'air ou d'azote.

Dans le cas de dégraissant anhydre, on procède à son élimination par un courant d'air ou d'azote.

Il y a lieu de noter que lorsqu'il est fait usage d'azote, il existe un risque non négligeable d'accident, dû au fait que l'azote évacué prend la place de l'air et de l'oxygène de celui-ci et de provoquer ainsi des asphyxies. La teneur en oxygène de l'air ne peut pas descendre en dessous de 18%.

Le dégagement de l'azote doit donc toujours se faire à l'extérieur des locaux, à bonne distance des lieux de travail. De plus, on veillera particulièrement à éviter la présence de personnel à proximité de la sortie d'azote. Eventuellement, des contrôles de la teneur en oxygène de l'air seront effectués en prenant les précautions d'usage.

Si les circuits des conduites et appareillages comportent des espaces morts ou des endroits où il y a risque d'accumulation des produits, ceux-ci devront être munis de systèmes de vidange.

Après écoulement complet du dégraissant, le résidu éventuel doit être éliminé par passage d'un courant d'air ou d'azote chaud, non huileux.

#### 5.5. CONTROLE DE LA TENEUR EN GRAISSE DU MATERIEL DEGRAISSE

Le groupe de travail estime qu'il ne peut pas être considéré qu'une pièce ou un ensemble de pièces sont suffisamment dégraissés que lorsque l'un des deux tests ci-après est satisfaisant :

- frotter sur la surface à contrôler un papier léger à forte porosité (papier de démaquillage) et il ne doit subsister sur celui-ci aucune tâche permanente résultant de la présence d'huile sur la surface,
- en lumière U.V., il ne doit apparaître aucune trace d'huile ou de graisse.

Le groupe de travail juge toutefois que le premier test est préférable.

Lorsqu'il est procédé au dégraissage de conduites ou de colonnes à oxygène par pompage, des contrôles de la teneur en matière grasse dans le solvant peuvent aider à situer le moment où le dégraissage est probablement achevé. On peut employer dans ce but, des méthodes gravimétriques ou spectrophotométriques. Elles ne peuvent toutefois pas se substituer aux deux tests cités ci-avant.

#### 5.6. PROTECTION APRES DEGRAISSAGE

Une fois dégraissées, les pièces en acier au carbone rouillent très facilement. Il est souhaitable qu'elles soient décapées et subissent une passivation sèche. Il convient que les pièces ainsi traitées soient protégées de l'humidité.

#### 5.7. COMMENTAIRES FINALS

Le présent document a tenté de dégager les mesures de prévention relatives aux risques qu'entraîne le dégraissage des conduites et des organes pour l'oxygène.

Il est certain que le but poursuivi par cette opération est avant toute chose, d'assurer un dégraissage aussi parfait que possible de ces conduites et organes.

Mais les produits de dégraissage et les modes opératoires sont relativement nombreux et l'exploitant se trouve ainsi confronté avec un problème de choix.

De l'avis du groupe de travail, celui-ci, en dehors de l'efficacité doit tenir compte des risques d'intoxication et d'inflammation. Ces risques de l'opération de dégraissage résultent, non seulement du produit choisi, mais aussi du mode de mise en oeuvre et de l'importance relative des surfaces à traiter.

De la sorte, chaque opération de dégraissage constitue en fait, un problème particulier qu'il convient de résoudre au mieux et en ce qui concerne l'objectif de la

sécurité, en prenant l'ensemble des précautions indispensables.

Mais il n'en subsiste pas moins qu'il convient dans toute la mesure du possible de faire appel aux produits et aux modes opératoires les moins dangereux.

Le groupe de travail estime que l'ordre préférentiel par rang décroissant des substances de dégraissage, à l'exception des détergents sur lesquels les informations manquent, est le suivant :

- Vis-à-vis de la toxicité :
  - Trichlorotrifluoroéthane,
  - Trichloréthane,
  - Chlorure de méthylène,
  - Perchloréthylène,
  - Trichloréthylène,
  - Tétrachlorure de carbone.
  
- Vis-à-vis de l'inflammation :
  - Trichlorotrifluoroéthane,
  - Tétrachlorure de carbone,
  - Trichloréthane,
  - Chlorure de méthylène,
  - Perchloréthylène,
  - Trichloréthylène.
  
- Vis-à-vis du pouvoir dégraissant :
  - Tétrachlorure de carbone
  - Trichloréthylène,
  - Perchloréthylène,
  - Trichloréthane,
  - Chlorure de méthylène,
  - Trichlorotrifluoroéthane.

Le groupe de travail estime que chaque fois que la chose est possible, il convient d'accorder la préférence au trichlorotrifluoroéthane. Si toutefois son pouvoir dégraissant était insuffisant, il conviendrait d'accorder la préférence au trichloréthane et ensuite au perchloréthylène.

	Trichloré- thylène	Perchloré- thylène	Tétrachlorure de carbone	Chlorure de méthylène	Trichloré- thane	Trichloro- trifluoréthane
Densité	1.46	1.62	1.60	1.33	1.35	1.57
Point de congélation °C	- 73	- 23	- 23	- 97	- 38	- 35
Point d'ébullition °C	87	121	77	40	75	48
Point d'inflammation °C • dans l'air	420		inflammable	615	457	
• dans l'oxygène °C	396	410	inflammable	606	417	
Tension de vapeur à 20°C mm Hg.	60	14	84	350	100	260
Seuil d'odeur ppm.	100		70	600	100	100
Valeur TLV (1) en ppm.	100	100	10	500	350	1000
Valeur TLV (1) en mg/m <sup>3</sup>	520	670	65	1750	1900	7600
Limites d'explosivité • dans l'air %	10,5 à 41	inflammable	inflammable	15,9 à 19,1	6,3 à 13	
• dans l'oxygène %	7,5 à 91	10 à ?	inflammable	11,7 à 68	5,5 à 57	

(1) Voir page suivante

ANNEXE 1

(1) Valeur TLV = concentration maximum admissible.

Les valeurs TLV adoptées par la Conférence des hygiénistes industriels gouvernementaux des Etats-Unis doivent être interprétées comme suit :

- Il s'agit de valeurs expérimentales, déduites, tant de la pratique industrielle, que de l'expérimentation animale et autant que possible, des deux;
- elles ne sont valables que pour un seul contaminant à la fois;
- les critères de détermination ne sont pas les mêmes d'une substance à l'autre et ne possèdent pas, de ce fait, de "dénominateur commun". Pour certaines substances, le seuil sera établi sur des considérations subjectives, telles que le confort ou l'inconfort de l'ambiance de travail. Pour d'autres, sur l'observation caractérisée de troubles à court terme ou à long terme;
- il en résulte que ces valeurs n'ayant pas toutes la même signification ne peuvent déterminer une soi-disant frontière entre les ambiances dangereuses et celles qui ne le sont pas;
- moins encore, elles ne prétendent constituer une échelle de toxicités relatives comparées;
- ce tableau définit, en revanche, les conditions sous lesquelles on peut estimer que la presque totalité des ouvriers peut être exposée, jour après jour, sans effet défavorable.

Annexe  
Anlage  
Allegato 2  
Bijlage  
Appendix

Membres du groupe de travail "Sécurité - Conduite à oxygène"

Mitglieder der Arbeitsgruppe "Arbeitssicherheit - Sauerstoffleitungen"

Membri del gruppo di lavoro "Sicurezza - Condotte di ossigeno"

Leden van de werkgroep "Veiligheid - Zuurstofleidingen"

Working party "Oxygen pipes"

D E U T S C H L A N D

Herrn DREISSIG

Ingenieur - August Thyssen Hütte AG  
Duisburg - Hamborn

Herrn dipl.Ing.  
GOELLER

Berufsgenossenschaft der  
Chemischen Industrie  
Nürnberg

Dr. ERENZ

Hütten und Walzwerks  
Berufsgenossenschaft  
Essen

B E L G I Q U E

.....

F R A N C E

H. HERMANN

Ingénieur au Service Thermique de la  
Société Mosellane de Sidérurgie  
Knutange

P. ARRAGON

Ingénieur à la Direction Technique  
Air Liquide  
Paris

I T A L I A

Ing. L. IVALDI

Capo Fabbrica Ossigeno  
Soc. ITALSIDER  
Genova - Cornigliano

Sig. F. FATICA

Capo Ufficio alla Centrale di  
Produzione Ossigeno  
Soc. AFL FALCK  
Stabilimento Unione  
Sesto S. Giovanni

L U X E M B O U R G

H. KIRSCH

Ingénieur  
Service électromécanique  
ARBED  
Differdange

N E D E R L ` A N D

H.J. KOOL

Chef Centraal Onderhoud  
Koninklijke Nederlandsche  
Hoogovens en Staalfabrieken N.V.  
IJmuiden

L.T.W. PICHEL

Bedrijfsleider van de Zuurstoffabrieken  
Koninklijke Nederlandsche  
Hoogovens en Staalfabrieken N.V.  
IJmuiden