

## II.1 Généralité

Le système de commande fournit le fluide hydraulique sous pression pour opérer les différents obturateurs de surface et les vannes annexes. La pression de fonctionnement du système habituellement utilisée est de 3000 psi. Un poste de commande à distance permet de réaliser toutes les fonctions sera installé sur le plancher de forage. Un ou plusieurs autres postes permettent de réaliser un nombre réduit de fonctions et qui peuvent être installés sur le chantier. [5]

## II.2 Module d'accumulateur

La fonction principale du module accumulateur est de fournir l'approvisionnement en fluide atmosphérique pour les pompes et de stocker le fluide opérationnel à haute pression pour le contrôle de la cheminée du BOP. Il comprend : les accumulateurs, un réservoir, les tuyauteries d'accumulateur et un châssis principal pour le montage des pompes pneumatiques, de la pompe à moteur électrique, du collecteur de contrôle hydraulique et du module d'interface pour le contrôle à distance des fonctions du BOP. [5]



**Figure II.1** : Module Accumulateur

II.2.1 Description d'une unité standard

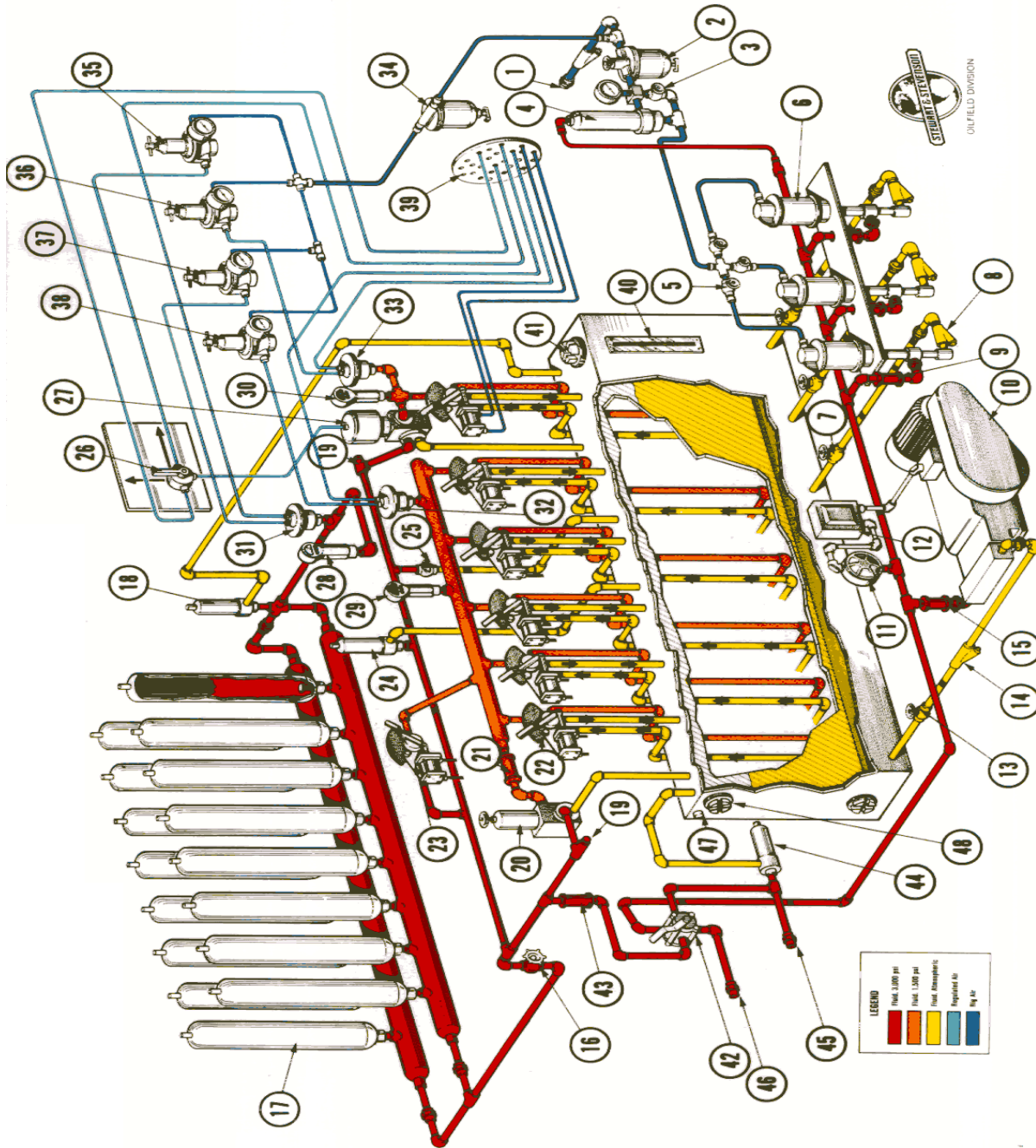


Figure II.2 : Schéma du module accumulateur KOOMEY

La figure **II.2** représente une unité standard avec ses différents composants.

1. Arrivée d'air (pression de l'ordre de 120 psi).
2. Huiler
3. Vanne qui permet de passer la vanne d'admission automatique d'air n°4. En position ouverte, elle permet d'alimenter en continu les pompes à air. Elle doit être normalement en position fermée.
4. Vanne d'admission hydropneumatique automatique. Elle permet de régler la pression de démarrage et l'arrêt des pompes à air.
5. Vannes manuelles d'isolement des pompes pneumatiques. Normalement, elles doivent être en position ouverte.
6. Pompes hydropneumatique.
7. Vannes manuelles d'isolement de l'aspiration des pompes à air. Normalement, elles doivent être en Position ouvertes.
8. Filtre à huile équipée d'une crépine sur la ligne d'aspiration.
9. Clapet anti-retour.
10. Pompe triplex entraîné par moteur électrique.
11. Manocontact : permet de régler les pressions de démarrage et d'arrêt de la pompe électrique. Il est réglé de telle façon que le moteur électrique démarre lorsque la pression dans l'unité chute sous un certain seuil (en général, 2700 psi) et s'arrête lorsque la pression atteint un certain seuil (3000 psi).
12. Coffret de démarrage contenant un commutateur à 3 positions (OFF, ON, AUTO). L'interrupteur doit être normalement sur la position **AUTO**.
13. Vanne manuelle d'isolement de l'aspiration de la pompe électrique. Normalement, elle doit être en position ouverte.
14. Filtre à huile équipée d'une crépine sur la ligne d'aspiration.
15. Clapet anti-retour.
16. Vanne manuelle d'isolement des bouteilles. En fonctionnement normal, cette vanne doit être ouverte.
17. Accumulateur. Le pré charge en azote doit être de 1000 psi  $\pm$  10 %.
18. Soupape de sécurité, tarée entre 3300 et 3500 psi. Le retour est connecté au réservoir.
19. Filtre à huile sur le circuit haute pression.
20. Régulateur de pression : Il réduit la p !pression de 3000 psi à 1500 psi pour le circuit "manifold". Son réglage se fait manuellement.

21. Clapet anti-retour.
  22. Distributeurs 4 voies - 3 positions. Ces distributeurs, équipés de vérins pneumatiques, peuvent être pilotés à distance.
  23. Vanne : permet de passer la régulation 3000 - 1500 psi et d'envoyer directement dans le manifold le fluide hydraulique à la pression des accumulateurs (3000 psi). Cette vanne doit être normalement en position fermée. Elle peut être commandée à distance.
  24. Soupape de sécurité avec retour au réservoir de stockage du fluide hydraulique. Elle est réglée vers 5 500 psi.
  25. Vanne de purge de la partie HP. Elle est normalement en position fermée.
  26. Sélecteur à 2 positions : Il permet de sélectionner le point de commande du régulateur de pression du BOP annulaire n° 27. Lorsqu'il est sur **Remote**, 27 peut être réglé à partir du panel de commande à distance. Lorsque le sélecteur est sur **Local**, 27 ne peut pas être réglé à distance.
  27. Régulateur de pression annulaire : Il permet de régler la pression du fluide hydraulique envoyé vers le BOP annulaire afin d'ajuster la pression de fermeture de celui-ci. Ce régulateur est piloté pneumatiquement et peut être ajusté à distance.
  28. Manomètre de pression de la partie "accumulateur".
  29. Manomètre de pression de la partie "manifold".
  30. Manomètre de pression de la partie "annulaire".
  - 31 - 32 - 33. Transmetteurs pneumatiques de pression de l'accumulateur, du manifold et de l'annulaire vers le ou les panneaux de commande à distance.
  34. Filtre à air.
  35. Régulateur permettant de régler la pression d'air envoyée vers le régulateur 27.
  - 36 - 37 - 38. Régulateurs à air pour les transmetteurs pneumatiques de l'annulaire, de l'accumulateur et du manifold.
  39. Platine de connexion du faisceau de télécommande pneumatique.
  40. Indicateur de niveau de fluide hydraulique dans le réservoir.
  41. Bouchon de remplissage et de mise à l'air du réservoir.
  42. Vannes 4 voies - 3 positions.
  43. Clapet anti-retour.
  44. Soupape de sécurité sur la ligne auxiliaire avec retour au réservoir de stockage du fluide hydraulique.
  45. Ligne auxiliaire qui peut être utilisée pour le skidding.
-

46. Ligne auxiliaire qui peut être utilisée pour tester des équipements en pression.

47. Retour vers le réservoir lors de l'utilisation d'une ligne auxiliaire.

48. Bouchon d'inspection du réservoir de stockage de fluide hydraulique.

## II.2.2 Accumulateur d'énergie hydraulique

L'accumulateur est un ensemble d'enceintes sous pression pour le stockage du fluide à haute pression. Ils sont disponibles dans différentes tailles, des types, des capacités et des pressions nominales variés. L'accumulateur à vessie cylindrique est le choix le plus courant de l'industrie pétrolière aujourd'hui et peut être déposée par le haut alors qu'elle est toujours montée sur le module accumulateur. Ils peuvent être réparés sur le terrain. Des accumulateurs à chargement par le bas doivent être déposés du module accumulateur pour les travaux d'entretien ou réparation. [5]

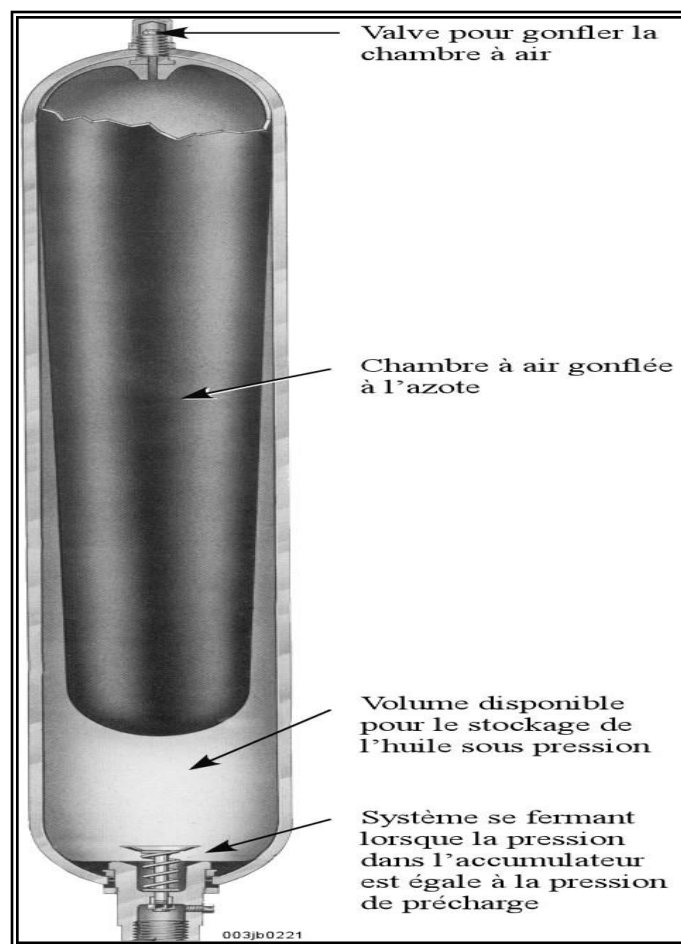


Figure II.3 : Schéma d'une bouteille de l'accumulateur

### **II.2.3 Réservoir**

Un réservoir rectangulaire est fourni pour le stockage du fluide atmosphérique d’approvisionnement pour les pompes à haute pression. Il contient des baffles, des orifices de remplissage et de purge, une jauge visuelle de niveau du fluide, des orifices d’inspection/remplissage et un trou pour permettre le nettoyage.

### **II.2.4 Tuyauteries de l’accumulateur**

Les tuyauteries relient les conduites de décharge à haute pression des pompes à l’accumulateur et au collecteur de contrôle hydraulique.

Elles se composent de tubes de 1" ou 1 ½" et d’une soupape de décharge de 3 300 PSI pour protéger les accumulateurs contre des pressions excessives. Les accumulateurs de type cylindrique sont montés sur des collecteurs usinés pour minimiser les étranglements et les fuites le long des conduites. Quatre (4) collecteurs sont fournis, possédant chacun des vannes d’isolement et de purge.

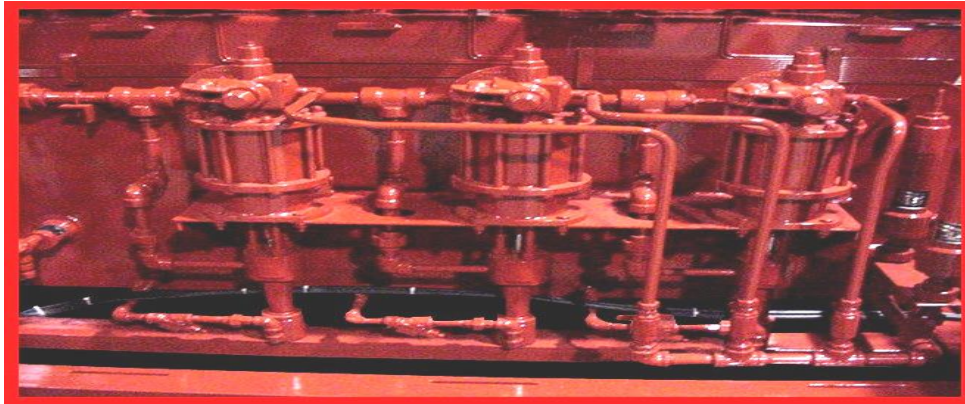
### **II.2.5 Châssis principal**

Le châssis principal est un assemblage structurel en acier soudé qui fournit la base sur laquelle sont montés tous les composants qui forment le module accumulateur (c’est-à-dire les accumulateurs, le réservoir, les ensembles de pompage, le collecteur de contrôle hydraulique).

### **II.2.6 Module de pompage pneumatique**

Le module de pompage pneumatique consiste en une ou plusieurs pompes hydrauliques à commande pneumatique reliée aux tuyauteries d’accumulateur pour fournir une source de fluide de travail à de hautes pressions pour le sustenter de contrôle de BOP. La ou les pompes sont disponibles dans des tailles et des rapports variés.

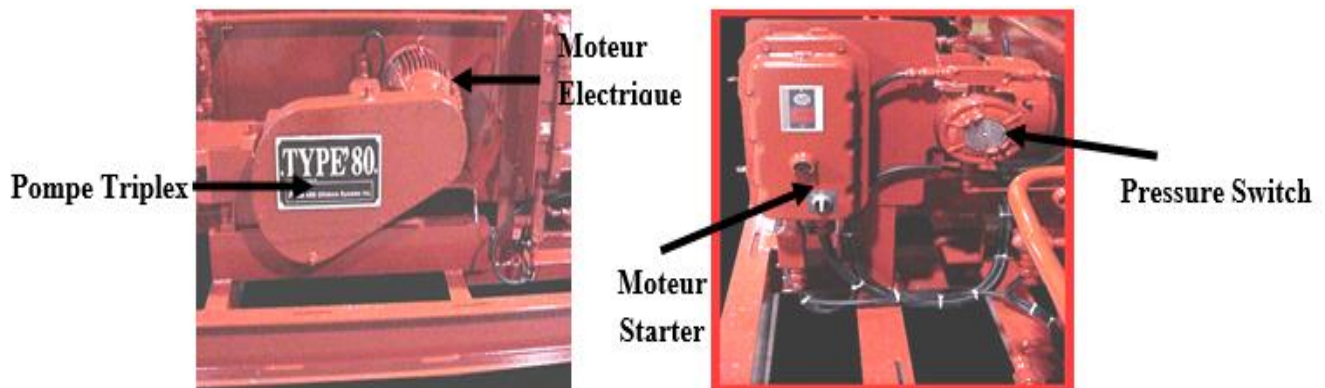
Un module de pompage pneumatique type se compose de deux (2) pompes hydrauliques à commande pneumatique de rapport avec moteur pneumatique de 8 ½" de diamètre. [5]



**Figure II.4 :** Module de Pompage pneumatique

### II.2.7 Module de pompage électrique

Le module de pompage électrique consiste en une pompe alternative triplex à piston, entraînée par un moteur électrique antidéflagrant. Elle est reliée aux tuyauteries d'accumulateur pour fournir une source de fluide de travail à haute pression pour le système de contrôle de BOP. Une pompe alternative triplex comporte des cylindres de 1-1/2" et des pistons de 1-1/8". L'entraînement est assuré par un moteur électrique triphasé antidéflagrant de 15 CV avec une tension alternative de fonctionnement de 230/460V.[5]



**Figure II.5 :** Module de Pompage Electrique

### II.2.8 Collecteur de contrôle hydraulique

Un collecteur de contrôle hydraulique se compose de deux (2) détendeurs hydrauliques et de sept (7) vannes de contrôle directionnelles qui dirigent l'écoulement du fluide de travail à haute pression pour permettre à l'opérateur de contrôler les fonctions de la cheminée du BOP les deux (2) détendeurs fournis sont utilisés pour contrôler l'obturateur annulaire et les fonctions de la cheminée du BOP. Ces détendeurs réduisent la pression d'accumulateur de 3000 Psi à une pression qui est compatible avec les limitations de fonctionnement des obturateurs. Les vannes de contrôle directionnelles sont d'une taille de 1". La vanne de contrôle directionnelle annulaire pourrait avoir une taille de 1" ou 1 ½". Le collecteur comporte également trois (3) manomètres pour surveiller les pressions de fonctionnement du système de contrôle, une vanne de purge et une vanne de contournement /commande manuelle interne du détendeur du collecteur pour permettre à l'opérateur de contourner le détendeur du collecteur et d'atteindre la pleine valeur de la pression système pour un fonctionnement en fermeture totale.[5]



**Figure II.6 :** Collecteurs de contrôle hydraulique

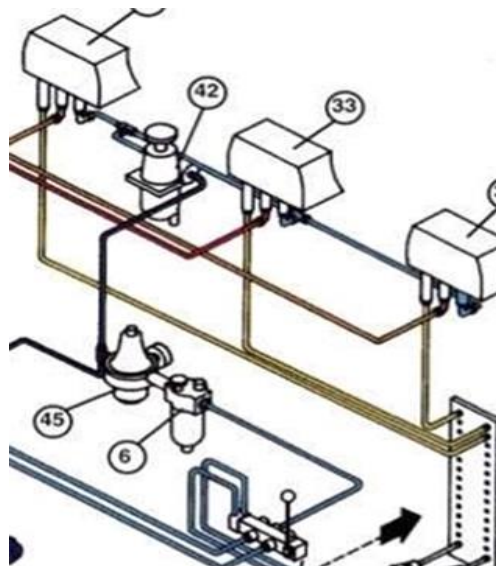


## II.2.9 Module d'interface

Un module d'interface est requis lorsqu'un ou plusieurs panneaux de télécommande pneumatique sont inclus dans le système de contrôle de BOP.

La télécommande pneumatique n'est pas conseillée lorsque la distance au(x) panneau(x) de télécommande pneumatique dépasse 45 m (150 ft) pour les installations offshore ou lorsque le système doit répondre aux normes API RP 16E. Un module d'interface contient les composants qui doivent être ajoutés à l'ensemble accumulateur pour un fonctionnement avec télécommande pneumatique, c'est-à-dire : des vérins pneumatiques, la moitié fixe du boîtier de branchement pneumatique et tous les tubes et raccords en acier inoxydable requis. Pour des panneaux comportant une régulation à distance et des dispositifs de suivi de la pression, un actionneur à moteur pneumatique pour le détendeur annulaire et un ensemble de transmission de la pression sont inclus.

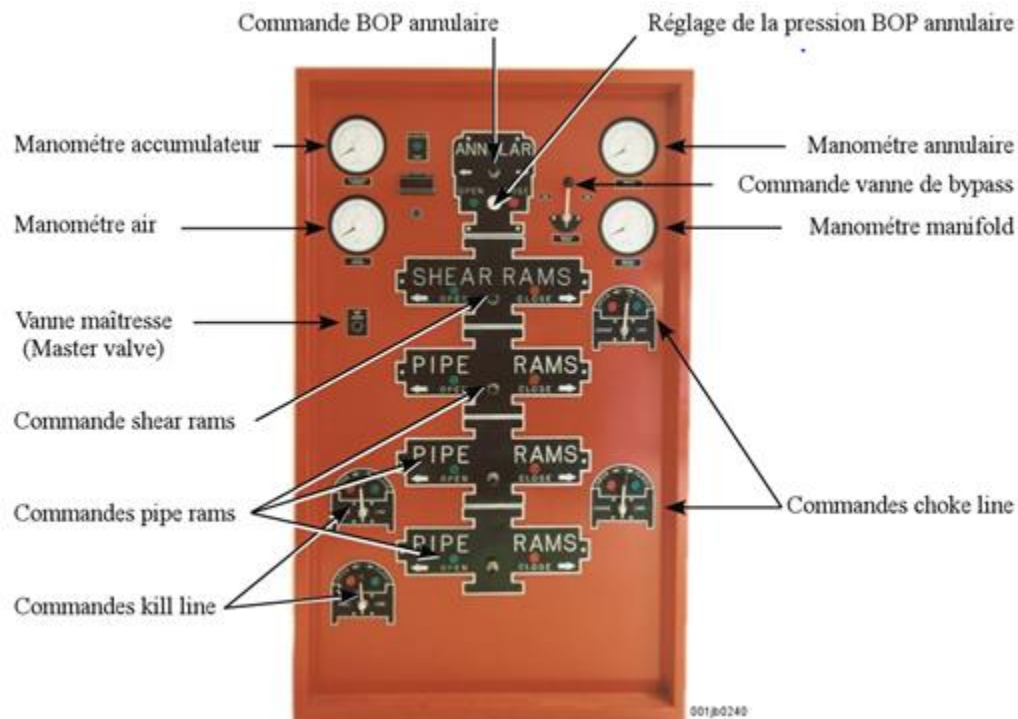
Lorsque deux (2) panneaux de contrôle sont inclus dans un système de contrôle de BOP, le module d'interface comprend également une moitié fixe supplémentaire de boîtier de branchement pneumatique et des vannes va-et-vient pneumatiques.



**Figure II.7 :** Module d'interface

### II.2.10 Panneau de Commande pneumatique

Le ou les panneaux de télécommande pneumatique offre un contrôle partiel ou total du système BOP, en plus des fonctions de suivi de la pression, l'option de télécommande permet à l'opérateur de placer le module accumulateur dans un endroit sûr de façon à ce qu'il puisse rester opérationnel dans une situation d'urgence. Le ou les panneaux de télécommande pneumatique peut être ajouté à un système de contrôle, accroissant ainsi la sécurité des opérations de forage pour un coût minime. Il peut être fourni dans des tailles, des styles et des configurations variés pour répondre à des exigences spécifiques en matière d'espace et de fonctionnement. Les panneaux de télécommande pneumatique contiennent une vanne principale de contrôle qui doit être actionnée simultanément avec une fonction sélectionnée pour lancer le fonctionnement. Chaque panneau de télécommande pneumatique contient un nombre spécifié de vannes à contrôle pneumatique à axe élastique à quatre voies. Une source d'approvisionnement en air fournie par le client et un ou plusieurs modules d'interconnexion seront également requis. [5]



**Figure II.8 :** Panneau de commande du foreur

## II.3 Commandes hydrauliques des opérateurs

### II.3.1 Principes généraux

Tous les BOP et les principales vannes de tête de puits sont à commande hydraulique et fonctionnent suivant des vérins hydrauliques double effet; chaque fonction nécessite une conduite de l'ouverture et une deuxième sur la fermeture.

Une réserve de fluide sous pression, disponible chaque instant pour assurer la fermeture ou l'ouverture des obturateurs.

Il faut tenir compte (pour un empilage de tête de puits) :

- Du volume de fluide nécessaire pour réaliser un certain nombre de fonctions en cas d'urgence, cette séquence est imposée par le maître d'œuvre ;
- De la pression à exercer pour obtenir une bonne étanchéité ;
- Du temps nécessaire pour fermer tous les obturateurs.

L'installation comprend :

- Plusieurs accumulateurs pneumatiques;
- Un ensemble de pompes hydrauliques ;
- Un manifold de commande décrite. Un ou plusieurs manifolds de commande à distance.

### II.3.2 Principe de fonctionnement d'une unité

Pour simplifier l'étude du fonctionnement de l'unité, elle sera découpée en 5 sous-ensembles principaux :

- Appareillage air;
- Appareillage électrique;
- Manifold mâchoires vannes;
- Manifold annulaire;
- Partier accumulation.

### II.3.2.1 Appareillage à air

L'air de la sonde passe à travers un filtre puis un lubrificateur (2).

Normalement, la vanne by pass (3) est fermée et l'air, passant par la vanne d'admission hydraulique (4), arrive à chaque pompe hydraulique (6).

La vanne d'admission d'air (4), réglable manuellement, s'ouvre lorsque la pression hydraulique chute à 2700 psi (en général) et se ferme à 3000 psi.

Si l'on désire gonfler les accumulateurs à plus de 3000 psi il suffit d'ouvrir la vanne by pass (3) sans oublier de la refermer lorsque la pression voulu est atteinte.

Si une pompe à air (6) est défaillante, on peut l'isoler par la vanne (5) ce qui permet de réparer sans arrêter l'unité.

Le fluide hydraulique stocké à pression atmosphérique dans le bac est aspiré par les pompes à air et traverse une conduite équipée d'une vanne (7) et d'un filtre (8) puis refoulées 3000 psi vers les bouteilles d'accumulateur.

Un clapet anti retour (9) équipe la ligne de refoulement 3000 psi.

### II.3.2.2 Appareillages électriques

La pompe (10) a la même utilisation que la pompe hydro-pneumatique vue précédemment. Les conduites de fluide sont équipées normalement sur la ligne d'aspiration, d'une vanne (13) d'un filtre (14) et sur la ligne de refoulement à 3000 psi d'un clapet anti-retour (15).

La baisse de pression est enregistrée par le manoccontact (11) qui actionne un contacteur électrique (12). Normalement ce contacteur doit être sur la position auto. La position manuelle sera choisie si l'on veut dépasser la pression de 3000 psi.

### II.3.2.3 Ensemble d'accumulation

Le système d'accumulation est protégé par le clapet de sécurité (18), taré à 3300 psi ou 3500 psi. Les vannes d'isolement (16) doivent être ouvertes sauf lors des déménagements.

Le fluide à 3000 psi arrive dans 2 régulateurs de pression ;

- Le régulateur (27) pour le manifold de l'obturateur annulaire ;
- Le régulateur (20) pour le manifold des autres obturateurs et les vannes de commandes à distance ;

- La vanne by pass (23) qui permet d'éviter le régulateur (20) et d'envoyer directement la pression des bouteilles dans le manifold ;
- Le manomètre (28) indique en permanence la pression dans les bouteilles

De plus, le circuit possède :

- un clapet de sécurité taré à 5500 psi (24), qui protège le système si la vanne 16 est fermée,
- une vanne de purge (25), vers le bac réservoir.

#### II.3.2.4 Manifolds

##### ✓ **Manifold mâchoires vannes**

Le fluide sous pression de 3000 psi arrive dans le régulateur de pression (20) d'où il ressort à 1500 psi. le manifold, possède :

1. Un manomètre (29), où l'on doit lire 1500 psi ;
2. Un sélecteur (26) pour opérer les fonctions, soit de l'unité, soit du plancher ;
3. Une vanne by pass (23) pour appliquer en cas d'urgence directement 3000 psi dans le manifold ;
4. Différentes vannes 4 voies (22) connectées chacune aux BOP.

##### ✓ **Manifold obturateur annulaire**

Système très semblable à l'autre manifold où le fluide sous pression 3000 psi arrive dans un régulateur de pression (27) qui permet de régler de 0 à 3000 psi suivant les opérations (forage - venue - stripping - etc.).

La commande du régulateur alliée au sélecteur (26) permet de régler la pression annulaire, soit de l'unité, soit du panel du driller au plancher.

Certains régulateurs sont « fail safe » c'est-à-dire qu'ils conservent leur réglage en cas de rupture de la télécommande.

Sur le côté de l'unité, il existe 3 transmetteurs de pression qui transforment la pression hydraulique en pression pneumatique pouvant être lues à différents endroits du chantier.

**II.4 Contrôles de l'unité d'Accumulateur**

Ils sont au nombre de 7 et l'ensemble des opérations (temps, volume, etc....) doivent être notés sur une feuille de contrôle spéciale.

1. Contrôle du temps de mise en charge des bouteilles.
2. Contrôle de la pression de démarrage et d'arrêt des pompes.
3. Contrôle du niveau d'huile du réservoir.
4. Contrôle du pré charge des bouteilles.
5. Contrôle du temps de fermeture du puits avec chaque système de pompages (Bouteilles isolées).
6. Contrôle de la capacité de fermeture des obturateurs avec les bouteilles seulement.
7. Contrôle du temps de fermetures