

## SPECIFICATION D'ENSEMBLE

- Coque résistante
- Coque Extérieure et charpente
- Installations de propulsion
- Installations relatives à la pesée
- Installations électriques
- Aménagements intérieurs - Habitabilité

## -Installations fluides

- Équipements de navigation et de contrôle
- Installations relatives à la plongée
- Calculs - Maquettes - Essais



Les Compagnons  
du SAGA

## 07. - INSTALLATIONS RELATIVES AUX FLUIDES

07.00 GENERALITES SUR LE STOCKAGE DES GAZ

07.01 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DES GAZ POUR LA SATURATION  
ET LA PLONGEE

07.02 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'AIR COMPRIME

07.03 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'OXYGENE

07.04 SPECIFICATION DE L'INSTALLATION HYDRAULIQUE

07.05 SERVICE DES EAUX

## S O M M A I R E

	<u>Page</u>
<b>07.00 GENERALITES SUR LE STOCKAGE DES GAZ</b>	
1. GAZ STOCKES.....	1
2. EMPLACEMENT DES STOCKAGES.....	4
3. MODES DE STOCKAGE.....	6
3.1 Généralités.....	6
3.2 Bouteilles haute pression.....	6
4. DETENTE DES GAZ HP.....	8
<b>07.01 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DES GAZ DE PLONGEE</b>	
1. GENERALITES.....	9
1.1 Introduction.....	9
1.2 Types de gaz stockés.....	9
1.3 Principe de l'organisation des stockages.....	11
1.4 Stockages de sécurité.....	12
2. INSTALLATION DE STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'OXYGENE...	14
2.1 Le chargement.....	14
2.2 Le stockage.....	14
2.3 La pré-détente.....	14
2.4 Le réseau de distribution.....	14
3. INSTALLATIONS DE STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'HELIOX ET L'HELIOX.....	15
3.1 Le chargement.....	15
3.2 Le stockage.....	15
3.3 La pré-détente.....	16
3.4 Le mélangeur.....	17

3.5	La distribution.....	17
3.6	Les tableaux de contrôle.....	17
3.7	Les systèmes de respiration au masque.....	18
4.	INSTALLATION DE RECUPERATION ET DE RECOMPRESSION.....	19
4.1	Le circuit de récupération.....	19
4.2	Le compresseur.....	19
4.3	Le surpresseur.....	21
<b>07.02</b>	<b>STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'AIR COMPRIME</b>	
1.	GENERALITES.....	22
2.	BILAN DES BESOINS.....	23
2.1	Allégement.....	23
2.2	Autres utilisations de l'air comprimé.....	24
3.	CARACTERISTIQUES.....	25
3.1	Stockage.....	25
3.2	Chargement et compresseur de bord .....	27
3.3	Détente et distribution.....	27
3.4	Ensemble de détente moyenne pression .....	28
3.5	Caractéristiques des tableaux distributeurs.....	28
<b>07.03</b>	<b>STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'OXYGENE</b>	
1.	GENERALITES.....	31
1.1	Modes de stockage.....	31
2.	SECURITES DES INSTALLATIONS D'OXYGENE.....	32
3.	STOCKAGE CRYOGENIQUE.....	32
3.1	Le stockage.....	32
3.2	Système d'évaporation .....	34

4.	STOCKAGE HAUTE PRESSION.....	35
4.1	Généralités.....	35
4.2	Stockage de l'oxygène pour les moteurs.....	35
4.3	Stockage de l'oxygène pour la respiration.....	36
07.04 SPECIFICATION DE L'INSTALLATION HYDRAULIQUE		
1.	GENERALITES.....	37
1.1	Principes.....	37
1.2	L'installation.....	38
1.3	Particularité de l'installation.....	38
1.4	Conditions de fonctionnement.....	39
2.	FLUIDE HYDRAULIQUE.....	40
3.	GENERATION DE DEBIT.....	41
3.1	Généralités.....	41
3.2	Organisation de la production d'huile.....	42
3.3	Installation.....	44
3.4	Fonctionnement de l'installations.....	44
4.	ACCUMULATEURS ET DISTRIBUTION.....	47
4.1	Descriptif.....	47
4.2	Blocs d'alimentation distribution .....	48
4.3	Bloc de distribution générale.....	48
5.	CIRCUITS BP ET CIRCUITS A PRESSION ATMOSPHERIQUE.....	49
5.1	Circuits BP - Retour à la bâche.....	49
5.2	Circuits à pression atmosphérique - groupe de recyclage des fuites.....	50
6.	PROPULSION DE SECOURS.....	51
7.	RECEPTEURS - DISTRIBUTION.....	51
7.1	Généralités.....	51
7.2	Réseau HP1.....	54

7.3	Réseau HP2.....	55
7.4	Réseau HP3.....	56
7.5	Réseau HP4.....	59

#### 07.05 SERVICE DES EAUX

1.	GENERALITES.....	62
2.	LE CIRCUIT D'EAU DOUCE.....	62
2.1	Stockage.....	62
2.2	Groupe dessalinisateur.....	64
2.3	Circuit d'utilisation dans le compartiment atmosphérique	64
2.4	Circuit d'utilisation dans le compartiment hyperbare....	66
3.	LES CIRCUITS EAU DE MER .....	66
3.1	Utilisation.....	66
3.2	Le circuit eau de mer propre .....	67
4.	LES CIRCUITS DES EAUX USEES ET D'ASSECHEMENT .....	69
4.1	Circuits dans le compartiment atmosphérique.....	69
4.2	Circuits dans l'habitat hyperbare .....	73
4.3	Incendie en surface .....	73



## 07.00 GENERALITES SUR LE STOCKAGE DES GAZ

### 1. GAZ STOCKES

Les différents gaz stockés à bord du sous-marin ont les fonctions suivantes :

- **oxygène**, pour la respiration et comme comburant pour les moteurs thermiques, stocké sous forme liquide et gazeuse.
- **air comprimé**, pour la chasse aux ballasts, pour les manœuvres de pesée et pour certains systèmes de régulation
- **hélium et heliox**, pour constituer les mélanges respiratoires en hyperbare.
- **azote**, comme gaz de sécurité des systèmes de combustion des moteurs STIRLING.

Les quantités stockées sont détaillées dans les spécifications de chaque circuit. Les chiffres ci-dessous correspondent à des ordres de grandeur.

- oxygène	:	mini : 5 868 Nm <sup>3</sup> ou 7 980 kg
		maxi : 8 276 Nm <sup>3</sup> ou 11 250 kg
		(stockage cryogénique et haute pression)
- air-comprimé	:	1 834 Nm <sup>3</sup> ou 1 420 kg
- hélium et heliox	:	mini : 0 Nm <sup>3</sup>
		maxi : 2 408 Nm <sup>3</sup>
- azote	:	env. : 20 Nm <sup>3</sup>

Selon le type de mission, les besoins en oxygène et en hélium diffèrent.



Afin de donner une certaine souplesse d'emploi au sous-marin, l'installation est conçue pour que tout ou partie du stockage prévu pour l'hélium et l'heliox puisse être réaffecté au stockage d'oxygène pour les moteurs, en fonction des caractéristiques de la mission envisagée.

Pour les missions de type "survey", les besoins en oxygène sont importants afin de donner au sous-marin une autonomie maximale, alors que les besoins en hélium sont nuls, si aucune intervention plongeurs n'est prévue.

Pour les missions avec intervention plongeurs, il est par contre nécessaire de prévoir un important stockage d'hélium.

L'affectation des stockages par nature est donnée dans le tableau page suivante.

Chaque lot, formé d'un ou plusieurs réservoirs ou bouteilles, est totalement indépendant du point de vue de la distribution.

AFFECTATION DES STOCKAGES DE GAZ

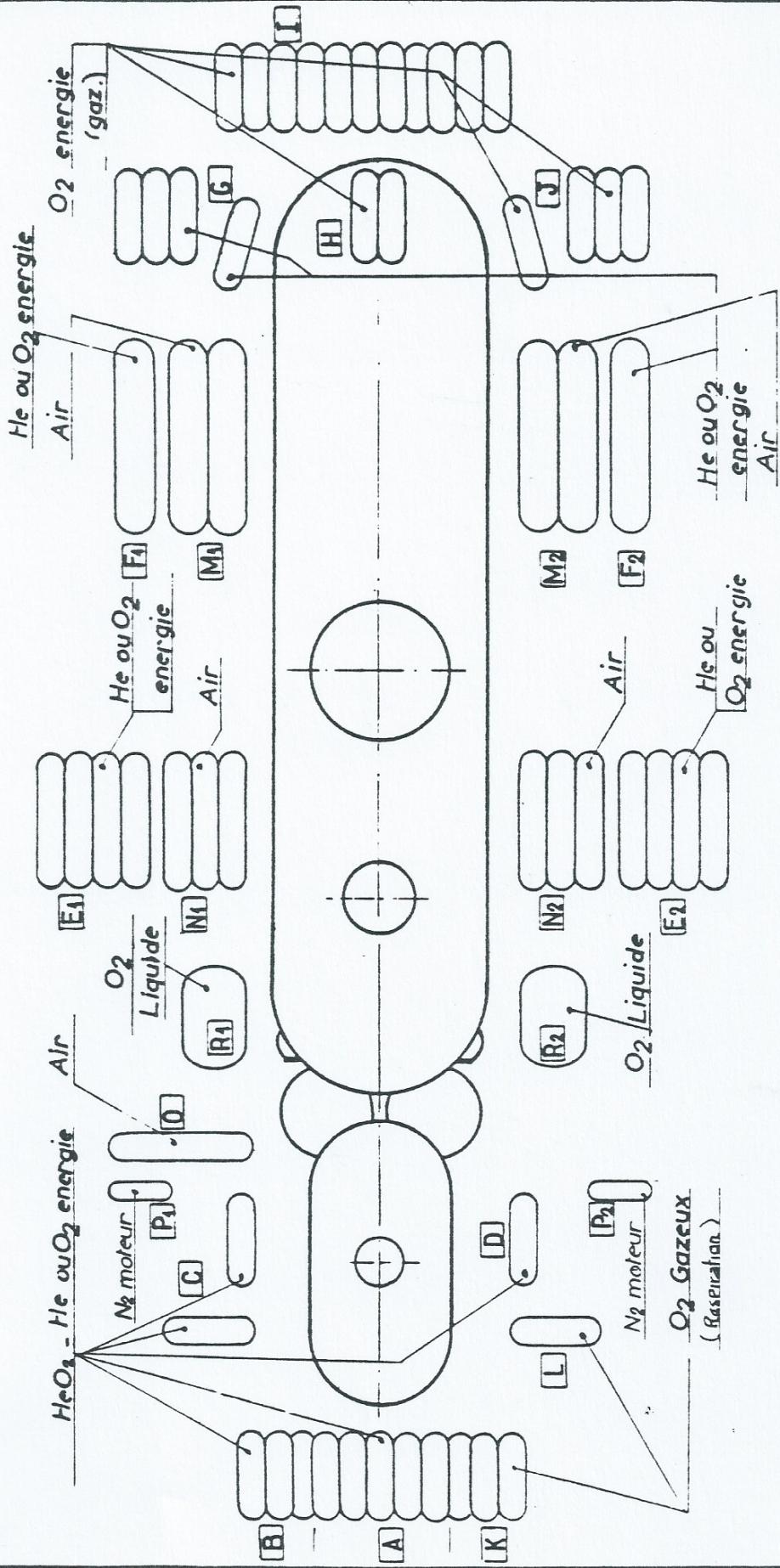
Rep. lot	Type bout.	Pression max. (bar abs.)	Vol. utile (l)	Nb bout.	Capacité max. (Nm <sup>3</sup> )	Matériaux	Gas contenu
A	1,8 m	400	160	5	320	Enroulement composite + liner acier	hélium ou oxygène
B	"	"	"	3	192	"	hélioxygène
C	"	"	"	2	128	"	"
D	"	"	"	1	64	"	"
E1	3 m	"	295	4	472	"	helium ou oxygène
E2	"	"	"	4	472	"	"
F	6 m	"	630	2	504	"	"
G	1,8 m	"	160	4	256	"	oxygène moteur
J	"	"	"	"	"	"	"
H	"	"	"	2	128	"	"
I	"	"	"	11	704	"	"
K	"	"	"	3	192	"	oxygène respiratoire
L	"	"	"	1	64	"	oxygène respiratoire secours
M1	6 m	"	630	2	504	"	air comprimé
M2	"	"	"	"	"	"	"
N1	3 m	"	295	3	354	"	"
N2	"	"	"	"	"	"	"
O	"	"	"	1	118	"	"
P1	1,25 m	200	50	1	10	Acier	azote
P2	"	"	"	1	10	"	"
R1	cryo	65	NA	1	2390	coque int : inox coque ext : acier	oxygène moteurs capacité maximale : 3 250 kg
R2	"	65	NA	1	2390	" "	oxygène moteurs capacité maximale : 3 250 kg

2. EMPLACEMENT DES STOCKAGES

Voir schéma de répartition page suivante.

Pour faciliter la pesée du sous-marin, dans la mesure du possible, les stockages les plus lourds sont placés au voisinage du centre de volume et les stocks d'oxygène gazeux huit fois plus lourds que l'hélium sont placés vers l'avant.

— REPARTITION des STOCKAGES —





### 3. MODES DE STOCKAGE

#### 3.1 Généralités

Le choix des divers modes de stockage a été conduit en fonction d'un impératif : réduire les poids morts.

Par ailleurs, le stockage des gaz a été placé à l'extérieur de la coque résistante pour des raisons de sécurité et d'encombrement.

Ces considérations ont amené à développer pour SAGA I deux types de technologies relativement connues dans le milieu terrestre, mais pas encore utilisées dans les sous-marins civils : le stockage cryogénique de l'oxygène et les bouteilles haute pression (400 bar) en métal/matériau composite.

Les caractéristiques du stockage cryogénique sont données au chapitre 07.03 "Stockage et distribution de l'oxygène".

Le stockage en bouteilles HP composite est employé pour l'oxygène, l'hélium, l'héliox et l'air comprimé. La conception des bouteilles est identique.

#### 3.2 Bouteilles haute pression

La nécessité d'avoir un stockage divisé par nature de gaz et par utilisation ainsi que les contraintes pesant sur le volume disponible dans l'exosquelette ont conduit à définir trois familles de bouteilles de longueur 1,8 m, 3 m et 6 m pour une même section, diamètre extérieur 447 mm environ.



Le nombre de bouteilles par famille ainsi que le volume utile est récapitulé dans le tableau suivant.

Longueur	Volume utile	Nombre de bouteilles
1 800 mm	160 l	36
3 000 mm	295 l	15
6 000 mm	630 l	6

Cela représente un volume total de 13 965 l soit, à 400 bar, 5 586 Nm<sup>3</sup>.

Les bouteilles sont composées d'un corps métallique et sur la partie cylindrique d'un enroulement externe en fibres, renforcé de résines.

Le corps métallique comprend la partie centrale cylindrique et les ogives d'extrémité portant les orifices. Il est constitué en acier 35 CD4, traité à 88 daN/mm<sup>2</sup>. Le corps métallique est sablé après forgeage, sans usinage.

Le renfort en composite est constitué de résine polyamide, renforcée de fibre Kevlar, enroulée sous tension.

Les bouteilles sont conçues pour une pression interne de service maxi de 400 bar et une pression externe jusqu'à P.



4. DETENTE DES GAZ HP

Les modules de détente HP/MP des stockages oxygène, hélium, hélioxy et air comprimé sont fractionnés par stockage de capacité réduite pour des raisons de sécurité.

Les modules de détente de l'oxygène sont placés à l'extérieur du sous-marin, les circuits d'O<sub>2</sub> HP étant interdits dans les compartiments habités.

Les modules de détente pour l'hélium et l'hélioxy sont placés à l'intérieur du sous-marin.

## 07.01 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DES GAZ DE PLONGEE

### 1. GENERALITES

#### 1.1 Introduction

Ce chapitre traite du stockage et de la distribution des gaz nécessaires à la respiration de l'ensemble des personnels embarqués dans le compartiment atmosphérique, dans les compartiments hyperbares (habitat et sas) et des plongeurs en intervention.

Les systèmes d'analyse des gaz et de régulation automatique du rajout d'oxygène sont traités au chapitre 07.09 "Analyse des gaz respirables".

Les équipements individuels des plongeurs sont décrits au chapitre 09. "Généralités sur la saturation et la plongée".

Voir le synoptique général des gaz pour la plongée page suivante.

#### 1.2 Types de gaz stockés

Les gaz employés pour la respiration sont les suivants :

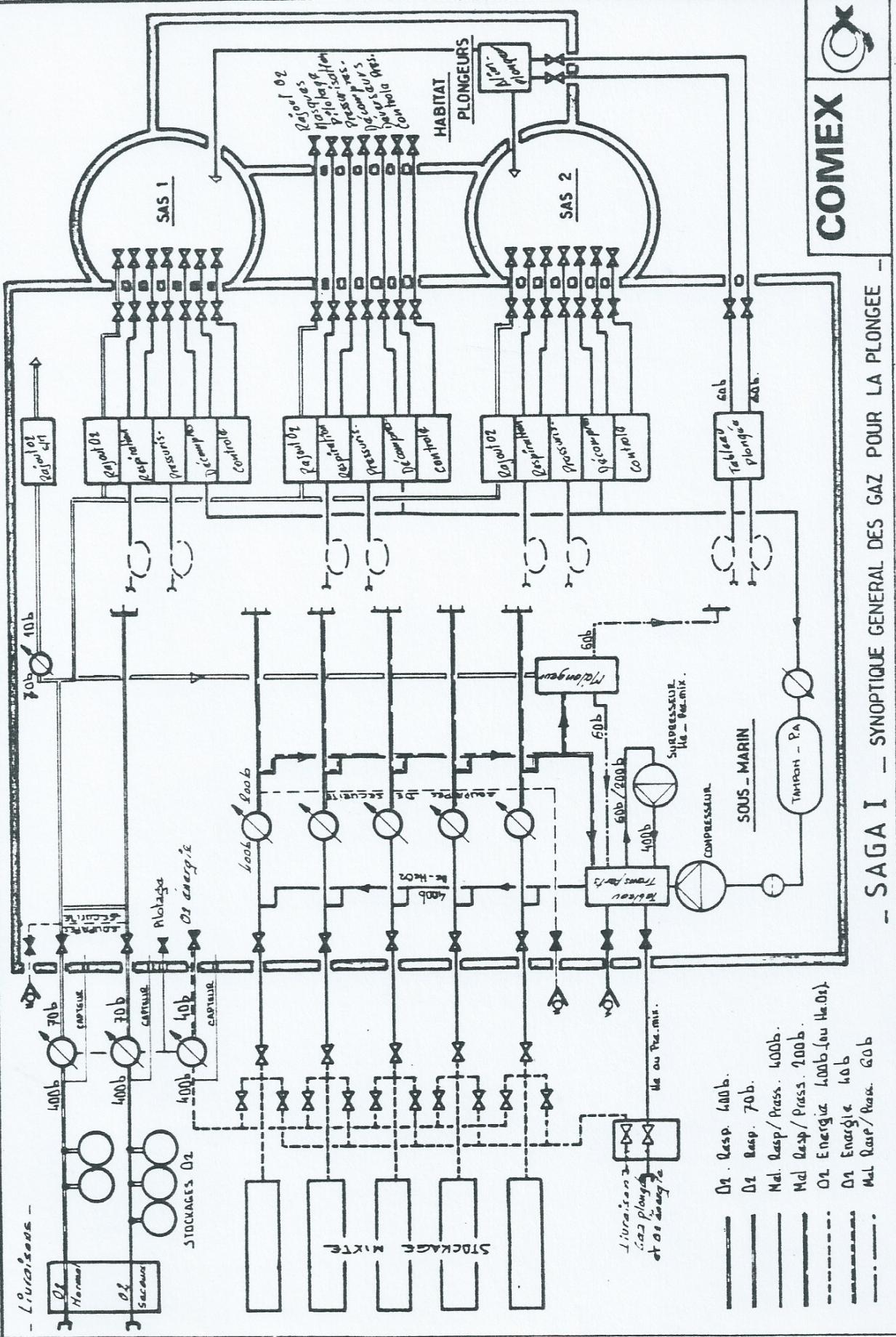
##### - Oxygène

Fonction : - rajout d'oxygène  
- respiration secours  
- oxygène thérapeutique  
- fabrication des mélanges hyperbares

##### - Hélium

Fonction : - pressurisation initiale des compartiments hyperbares  
- compensation des pertes (fuites, sassages)  
- fabrication des mélanges hyperbares

*This document is the exclusive property of the SAGA 1 project and may not be reproduced or disclosed without the written permission of the owner.*





- Mélanges hélioX : hélium plus oxygène

Ils sont utilisés pour

- la respiration des plongeurs en intervention
- la pressurisation du sas thérapeutique
- le circuit de secours pour les personnels saturés.

La pression partielle d'oxygène est dosée entre 400 mb et 800 mb, en fonction de la profondeur de travail, selon les tables de décompression.

### 1.3 Principe de l'organisation des stockages

Pour des raisons de sécurité et de souplesse d'utilisation, les stockages d'oxygène, d'hélium et d'hélioX sont divisés.

Toutefois, afin de ne pas trop compliquer les circuits de distribution, les bouteilles HP sont mises en parallèle par lot.

- Pour l'oxygène respiratoire, les stockages sont répartis en deux lots dont l'un est en secours.
- Pour l'hélium (ou l'oxygène moteur), les stockages sont répartis en cinq lots dont certains sont réservés au secours, pour l'hélium.
- Pour l'hélioX, les stockages sont répartis en trois lots.

Pour les missions sans intervention plongeurs, les groupes hélium et hélioX sont affectés en supplément au stockage d'oxygène de propulsion.

Pour les missions avec intervention plongeurs, les groupes hélioX et deux groupes hélium au moins doivent conserver leur affectation pour des raisons d'organisation des opérations. Les autres groupes hélium peuvent être affectés au stockage de l'oxygène.

#### 1.4. Stockages de sécurité

Une partie du stockage de chaque type de gaz doit être réservée au stockage de sécurité et n'avoir que cette seule utilisation.

##### 1.4.1 Stockage de sécurité de l'oxygène

Il est réservé principalement au renouvellement de l'oxygène pendant la durée maximale de survie soit 7 jours.

Pour une consommation unitaire de 30 Nl/heure, le stock minimal doit être égal à

$$30 \text{ Nl/h} \times 24 \text{ heures} \times 7 \text{ jours} \times 12 \text{ personnes} = 60,5 \text{ Nm}^3.$$

Le groupe L (une bouteille de 160 l) correspond à 64 Nm<sup>3</sup> à 400 bar, ce qui donne une pression résiduelle de 20 bar largement suffisante.

En second secours, il est possible d'utiliser les fonds de bouteille d'oxygène moteur dans la mesure où les niveaux de pression le permettent.

##### 1.4.2 Stockage de sécurité de l'hélium

Il est réservé à la recompression rapide de l'habitat plongeurs en cas de fuite importante. Il doit correspondre à une fois le volume pressurisable à la pression d'intervention.

Le volume pressurisable de l'habitat est d'environ 18,5 m<sup>3</sup>.

Le stockage de sécurité sous forme de bouteille 400 bar devra être (en tenant compte de la pression résiduelle nécessaire) :

- à 150 m, de

$$18,5 \text{ m}^3 \times 16,4 \text{ bar} (1 + 16,4 / 400 \text{ bar}) = 316 \text{ Nm}^3$$

- à 300 m, de

$$18,5 \text{ m}^3 \times 31,75 \text{ bar} (1 + 31,75 / 400 \text{ bar}) = 634 \text{ Nm}^3$$

- à 450 m, de

$$18,5 \text{ m}^3 \times 47,13 \text{ bar} (1 + 47,13 / 400 \text{ bar}) = 974 \text{ Nm}^3$$

Le stockage de sécurité est à choisir parmi le ou les groupes d'hélium qui représentent un stockage total maximal de 2 024 Nm<sup>3</sup>.

#### 1.4.3 Stockage de sécurité de l'heliox

Il est réservé à l'alimentation

- des plongeurs en cas de défaillance du système en boucle semi-fermé,
- des masques en cas de pollution de l'atmosphère des compartiments hyperbares.

Le stock minimal de réserve doit permettre une heure de respiration au masque de l'ensemble du personnel en situation hyperbare, à la pression considérée.

Le stock de sécurité sous forme de bouteille HP 400 bar devra donc être, en tenant compte de la pression résiduelle nécessaire, pour une consommation unitaire de 20 Nl/mn

- à 150 m, de

$$20 \text{ Nl/mn} \times 60 \times 6 \text{ personnes} \times 16,4 \text{ bar} (1 + 16,4 / 400 \text{ bar}) = 123 \text{ Nm}^3$$

- à 300 m, de

$$20 \text{ Nl/mn} \times 60 \times 4 \text{ personnes} \times 31,75 \text{ bar} (1 + 31,75 / 400 \text{ bar}) = 165 \text{ Nm}^3$$

(Le système de plongée n'est prévu que pour 4 personnes à partir de 200 m).

- à 400 m, de

$$20 \text{ Nl/mn} \times 60 \times 4 \text{ personnes} \times 47,13 \text{ bar} (1 + 47,13 / 400 \text{ bar}) = 253 \text{ Nm}^3$$

Le stock de sécurité doit se faire dans un ou deux des trois lots héliox qui ont une capacité nominale de 64 Nm<sup>3</sup>, 128 Nm<sup>3</sup> ou 192 Nm<sup>3</sup>.

## 2. INSTALLATION DE STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'OXYGENE

### 2.1 Chargement

Le chargement de l'oxygène HP s'effectue par l'intermédiaire d'un tableau situé à l'extérieur du sous-marin. Un jeu de vannes permet de gonfler séquentiellement le stock normal et la réserve de secours.

### 2.2 Le stockage

Le stockage de l'oxygène respiratoire est réparti en deux groupes indépendants :

- lot K comprenant 3 bouteilles de 160 l
- lot L comprenant 1 bouteille de 160 l.

Ce dernier est normalement réservé au secours.

Le volume total est de 640 l et correspond à 256 Nm<sup>3</sup> à 400 bar.

### 2.3 La pré-détente

Chaque lot alimente un détendeur 400/70 bar placé à l'extérieur du sous-marin pour des raisons de sécurité.

### 2.4 Le réseau de distribution

Il alimente sous la pression nominale de 70 bar :

- les modules de rajout d'oxygène des trois compartiments hyperbarés
- le mélangeur pour préparation des mélanges hélixox
- le système de rajout d'oxygène du compartiment atmosphérique par l'intermédiaire d'un détendeur 70/10 bar.

### 3. INSTALLATIONS DE STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'HELIOX ET L'HELIOX

(Voir spécification 09 "Généralités sur la saturation et la plongée".

#### 3.1 Le chargement

Le gonflage des bouteilles à l'hélium ou à l'hélioxyde se fait par l'intermédiaire d'un tableau situé à l'extérieur. Le chargement des lots hélioxyde et hélium s'effectue séquentiellement.

Le tableau de chargement comprend deux prises :

- l'une alimente directement le tableau extérieur de distribution aux groupes de stockage et est utilisée si le chargement peut se faire directement à la pression de 400 bar
- l'autre alimente le tableau interne de transfert et permet d'utiliser le surpresseur du bord pour porter le stockage à la pression de 400 bar.

#### 3.2 Le stockage

Le stockage est divisé en huit lots, chacun constitué d'une ou plusieurs bouteilles HP.

Si la mission ne prévoit pas d'intervention par plongeurs, l'ensemble de ces lots est chargé en oxygène.

Si la mission comporte une intervention par plongeurs, trois lots sont réservés aux stockages et à la constitution d'hélioxyde de composition diverse.

Ces mélanges peuvent être livrés directement ou constitués à l'aide de l'installation du bord avant le début des opérations de plongée.

- un lot au moins, est réservé au stock hélium de réserve.



Les quatres autres lots sont affectés selon les besoins au complément de stockage d'hélium ou au stockage d'oxygène énergie.

La sélection de l'affectation de tel ou tel lot de bouteilles lors du chargement, se fait par un collecteur transversal placé à l'extérieur du sous-marin.

### **3.3 La pré-détente**

Les groupes hélium/hélioxygène sont reliés entre eux et au tableau de transfert par l'intermédiaire d'un collecteur transversal 400 bar, placé à l'intérieur.

Les trois groupes d'hélioxygène alimentent chacun un tableau de distribution effectuant la détente 400/200 bar. Cette disposition permet d'utiliser concurremment les différents mélanges stockés.

Les cinq groupes hélium peuvent alimenter un tableau de distribution effectuant la détente 400/200 bar. Ce tableau est doublé pour des raisons de sécurité.

Les sorties des cinq tableaux de distribution sont reliées :

- au mélangeur, au tableau de transfert et au surpresseur par l'intermédiaire du collecteur 200 bar.
- aux trois tableaux de contrôle des compartiments hyperbariques et au tableau de plongée par l'intermédiaire de flexibles.

### **3.4 Le mélangeur**

Le mélangeur est alimenté par une ligne d'oxygène et une ligne d'hélium ou d'hélioxygène par le collecteur 200 bar. Il permet d'effectuer tout mélange hélioxygène désiré entre 1 et 50 % d'oxygène. Il permet de remplir les bouteilles choisies par l'intermédiaire du tableau de transfert. En cas de besoin, il est possible d'alimenter directement les plongeurs à partir du mélangeur.



### 3.5 La distribution

De courtes longueurs de flexibles permettent de relier les lignes des groupes de stockage choisis à chaque tableau de contrôle. Cette configuration permet d'obtenir une plus grande souplesse d'utilisation et d'éviter toute pollution d'une ligne par une autre.

Deux lignes distinctes assurent l'alimentation des plongeurs en mélange. L'une est branchée par un flexible sur le stock du mélange fond, l'autre, en secours, provient du mélangeur.

### 3.6 Les tableaux de contrôle

Il y a un tableau de contrôle par compartiment hyperbare (sas 1, sas 2, habitat). Ces trois tableaux sont regroupés au poste de contrôle plongeur.

Chaque tableau comporte :

- une vanne de pressurisation
- un ensemble de décompression comprenant
  - . une vanne de décompression rapide
  - . une vanne de décompression lente
  - . un débitlitre (décompression lente régulée)
- un ensemble de détente de 200 bar à la pression d'utilisation, alimentant les trois systèmes de respiration au masque
- un système de rajout d'oxygène (automatiquement réglé pour l'habitat, manuel pour les sas)
- un autre tableau regroupe les modules de contrôle de pression.



### 3.7 Les systèmes de respiration au masque

Chaque compartiment hyperbare est doté d'un système de respiration au masque indépendant :

- l'habitat avec six masques
- chaque sas avec deux masques.

Les masques sont alimentés par une clarinette à partir de l'ensemble de détente.



#### 4. INSTALLATION DE RECUPERATION ET STATION DE TRANSFERT

##### 4.1 Le circuit de récupération

Les mélanges provenant des purges, des échappements des masques et des opérations de décompression sont collectés jusqu'au compresseur du bord pour y être recomprimés et restockés dans les bouteilles disponibles ou éventuellement rejetés à l'extérieur.

##### 4.2 Le compresseur

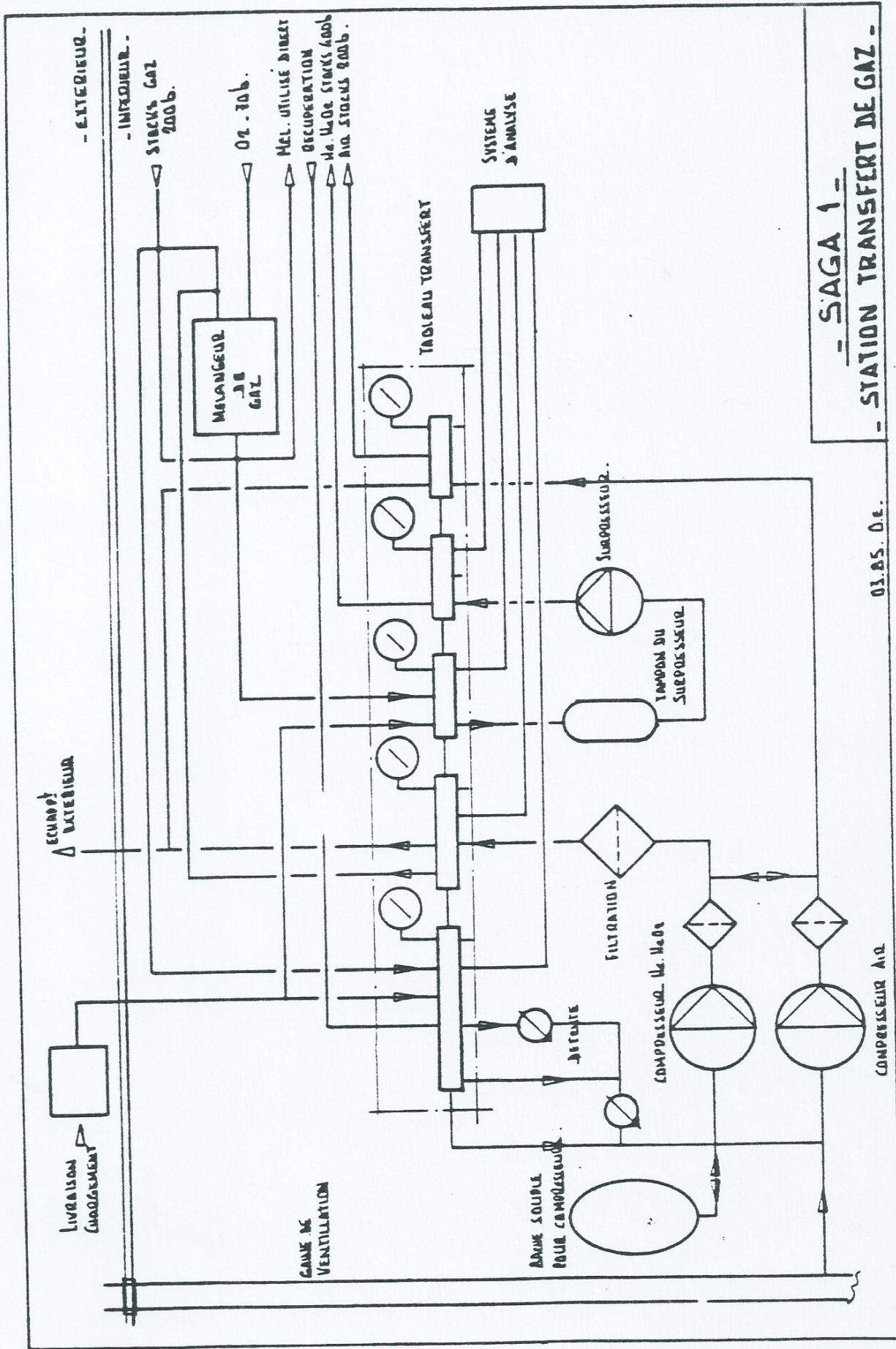
Voir synoptique du système de compression des gaz page suivante.

Il est destiné à recomprimer les gaz de plongée hélioxygène provenant du circuit de récupération.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Pression maxi de refoulement : 250 bar
- Débit nominal : 20 Nm<sup>3</sup>/h
- Vitesse de régime : 1270/1300 tr/mn
- Cinématique à barillet 4 cylindres
- Refroidissement par eau douce

Il est entraîné par un moteur électrique 11 CV, alimenté en 120 V continu.



#### 4.3 Le surpresseur

Son usage est réservé à la surpression des gaz de plongée provenant

- du circuit de récupération
- du tableau de chargement (surpression des approvisionnements par les moyens de bord)
- de l'un ou l'autre des stockages.

Pour les missions sans intervention plongée, il est possible de disposer les circuits de façon à surpresser de l'air.

Les caractéristiques sont les suivantes :

- mécanique à pistons "secs" monoétages
- pression de refoulement maxi : 400 bar
- pression d'admission : 200 bar
- débit gaz : entre 330 et 500 Nl/mn
- entraînement hydraulique : débit 8 l/mn à 120 bar.

## 07.02 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'AIR COMPRIME

### 1. GENERALITES

Comme dans la plupart des sous-marins, l'air comprimé est principalement utilisé en tant que moyen de pressurisation des caisses de réglage et de chasse aux ballasts.

L'air est également employé comme vecteur d'énergie pour des utilisations limitées exigeant un haut niveau de fiabilité.

Par contre, l'air comprimé présente l'inconvénient de stocker l'énergie sous une forme non renouvelable en plongée, sauf dans les cas où la détente se fait dans le compartiment atmosphérique.

L'air consommé peut être alors repris par le compresseur du bord et restocké. C'est le cas de l'air survenant de la purge des réguleurs et de l'air régulation.

A bord de SAGA I, l'air est utilisé pour :

#### - Allégement du sous-marin

- chasse des ballasts (vol : 50 m<sup>3</sup>)
- pressurisation des réguleurs servis à l'air (vol : 4 fois 2,84 m<sup>3</sup>)

#### - Autres utilisations

- compensation de matériel embarqué pendant la plongée (volume des caisses : 2 fois 1,55 m<sup>3</sup>)
- chasse du sas de poulaine du compartiment atmosphérique (vol : 113 l)
- chasse du sas vide-ordures (éventuellement) (vol : 10 l)
- réseau de régulation
- appareillage divers

#### - En secours

- chasse au régulateur transversal servi par pompe (vol : 1,14 m<sup>3</sup>)
- mouvement d'eau des caisses d'assiette en cas de défaillance des pompes (vol : 1,1 m<sup>3</sup>)

## 2. BILAN DES BESOINS

### 2.1 Allégement

Le stockage de l'air prévu pour SAGA I est divisé en plusieurs groupes de bouteilles HP pour des raisons de sécurité.

Il a été prévu un stockage, dit d'allégement, qui correspond à 1,5 fois la chasse des régleurs à la profondeur de 600 m (pression absolue : 62,5 bar) et qui est réservé uniquement à cet usage.

La capacité des régleurs étant de 11,36 m<sup>3</sup>, le stockage d'allégement est donc de :

$$11,36 \text{ m}^3 \times 62,5 \text{ bar} \times 1,5 = 1\ 065 \text{ Nm}^3$$

Ce stockage est particulièrement affecté au service des régleurs; il est reconstitué avant chaque plongée.

De plus, il pourra être utilisé pour la chasse aux ballasts, soit en secours, soit après un retour en surface.

Ce stockage correspond en fait à une réserve de sécurité disponible en plongée pour la chasse au ballasts permettant de faire remonter rapidement le sous-marin à la surface en cas d'incident (voie d'eau, accrochage au fond, etc...). Cette dernière manœuvre est plus efficace que la chasse aux régleurs qui reste toutefois possible.

Par contre pour la pesée courante du sous-marin en plongée, l'air comprimé ne sera pas utilisé.

D'une part les consommations obligent à une admission d'eau, et d'autre part les variations de pesée légère peuvent être compensées par mouvement d'eau dans le régleur transversal : admission directe à la mer ou vidange par pompe.

## 2.2 Autres utilisations de l'air comprimé

- Chasse des sas de poulaine et vide-ordures

10 l/homme/jour x 12 personnes x 15 jours x 62,5 bar = 112 Nm<sup>3</sup>

- Manutention de charges par plongeur à l'aide

d'air comprimé : 3 m<sup>3</sup> à 450 m soit 3 m<sup>3</sup> x 48 b = 144 Nm<sup>3</sup>

- Chasse des caisses de compensation

3,1 m<sup>3</sup> x 48 b = 148 Nm<sup>3</sup>

Cette chasse n'intervient qu'en cas de compensation d'une charge embarquée au fond. Cet embarquement ne peut être fait que par les plongeurs à la profondeur maximum de 450 m.

- Autres utilisations

• réseau air régulation : 300 Nl/h x 24 h x 15 j	= 108 Nm <sup>3</sup>
• chasse crêpines, largage croc de remorquage, etc...	= 20 Nm <sup>3</sup>

Total 532 Nm<sup>3</sup>

### 3. CARACTERISTIQUES

Voir le schéma des circuits d'air page suivante.

#### 3.1 Stockage

Il est constitué de bouteilles HP 400 bar, fixées à l'extérieur de la coque et réservées uniquement à cet usage.

Celles-ci sont partagées en cinq groupements séparés.

##### Volume stocké à 400 b

###### - Allégement du sous-marin

###### . stockage bâbord :

$$2 \text{ bouteilles de } 6 \text{ m} : 2 \times 0,630 \text{ m}^3 \times 400 \text{ b} = 504 \text{ Nm}^3$$

###### . stockage tribord :

$$2 \text{ bouteilles de } 6 \text{ m} : 2 \times 0,630 \text{ m}^3 \times 400 \text{ b} = 504 \text{ Nm}^3$$

###### . stockage transversal :

$$1 \text{ bouteille de } 3 \text{ m} : 1 \times 0,295 \text{ m}^3 \times 400 \text{ b} = 118 \text{ Nm}^3$$

Total  $1126 \text{ Nm}^3$

Pour des besoins estimés à  $1065 \text{ Nm}^3$ . Cela donne une capacité résiduelle de  $61 \text{ Nm}^3$ .

###### - Autres utilisations

###### . stockage bâbord :

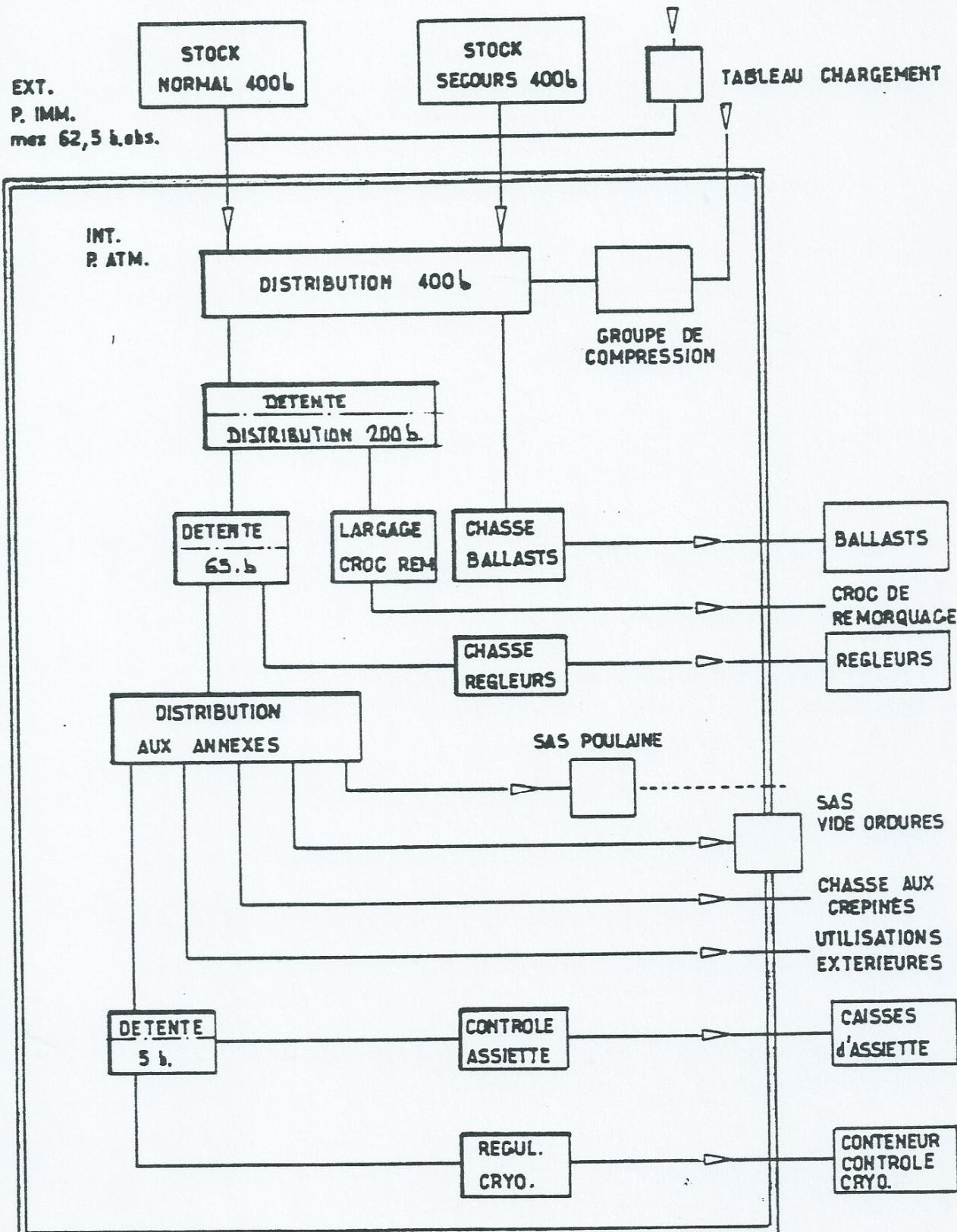
$$3 \text{ bouteilles de } 3 \text{ m} : 3 \times 0,295 \text{ m}^3 \times 400 \text{ b} = 354 \text{ Nm}^3$$

###### . stockage tribord :

$$3 \text{ bouteilles de } 3 \text{ m} : 3 \times 0,295 \text{ m}^3 \times 400 \text{ b} = 354 \text{ Nm}^3$$

Total  $708 \text{ Nm}^3$

Pour des besoins estimés à  $532 \text{ Nm}^3$ . Cela donne une capacité résiduelle de  $176 \text{ Nm}^3$ .

SYNOPTIQUE DU CIRCUIT D'AIR


03.85.



### 3.2 Chargement et compresseur de bord

Il est possible de faire le plein d'air de deux manières différentes, soit normallement à partir d'un stockage externe par l'intermédiaire du tableau de chargement et de répartition extérieur, soit aussi à l'aide du compresseur "AIR" de caractéristiques identiques au compresseur "GAZ" (cf. 07.01 § 4 "Installation de récupération et station de transfert").

Le chargement par l'extérieur s'utilise lorsque le sous-marin est revenu à sa base logistique et que l'on y dispose d'un compresseur 400 bar.

Lorsque le sous-marin est en surface, il est possible d'utiliser la station transfert du bord pour charger les bouteilles.

L'air est aspiré par la gaine "air frais" pour être comprimé à 250 b par le compresseur 20 Nm<sup>3</sup>/h. L'air peut alors être stocké à ce niveau de pression ou comprimé à 400 bar par le surpresseur du bord.

A noter que le même ensemble de surpression sert aussi pour l'ensemble de saturation et qu'en cas d'utilisation de celui-ci à l'air, les circuits devront être purgés, préalablement à toute utilisation pour des mélanges hélium/héliox.

### 3.3 Détente et distribution

Situé à proximité des passages de coque afin de réduire les longueurs de tuyauteries HP se trouve le tableau de distribution 400 bar qui permet de sélectionner le groupe de bouteilles choisi.

Ce tableau est aussi relié au refoulement du compresseur du côté 400 bar.



Ensuite se trouve le tableau de pré-détente et de distribution 200 bar.

Celui-ci permet

- dépré-détendre de 400 à 200 bar grâce à deux détendeurs interchangeables,
- de distribuer l'air 200 bar vers le largage du croc de remorquage et vers l'ensemble de détente piloté.

### **3.4 Ensemble de détente moyenne pression**

Un ensemble de détente permet d'obtenir une pression de 65 bar.

Cet ensemble est doté de deux détendeurs identiques et interchangeables par mesure de sécurité.

Il alimente, d'une part, le tableau de chasse aux régleurs et, d'autre part, le tableau des annexes.

### **3.5 Caractéristiques des tableaux distributeurs**

#### **3.5.1 Tableau de chasse aux ballasts**

Alimenté en air 400 bar par la bouteille transversale de 118 Nm<sup>3</sup>, ce tableau permet d'effectuer la chasse aux ballasts, quelle que soit la profondeur d'immersion.

Il dispose de cinq sorties qui alimentent :

- les 2 ballasts AV supérieurs
- les 2 ballasts AV inférieurs
- le ballast central bâbord
- le ballast central tribord
- les 2 ballasts arrière

Ce tableau est situé sur le panneau frontal arrière du poste central.



Une vanne séparée, manoeuvrable depuis le siège du pilote, permet d'effectuer une chasse aux deux ballasts avant inférieurs en cas d'urgence.

### 3.5.2 Largage du croc de remorquage

Ce tableau, alimenté en 200 bar, permet de larguer le croc de remorquage depuis le poste de pilotage grâce à un petit vérin pneumatique.

### 3.5.3 Tableau de chasse aux réglleurs

Voir également la spécification 03. "Installations relatives à la pesée".

Alimenté à partir du détendeur HP, ce tableau permet d'effectuer la chasse des réglieurs pour alléger le sous-marin.

Ce tableau permet également de purger l'air des réglieurs vers le compartiment atmosphérique lors des opérations d'alourdissement, ou de permutation des réglieurs.

### 3.5.4 Tableau des annexes

Ce tableau, alimenté depuis l'ensemble de détente, permet :

- de déboucher les crêpines de prise d'eau de mer
- de chasser le sas de poulaine et le sas vide-ordures du sous-marin
- d'alimenter une prise extérieure.

De plus, il permet d'alimenter, en secours, le tableau de chasse aux caisses d'assiette, la régulation pneumatique du système cryogénique ainsi que les déverseurs de l'échappement des moteurs Stirling par l'intermédiaire de deux détendeurs, dont un en secours, qui régulent la pression aval entre 5 et 6 bar.

### 3.5.5 Transvasement des caisses d'assiette à l'air

Ce tableau n'est utilisé qu'en secours pour effectuer les transvasements d'eau d'une caisse à l'autre, si les pompes électriques sont en panne.

Voir également la spécification 03. "Installations relatives à la pesée".

## 07.03 STOCKAGE ET DISTRIBUTION DE L'OXYGENE

### 1. GENERALITES

#### 1.1 Modes de stockage

L'oxygène joue un rôle important dans le sous-marin SAGA I. Ce gaz est non seulement utilisé pour la régénération de l'atmosphère du compartiment atmosphérique (pression absolue d'utilisation : 1,5 bar) et celle du compartiment hyperbare (pression absolue d'utilisation : 1,5 à 48 bar), mais encore comme comburant pour les moteurs thermiques Stirling (pression d'utilisation : 27 bar).

La quantité d'oxygène embarquable à bord constitue la contrainte principale limitant l'autonomie du sous-marin.

Ces considérations ont conduit à stocker une partie de l'oxygène nécessaire sous forme liquide. Le stockage cryogénique de 1 m<sup>3</sup> d'oxygène liquide représente 850 normaux m<sup>3</sup> d'oxygène gazeux.

Pour faciliter les démarrages des moteurs Stirling, dont la réfrigération favorise l'évaporation de l'O<sub>2</sub> liquide, il a été prévu un complément de stockage en bouteilles HP 400 b.

Ce mode de stockage est de toute façon nécessaire pour la régénération de l'atmosphère des compartiments hyperbares, dans la mesure où la pression maximale admissible d'un stockage sous forme cryogénique ne dépasse pas 40 bar (pression critique de l'oxygène liquide : 49,7 bar).

Une partie de la capacité du stockage HP peut être affectée soit à l'oxygène d'alimentation des moteurs Stirling, soit aux mélanges à base d'hélium utilisés pour la plongée, selon le profil des missions. Cette disposition accroît sensiblement la souplesse d'utilisation du sous-marin.

Un schéma montrant la répartition des stockages fait partie du chapitre 07.00.

Voir page suivante le schéma général de distribution de l'oxygène.

## 2. SECURITES DES INSTALLATIONS D'OXYGENE

La présence d'oxygène à bord du sous-marin représente un danger potentiel.

Les risques peuvent être raisonnablement limités par une conception appropriée des installations et des procédures d'opération.

En ce qui concerne les installations, les principes suivants ont été appliqués.

Il n'y a pas d'oxygène haute pression dans le sous-marin, tous les stockages sont extérieurs de même que les étages de détente. Les circuits d'oxygène qui traversent ou aboutissent dans la salle des machines, seul compartiment qui contienne des graisses et des hydrocarbures, sont sous double enveloppe dont l'inter-espace comporte un gaz inerte et un capteur d' $O_2$ .

## 3. STOCKAGE CRYOGENIQUE

### 3.1 Le stockage

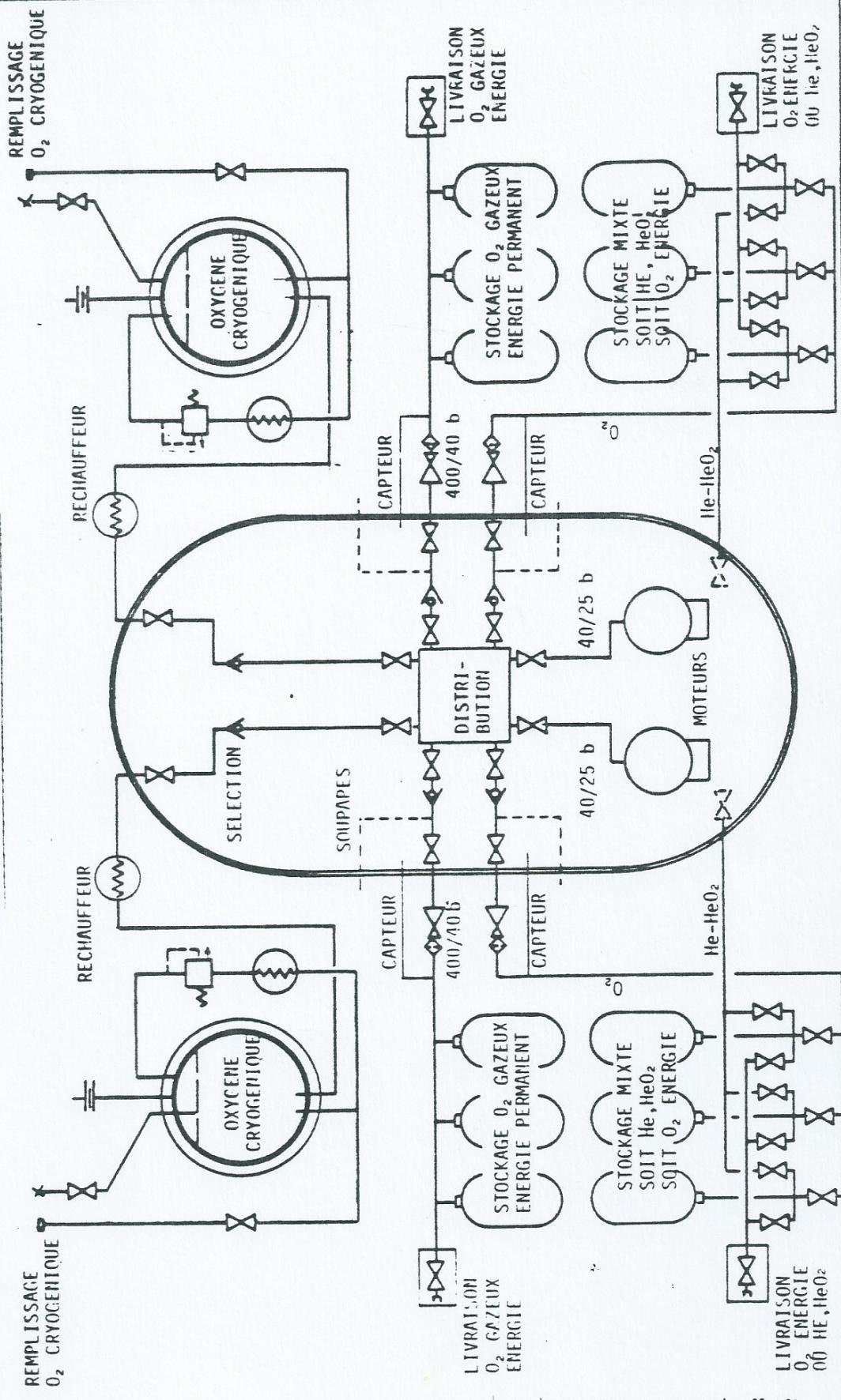
L'espace aménageable, entre le carénage et la coque résistante, permet de loger deux containers de capacité  $2,85 \text{ m}^3$  contenant de l'oxygène sous forme cryogénique, représentant au total un chargement de 6 500 kg d'oxygène dont 5 900 kg sont utilisables pour alimenter les moteurs Stirling pour une pression d'alimentation de 27 bar.

Les générateurs Stirling V 4 - 275 R utilisant de l'hélium comme gaz de travail ont une consommation nominale d'oxygène de 980 g/kWh.

Ce stockage d'oxygène liquide sera capable d'une production d'énergie de :

$$\frac{5\,900}{0,980} = 6\,000 \text{ kWh}$$

SYSTEME STOCKAGE OXYGENE POUR ENERGIE





### Caractéristiques des stockages d'oxygène liquide

- Double enceinte résistante avec espace annulaire isolé et sous vide poussé
- Longueur : 3,00 mètres
- Diamètre : 1,55 mètres
- Température de stockage : entre - 180° C et - 120° C
- Pression d'utilisation : inférieure à 40 bar

Les pertes thermiques prévues représentent environ une vaporisation de 0,3 % en volume par 24 heures. En mission, cet oxygène vaporisé peut être utilisé pour la régénération de l'atmosphère lorsque les moteurs Stirling sont à l'arrêt.

#### 3.2 Système d'évaporation

Il comprend :

- un évaporateur de mise en pression
- un évaporateur vers consommations
- un réchauffeur de gaz
- un ensemble de contrôle et de régulation

L'ensemble est protégé par un jeu de soupapes.

#### 4. STOCKAGE HAUTE PRESSION

##### 4.1 Généralités

Une partie de l'oxygène est stockée en bouteilles HP sous la pression initiale de 400 bar.

Ces bouteilles sont du type corps acier, renforcé par un fretteage composite.

##### 4.2 Stockage de l'oxygène pour les moteurs

La quantité stockée dépend du type de mission. En effet, un groupe de bouteilles HP est prévu pour pouvoir stocker soit de l'oxygène, soit de l'hélium. (cf. § 1. Gas stockés).

La capacité minimale de stockage d'oxygène HP réservé aux moteurs est de :

17 bouteilles de 160 l, soit à 400 bar	: 1 088 Nm <sup>3</sup>
--	-------------------------

La capacité maximale de stockage d'oxygène HP réservé aux moteurs est de :

(17 + 15) bouteilles de 160 l, soit à 400 bar	: 2 048 Nm <sup>3</sup>
8 bouteilles de 295 l, soit à 400 bar	: 944 Nm <sup>3</sup>
2 bouteilles de 630 l, soit à 400 bar	: 504 Nm <sup>3</sup>
<hr/>	
Total	3 496 Nm <sup>3</sup>



#### 4.3 Stockage de l'oxygène pour la respiration

Un groupe de bouteilles HP est spécialement affecté au stockage de l'oxygène pour la respiration.

Ce sujet est traité au chapitre 07.01 "Stockage et distribution des gaz de plongée".

Dans le cas des missions de longue durée sans intervention plongeurs, il est possible d'utiliser en complément les "fonds" des bouteilles déjà utilisés pour l'alimentation des Stirling qui seront à la pression résiduelle de 27 bar.

07.04 SPECIFICATION DE L'INSTALLATION HYDRAULIQUE1. GENERALITES1.1 Principes

L'installation hydraulique placée à bord du sous-marin SAGA I a pour fonctions d'assurer :

- au travers du réseau HPI "vital" le fonctionnement d'organes essentiels pour la sécurité du sous-marin, clapets de ballasts, vannes de mouvement d'eau, embrayages
- au travers des trois réseaux HP2, HP3, HP4, "de service" et selon les situations du sous-marin :
  - la manoeuvre des barres (barres de plongée et tuyères de direction).
  - l'alimentation des propulseurs de manoeuvre.
  - la manoeuvre des vannes et en particulier la manoeuvre des vannes de mouvement d'eau.
  - la manoeuvre des clapets de purge des ballasts.
  - la manoeuvre de différents équipements tels que apparaux de pont, panneaux, vérins de pose, etc...
  - l'alimentation du système de pressurisation des moteurs de propulsion.
- en secours, la propulsion du sous-marin en surface.

La plupart partie de ces récepteurs sont placés à l'extérieur de la coque résistante, dans l'eau; quelques-uns seulement sont installés à l'intérieur du sous-marin.

## 1.2 L'installation

Elle se compose essentiellement :

- d'un groupe de pompes,
- d'un groupe d'accumulateurs,
- d'un réseau de distribution principale,
- d'un réseau de reprise basse pression.

## 1.3 Particularités de l'installation

Elle réside dans le fait que la basse pression est maintenue égale à la pression d'immersion du sous-marin : pour ce faire, la bâche principale d'huile est placée à l'extérieur de la coque résistante ; une baudruche isole l'huile et la maintient sensiblement en équipression avec le gas oil des soutes, lui même en équipression avec l'eau de mer.

Cette disposition représente les caractéristiques suivantes :

- Système simple et léger,
- Matériel à l'extérieur, et n'encombrant pas l'intérieur du sous-marin,
- En cas de rupture de la membrane, peu probable puisqu'elle ne travaille pas élastiquement, pas d'introduction d'eau de mer dans l'huile,
- Enfin en surface, on bénéficie dans le circuit BP d'une légère surpression par rapport à la pression externe, du fait de la mise en pression du gas-oil par le château d'eau.

En revanche, ce système nécessite d'avoir des équipements intérieurs capables de résister à une pression permanente sur le retour de 61,5 bar à 600 mètres, mais cette condition est satisfaite par de nombreux appareils standard disponibles sur le marché.

#### 1.4 Conditions de fonctionnement

Les conditions de fonctionnement sont :

- Pression d'aspiration (BP)  $p = 0$  à  $61,5$  bar
- Pression efficace       $\Delta p = 80$  à  $120$  bar

Cette pression efficace moyenne de  $100$  bar a été jugée suffisante compte tenu des dimensions minima des récepteurs adoptés et des efforts généralement peu importants à mettre en jeu.

Elle permet par ailleurs d'utiliser des matériels standard ou directement dérivés de matériels standard, choisis pour leur conception et leur facilité d'adaptation à l'immersion.

- Pression de refoulement (HP)  $p + \Delta p = 80$  à  $181,5$  bar.  
Cette dernière pression, maximale, correspond à la situation extrême d'un retour en surface du sous-marin après une plongée jusqu'à  $600$  m et sans consommation d'huile

2. FLUIDE HYDRAULIQUE

Contraintes de choix du fluide hydraulique :

- **Point d'écoulement très bas** permettant, sans phénomène de cavitation sur les pompes, d'assurer des démarriages normaux à basse température (de - 25 à - 30° C)
- **Indice de viscosité très élevé et stable**, permettant un fonctionnement régulier, quelle que soit la température ambiante.
- **Protection des pompes**, présenter des propriétés anti-usure et anti-corrosives, quels que soient les métaux utilisés (bronze, alliages d'aluminium, etc...).
- **Protection des circuits** contre la rouille, même en couche mince; très bonne résistance à la formation de laques et dépôts. Très bonne filtrabilité.
- **Protection contre les actions de l'environnement** : bonne résistance aux effets nocifs de l'eau, de l'air, de la chaleur et du cisaillement.

Caractéristiques du fluide hydraulique

- Viscosité
  - . cst à 0° C : 85
  - . cst à 13° C : 45
  - . cst à 40° C : 17
- Indice de viscosité : 170
- Point d'écoulement : - 48° C

### 3. GENERATION DE DEBIT

#### 3.1 Généralités

##### 3.1.1 Consommation

On est amené à distinguer trois situations caractéristiques du fonctionnement de l'installation :

- Navigation normale (surface ou plongée).
- Sous-marin posé sur le fond.
- Manoeuvre ou d'approche d'un chantier.

La première situation se caractérise par une consommation permanente moyenne pour la commande des barres que l'on peut estimer à 6 l/min environ.

Dans la deuxième situation, pendant laquelle la consommation se limite aux fuites internes de quelques appareils et au fonctionnement de quelques récepteurs isolés, la consommation moyenne est faible.

La troisième situation est caractérisée par l'utilisation de récepteurs gros consommateurs : propulseurs de manoeuvre, vérins de pose, cabestans. La consommation instantanée peut atteindre des valeurs très élevées.

##### 3.1.2 Principe de la génération de débit

Compte tenu du caractère discontinu et irrégulier de la consommation, le système retenu fait appel à un groupe de pompes débitant dans des accumulateurs hydro-pneumatiques en tampon. La régulation du fonctionnement des pompes se fait à partir de la pression régnant en aval de ces accumulateurs.

### 3.2 Organisation de la production d'huile

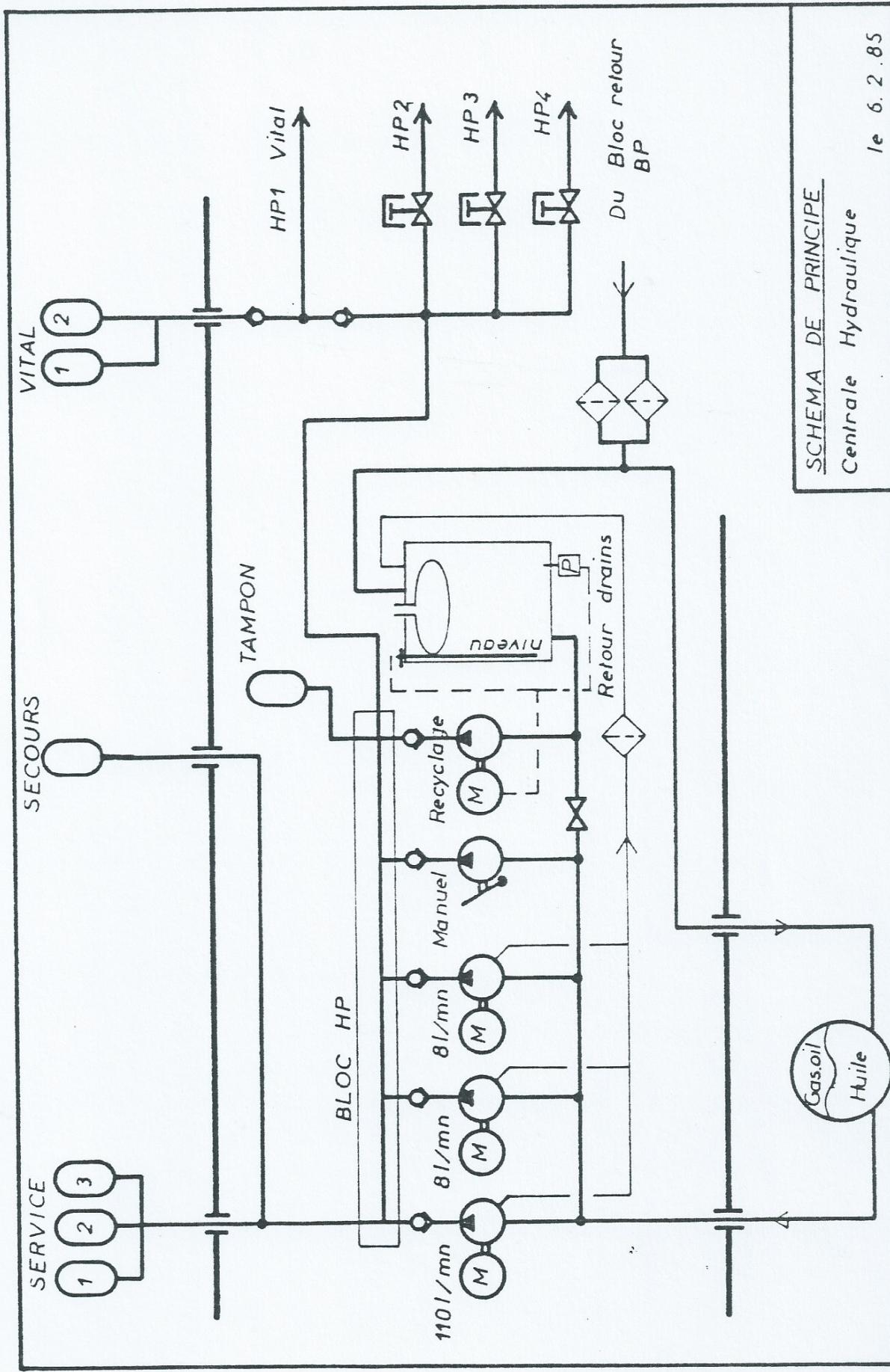
Voir schéma de principe page suivante.

Pour répondre dans les meilleures conditions (économie d'énergie en premier lieu) aux besoins ci-dessus, on a choisi d'adopter :

- Deux pompes 8 l/min identiques et redondantes. L'une tourne en permanence en cours de navigation avec une régulation par une soupape pilotée ou si la consommation est faible, en régime discontinu.  
L'autre pompe est en stand-by.
- Une pompe 110 l/min assure le débit pendant l'utilisation de récepteurs gros consommateurs. Elle fonctionnera alors en plus de l'une des deux pompes 8 l/min.

Une pompe à main est installée en secours. Elle a pour caractéristiques :

- Débit : 9,1 cm<sup>3</sup>/coup
- Pression maxi : 250 bar



### 3.3 Installation

L'ensemble génération de débit est constitué par 4 groupes montés en parallèle entre un collecteur d'aspiration BP et un collecteur de distribution HP; ce sont :

- Le groupe 110 l/mn..... 120 bar
- Les 2 groupes 8 l/mn..... 120 bar
- Le groupe secours manuel.

Les trois groupes principaux comportent :

- Une vanne d'isolement sur l'aspiration.
- La pompe entraînée par son moteur électrique.
- Une soupape de décharge pilotée.
- Un filtre haute-pression 20 microns.
- Un clapet de non-retour.

### 3.4 Fonctionnement de l'installation

#### 3.4.1 Les pressostats différentiels

Le fonctionnement de l'installation est automatique. Il utilise comme élément de référence la pression efficace sur le collecteur HP de distribution aux récepteurs. Ces informations de pression sont fournies par des pressostats différentiels.

Les niveaux détectés sont :

- 120 bar Pression service haute
- 90 bar Pression service basse
- 80 bar Pression basse 1er niveau
- 75 bar Pression basse 2ème niveau alarme

### 3.4.2 pompes 8 l/min - 120 bar

Chacune des deux pompes est indépendante et peut se trouver dans l'un des états suivants :

- hors service
- en service :
  - . marche continue
  - . marche discontinue

Le choix de ces différents états s'effectue manuellement par un bouton poussoir de sélection sur le panneau du rack n° 6 dans le P.C. Une commande en parallèle est installée dans la salle des machines.

#### \* Marche continue

La pompe tourne en permanence. La régulation s'effectue par la soupape de décharge pilotée :

- A 120 b l'électro-distributeur de pilotage est mis sous tension. (La pompe tourne à vide).
- A 90 b l'électro-distributeur de pilotage est mis hors tension (la pompe alimente les accumulateurs).
- A 90 b < P < 120 b possibilité de mettre l'électro-distributeur de pilotage hors tension (la pompe alimente les accumulateurs).

#### \* Marche discontinue :

- A 90 b la pompe se met en marche.
- A 120 b la pompe s'arrête.

L'électro-distributeur de pilotage est toujours hors tension.

#### \* Marche secours

En cas de défaillance ou d'insuffisance de la pompe 8 l/min en service, la pompe 110 l/min est mise en route automatiquement à 80 bar, son fonctionnement est signalé au P.C. Si le démarrage automatique de la pompe 110 l/mn ne s'effectue pas à 80 b, un deuxième essai est fait à 75 b et l'alarme pression basse est déclenchée au P.C.

Pour mettre en route la pompe secours de 8 l/min, il faut ouvrir manuellement la vanne sur l'aspiration de la pompe, située sur le panneau de commande de la centrale.

#### 3.4.3 Pompe 110 l/min

Elle a été dimensionnée pour faire face à la consommation des récepteurs gros débits : vérins de pose, propulseurs auxiliaires, treuil d'ancrage ...

Elle fonctionne normalement en automatique selon deux modes :

- fonctionnement discontinu, lorsque le réseau HP3 rassemblant les récepteurs gros débits n'est pas alimenté, de façon identique à la pompes 8 l/min
- fonctionnement continu, lorsque le réseau HP3 est alimenté, de façon identique au fonctionnement continu de la pompe 8 L/min.

La pompe 110 l/min peut également être commandée manuellement de la même façon que les pompes 8 l/min pour la propulsion secours.

#### 3.4.4 Contrôles

Par pompe :

- un ampèremètre sur le moteur électrique reporté au P.C.
- un manomètre mesurant la pression de refoulement de la pompe, en local.
- un indicateur de colmatage sur le filtre de refoulement de chaque pompe reporté au P.C.

#### 4. ACCUMULATEURS ET DISTRIBUTION

##### 4.1 Descriptif

Le collecteur HP recevant les débits des pompes, alimente par des clapets de non-retour les accumulateurs hydro-pneumatique constituant 2 ensembles.

Un premier ensemble constitué par :

- le groupe de "service" de trois accumulateurs de 50 l chacun, situés à l'extérieur de la coque
- l'accumulateur "secours" de 50 l, situé à l'extérieur de la coque
- l'accumulateur "tampon" de 5 l, situé à l'intérieur de la coque

débite par un jeu de vannes et de clapets de non-retour dans un bloc de distribution alimentant les différents réseaux de récepteurs ( HP 1, HP 2, HP 3, HP 4).

Le groupe "vital", constitué de deux accumulateurs de 50 l chacun, situé à l'extérieur de la coque débite en aval du bloc de distribution directement dans le réseau "vital" HP 1 qui est isolé des autres circuits par deux clapets anti-retour. Il permet de maintenir la pression HP dans ce réseau en cas de perte de la HP sur les autres réseaux.



#### 4.2 Les blocs d'alimentation distribution

Chacun de ces groupes d'accumulateurs est relié à un bloc d'alimentation-distribution remplissant les fonctions suivantes :

- Liaison avec le collecteur HP commun au refoulement des pompes.
- Liaison avec le bloc de distribution des réseaux pour les groupes d'accumulateurs "service", "secours" et "tampon", et avec le réseau HP 1 pour le groupe d'accumulateurs "vital".
- Par bloc, un manomètre différentiel mesure la pression entre le groupe d'accumulateur et la B.P.

L'accumulateur "tampon" peut être également alimenté, et lui seul, par la pompe à main.

#### 4.3 Bloc de distribution générale

Ce bloc est alimenté :

- En situation normale par le groupe d'accumulateurs de service, à travers un clapet de non-retour.
- En situation de secours par l'accumulateur "secours", après ouverture d'une vanne manuelle normalement fermée, ou par la pompe à main de l'accumulateur "tampon", après ouverture d'une vanne manuelle normalement fermée.

Ce bloc distribue la pression aux différents réseaux d'utilisation. Il est raccordé aux circuits BP par l'intermédiaire d'une vanne de décompression.

La pression de ce bloc sert de référence au groupe de pressostats différentiels.

## 5. CIRCUITS BP ET CIRCUITS A PRESSION ATMOSPHERIQUE

### 5.1 Circuits BP - Retour à la bâche

#### **Retour et filtration**

Tous les circuits B.P. en provenance des blocs de raccordement reviennent à la centrale par un circuit unique.

Sa pression est limitée à 70 bar par une soupape refoulant dans la bâche intérieure (cf. § 5.2).

Le débit BP traverse ensuite un filtre duplex (filtration 40 microns) muni d'un indicateur de colmatage électrique retransmis au PC et au calculateur central.

Ce filtre comporte une vanne compensée en tension permettant la commutation d'une cartouche sur l'autre pendant le fonctionnement du circuit.

#### **La bâche principale**

Cette bâche, d'une capacité maximum de 370 l, est placée à l'extérieur de la coque épaisse dans l'axe longitudinal entre les sorties des sas tribord et bâbord.

Une membrane en caoutchouc divise l'espace intérieur en deux volumes distincts variables, chacun de 0 à 370 l ; le volume inférieur contient l'huile, le volume supérieur contient du gas-oil et est en liaison avec la caisse à gas-oil bâbord.

Ainsi l'huile est maintenue, en plongée, en équipression avec l'eau de mer puisque les caisses à gas-oil sont elles-mêmes en communication directe avec l'eau de mer.

Un manomètre 0 - 100 bar est monté sur le collecteur d'aspiration des pompes.



## 5.2 Circuits à pression atmosphérique – Groupe de recyclage des fuites

Certains appareils sont conçus pour fonctionner avec un débit de fuite à la pression atmosphérique.

### Bâche intérieure

Cette bâche reprend ces débits ainsi que le retour de la soupape du circuit BP, d'un volume total de 150 l, elle est installée entre deux couples renforts.

Elle est munie intérieurement d'une baudruche évitant le contact huile/air et les risques de pollution de l'huile qui en résultent. En cas de problème sur la bâche externe, il est possible de disposer les circuits pour envoyer tout le débit B.P. dans la bâche interne.

### Groupe de recyclage des fuites

Il est composé d'une pompe 8 l/min 6 bar qui débite directement dans le circuit BP à travers un clapet de non-retour.

Le contrôle de niveau automatique de la bâche se fait par un pressostat qui commande le fonctionnement automatique de la pompe 8 l/min - 60 bar.

### Circuits de drainage

Les drainages des pompes principales sont ramenés à la bâche intérieure après traversée d'un filtre 20 microns.



## 6. PROPELLION DE SECOURS

Un jeu de vannes monté sur le refoulement de la pompe 110 l/mn permet d'isoler celle-ci de l'installation et d'alimenter directement un moteur hydraulique de propulsion. La mise en marche de cette pompe est alors assurée manuellement, les pressostats n'ayant plus aucune action.

Le retour de l'huile s'effectue normalement à la bâche. Le circuit aspiration de la pompe n'est pas modifié.

## 7. RECEPTEURS - DISTRIBUTION

### 7.1 Généralités

Les récepteurs sont répartis sur 4 réseaux de distribution : HP1; HP2; HP3; HP4, d'après la nature et l'importance de leurs fonctions.

Le réseau HP1 est constamment sous pression et alimente les récepteurs vitaux pour le sous-marin.

Le réseau HP2 alimente tous les récepteurs nécessaires à la navigation. Il est isolé par une vanne téléopérée pendant les autres situations.

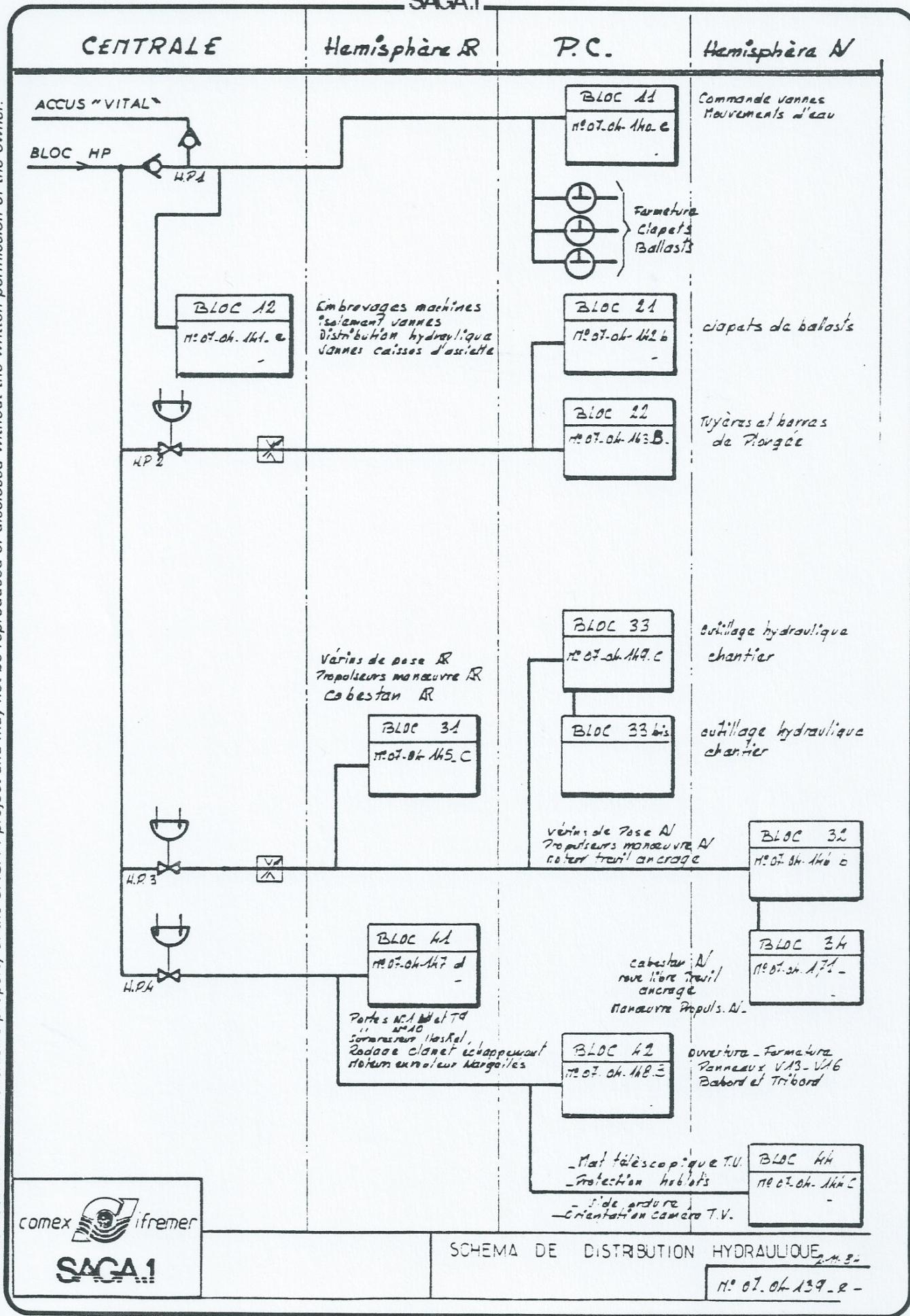
Le réseau HP3 alimente les récepteurs gros consommateurs d'huile.

Le réseau HP4 alimente les récepteurs divers à usage très intermittent.

Les réseaux HP3 et HP4 sont normalement isolés par des vannes téléopérées. On ne les met sous pression que pendant les périodes d'utilisation des récepteurs en aval.

Ces dispositions permettent de limiter les fuites internes au niveau des électro-distributeurs, donc de réduire la consommation d'énergie.

Le schéma de distribution (voir page suivante) donne la répartition des différents blocs de raccordement et leur situation sur le sous-marin.



## 7.2 Réseau HP1

Le réseau HP1 est dit réseau "vital" du sous-marin. Il est constamment alimenté. En cas de besoin, il est secouru par le groupe d'accumulateur "vital".

Il alimente les blocs distributeurs 11 et 12 ainsi que la sécurité hydraulique des clapets de purge des ballasts.

### 7.2.1 Bloc distributeur n° 11

Ce bloc dessert les opérateurs hydrauliques des vannes de mouvement d'eau des régulateurs et des caisses de compensation.

Chaque opérateur est piloté par un électro-distributeur, lui-même commandé par interrupteur électrique, situé dans le P.C.

Un électro-distributeur assure la fermeture automatique de toutes les vannes sur non-alimentation électrique 120 V. Dans ce cas, l'opération des vannes peut se faire manuellement.

### 7.2.2 Bloc distributeur n° 12

Ce bloc dessert :

- les vannes téléopérées sur centrale hydraulique et circuit de distribution : sectionnement de l'aspiration de la pompe 110 l/mn et des réseaux de distribution HP2, HP3 et HP4.
- les vannes télécommandées des embrayages de la chaîne cinématique des moteurs Diesel et Stirling.
- la vanne téléopérée de sectionnement du circuit eau des caisses d'assiette.

L'ensemble des opérateurs hydrauliques de ce bloc est piloté par électro-vannes, commandées par interrupteurs situés au P.C.

En ce qui concerne les embrayages, le calculateur "régulation, pilotage de la centrale d'énergie" peut interdire certaines manoeuvres en fonction des consignes données.

### 7.2.3 Sécurité hydraulique des clapets de purge des ballasts

Chacun des 12 clapets de purge de ballast est opéré par une presse hydraulique dont la petite section, qui applique le clapet sur son siège, est alimentée en permanence par le réseau HP1.

## 7.3 Réseau HP2

Ce réseau alimente tous les récepteurs nécessaires à la navigation. Il peut être isolé pendant les autres situations de l'utilisation du sous-marin.

Il alimente les blocs n° 21 et 22.

### 7.3.1 Bloc distributeur n° 21

Ce bloc dessert :

- les opérateurs des clapets de purge des ballasts, du côté grande section de la presse.

Chacun des 12 opérateurs est piloté par un électro-distributeur. Ceux-ci sont du type indexé, à verrouillage mécanique.

Leur commande s'effectue depuis le P.C. par interrupteurs groupant

- les 4 clapets des ballasts AV supérieurs Bd et Td
- les 4 clapets des ballasts AV inférieurs Bd et Td
- le clapet ballast central Bd
- le clapet ballast central Td
- les 2 clapets des ballasts Bd et Td.



La position des clapets est indiquée au P.C. par deux voyants indépendants par clapet (ouvert et fermé).

En sécurité, un interrupteur à clé condamne, en position fermée, les commandes électriques des clapets, ceci afin d'éviter une purge involontaire des ballasts en surface.

#### 7.3.2 Bloc distributeur n° 22

Ce bloc dessert les presses des barres de plongée ainsi que celles des tuyères.

Ces presses, au nombre de quatre, sont du type double effet, simple tige.

Chaque presse est pilotée par électro-distributeurs.

Les presses des barres d'une part et des tuyères d'autre part sont synchronisées électriquement. La commande des électro-distributeurs se fait par l'intermédiaire du poste de pilotage SAGEM (voir spécification 08.01 "Pilotage automatique").

#### 7.4 Réseau HP3

Ce réseau alimente les récepteurs gros consommateurs d'huile par l'intermédiaire des blocs n° 31, 32, 33, 33bis et 34.

Il peut être isolé par vanne téléopérée.

##### 7.4.1 Blocs distributeurs n° 31, 32 et 34

Le bloc n° 31 alimente le réseau AR, les blocs n° 32 et 34 le réseau AV.

Ils desservent :

- Les vérins de pose (bloc n° 31 et 32)

Au nombre de quatre, ils peuvent chacun supporter un effort axial de 11 tonnes pour une course de 2,2 mètres.



Le temps de manoeuvre des vérins est limité par le débit maximal de la centrale hydraulique. Il est prévu de n'opérer les pieds que deux par deux, pour la manoeuvre de soulèvement du sous-marin.

La commande de sortie et de rentrée des tiges de vérin se fait à partir d'un pupitre de commande situé au P.C., par l'intermédiaire de deux manipulateurs permettant de sortir ou de rentrer ensemble les deux vérins AV ou les deux vérins AR et d'ajuster la course de chaque vérin séparément. Un manipulateur permet également de sortir ou de rentrer les quatre vérins ensemble pour les manoeuvres d'approche.

Un détecteur de proximité par pied indique au P.C. par voyant si celui-ci est appuyé au sol.

Un autre détecteur indique par voyant si le pied est complètement rentré.

- Les propulseurs de manoeuvre (blocs n° 31 et 32)

Ils sont au nombre de quatre :

- transversal et vertical AV
- transversal et vertical AR.

Chaque propulseur est équipé d'un moteur hydraulique à pistons radiaux donnant une vitesse de rotation d'environ 500 tr/mn.

Les propulseurs sont intégrés de façon fixe à la coque mince, sauf en ce qui concerne le propulseur vertical AV, qui est monté sur un panneau pivotant afin de se dégager du carénage. Cette manoeuvre est opérée hydrauliquement à partir du bloc distributeur n° 34.

La commande hydraulique de chaque propulseur est du type "tout ou rien", dans les deux sens de rotation par l'intermédiaire d'un électro-distributeur.



Les commandes électriques sont doublées : P.C. et poste de pilotage avant. Une commande supplémentaire des propulseurs transversaux est placée sur le poste portatif, prévu pour le pilotage depuis le kiosque.

- Les cabestans (blocs n° 31 et 34)

Deux cabestans, un à l'avant, l'autre à l'arrière, équipent le pont du sous-marin.

Ils sont équipés de moteurs hydrauliques lents permettant un couple de 65 mkg pour une vitesse de virage de 15 m/mn.

Les moteurs sont pilotés par électro-distributeur. La commande électrique est placée sur un boîtier, placé près du cabestan en surface pour contrôler la manœuvre.

- Le treuil d'ancrage (blocs n° 32 et 34)

Placé à l'avant du sous-marin, il est motorisé hydrauliquement par un ensemble assurant à la fois la rotation dans un sens, le débrayage/embrayage du moteur et le frein.

Moteur et frein sont pilotés chacun par un électro-distributeur.

Les commandes électriques sont doublées : P.C. et boîtier amovible, à disposer en surface à côté du treuil. Le tableau de contrôle du P.C. est équipé de voyants indiquant l'état du frein, la marche du treuil et la position de l'ancre dans l'écubier.

#### 7.4.2 Blocs distributeurs n° 33 et 33bis

Ils sont disponibles pour des outillages de chantiers sous-marins. Ils sont prévus pour satisfaire de gros débits à partir de la pompe 110 l/mn.

Ils ne comportent aucun organe de régulation. Ceux-ci seront installés à la demande.

Les commandes sont du type électro-hydraulique par boutons poussoir avec voyants.

#### 7.5 Réseau HP4

Ce réseau alimente les récepteurs divers à usage très intermittent par l'intermédiaire des blocs n° 41, 42 et 44. Il peut être isolé par vanne téléopérée.

##### 7.5.1 Bloc distributeur n° 41

Ce bloc dessert :

- Les moteurs hydrauliques de verrouillage des portes 1 Td et 1 Bd, permettant la sortie à la mer à partir des sas. Sur chaque porte, le verrouillage est effectué par déplacement radial de trois secteurs plans, obtenu par rotation de la vis d'un système vis-écrou.

Ces mécanismes jouant un rôle vital pour la sécurité du sous-marin, les moteurs sont alimentés par l'intermédiaire d'un multiplicateur mécanique de pression permettant d'accroître le couple de manœuvre.

Chaque moteur est piloté par un électro-distributeur, commandé électriquement depuis le contrôle plongée.

- Les moteurs hydrauliques de manoeuvre des portes 1 Td, 1 Bd et de la brèche n° 10

Chaque porte 1 Td et 1 Bd est équipée de deux vérins rotatifs, raccordés en parallèle et montés sur le même axe.

Les manoeuvres d'ouverture et de fermeture se font par l'intermédiaire d'un électro-distributeur par porte et commandé électriquement depuis le poste de contrôle plongeurs pour les portes 1 Td et 1 Bd et depuis la salle des machines pour la brèche n° 10.

- Le groupe surpresseur de gaz

Le surpresseur retenu comporte son propre groupe de cyclage. Il est fait pour fonctionner avec un débit d'huile d'alimentation de 8 l/mn.

Sa mise en route est effectuée depuis le poste de contrôle plongeurs par l'intermédiaire d'un électro-distributeur.

- Le moteur de rodage du clapet d'échappement

Il entraîne le clapet d'échappement pendant les phases de rodage (vitesse de 600 tr/min, consommation de l'ordre de 8,5 l/min).

La commande se fait à partir de la salle des machines par l'intermédiaire d'un électro-distributeur.

#### 7.5.2 Bloc distributeur n° 42

Ce bloc dessert l'ouverture des panneaux des coffres à matériel à l'aide de vérins rotatifs, commandés par électro-distributeurs depuis le P.C.

### 7.5.3 Bloc distributeur n° 44

Ce bloc dessert :

- La manoeuvre des panneaux de protection des hublots avant, à l'aide de vérins rotatifs, commandés par électro-distributeurs depuis le P.C.

Une commande "fermeture générale" est placée en sécurité à proximité de chaque hublot du poste de pilotage avant ainsi qu'au P.C.

- La manoeuvre de la porte extérieure du sas vide-ordures, à l'aide d'un vérin rotatif, commandé par un électro-distributeur depuis un boîtier, placé à proximité du sas.
- La manoeuvre du mât de reprise de vue
- La rotation de la caméra T.V. de reprise de vue

Ces trois dernières fonctions sont commandées par électro-distributeurs depuis le P.C.

07.05 SERVICE DES EAUX

1. GENERALITES

A bord du sous-marin, les circuits d'eau ont une grande importance pour la vie et l'hygiène de l'équipage et une incidence sur la pesée et l'équilibrage du sous-marin.

Les circuits sont de trois sortes bien différentes et ne doivent pas être mélangés.

- Ce sont : - le circuit d'eau douce,  
                   - les circuits d'eau de mer,  
                   - les circuits d'eaux usées.

2. LE CIRCUIT D'EAU DOUCE

Du fait de la durée des missions ,il ne peut être prévu d'embarquer la capacité totale d'eau douce pour des questions d'encombrement et de poids.

Aussi, il est prévu un dessalinisateur à osmose inverse d'un débit suffisant pour subvenir aux besoins journaliers de l'équipage.

2.1 Stockage

2.1.1 Détermination de la quantité nécessaire par jour

**Habitat hyperbare**

Six hommes (pour une saturation à 450 m maxi).

- |                   |                                 |
|-------------------|---------------------------------|
| - Lavabo          | : 24 l                          |
| - Chasse d'eau WC | : 42 l 1 par homme et par jour  |
| - Douches         | : 120 l 2 par homme et par jour |
| - Lavages divers  | : 14 l                          |

Total      200 l

### Compartiment atmosphérique

Six hommes.

- Lavabo	:	24 l
- Chasse d'eau WC	:	42 l    1 par homme et par jour
- Douches	:	60 l    1 par homme et par jour
- Lavages divers	:	14 l
		_____
Total		140 l

A ceci il faut ajouter la consommation d'eau pour la cuisine : 3 l par homme :

Total                36 l.

**Total général : 200 + 140 + 36 = 376 l**

Par homme        : 31 l

#### 2.1.2 Caisse à eau douce du compartiment atmosphérique

Elle est située dans la partie avant du sous-marin sous le plancher entre les varangues 39 et 41. Cette caisse a un volume intérieur de 800 l environ.

#### 2.1.3 Caisse à eau douce de l'habitat hyperbare

Cette caisse est formée de deux réservoirs de 100 l chacun :

- un réservoir d'eau douce froide en acier inox, traité anti-bruit par l'extérieur
- un réservoir d'eau douce chaude en acier inox, isolé extérieurement. Pour éviter d'installer dans le compartiment hyperbare un chauffe-eau, il reçoit directement de l'eau chaude du compartiment atmosphérique

Cette caisse est située sous la couchette inférieure Td et épouse un côté de la virole du compartiment.

Chaque réservoir est mis en équipression avec le compartiment. Un tube transparent extérieur permet d'en vérifier le niveau.

## 2.2 Groupe dessalinisateur

Ce groupe est à osmose inverse. Son efficacité varie entre 5 à 25 % selon la température de l'eau et la pression; la consommation maxi est de 3 kW.

- Débit d'alimentation : 13 l/mn
- Débit de production : 3,2 l/mn soit 25 % à 25° C

Il est prévu pour marcher de façon intermittente.

## 2.3 Circuit d'utilisation dans le compartiment atmosphérique

### 2.3.1 Pompe HP transfert compartiment atmosphérique/habitat hyperbare

Le remplissage de la caisse d'eau douce de l'habitat hyperbare se fait à partir du compartiment atmosphérique par une petite pompe haute pression prévue à cet effet.

Cette pompe permet d'envoyer successivement de l'eau chaude prise à partir du collecteur EC ou de l'eau froide pompée dans la caisse par un jeu de vannes.

L'eau refoulée est renvoyée dans le réservoir froid ou chaud de l'habitat hyperbare par une tuyauterie isolée passant par l'extérieur du sous-marin.

### 2.3.2 Groupe hydrophore

L'eau douce est mise en pression à l'aide d'un groupe hydrophore (pompe plus accumulateur) de petite capacité.

Le fonctionnement de ce groupe est rendu automatique à l'aide d'un pressostat. L'aspiration se fait dans la caisse à eau douce en passant par un clapet de non-retour et une vanne.

Le groupe est doublé d'une pompe manuelle qui permettra de pallier une panne de l'hydrophore. Cette pompe est normalement isolée par vannes.

### 2.3.3 Distribution

A la sortie de l'hydrophore l'eau est envoyée à un tableau de distribution d'où partent les différentes canalisations en direction de :

- l'évier de la cuisine,
- le lavabo de l'équipage,
- la poulaine,
- la douche,
- le chauffe-eau
- la salle des machines,
- la pailasse du laboratoire,
- la pompe HP de transfert d'eau douce,
- la prise d'eau extérieure sur le pont (afin d'utiliser l'eau du port lorsque le sous-marin est à quai).

Un robinet d'eau douce est prévu dans la salle des machines pour compléter éventuellement l'eau de réfrigération du diesel, des Stirling et des compresseurs.

L'eau chaude est produite par un chauffe-eau de 200 l, elle est distribuée ensuite à :

- l'évier de la cuisine,
- l'évier du laboratoire,
- l'évier de l'équipage,
- la douche,
- la caisse du compartiment hyperbare par l'intermédiaire de la pompe HP de transfert.

## 2.4 Circuit d'utilisation dans le compartiment hyperbare

### 2.4.1 Circuit d'eau froide

A partir du réservoir eau froide une pompe faible débit met en pression, à la demande, le circuit qui alimente la douche, le lavabo et les W.C.

### 2.4.2 Circuit eau chaude

De la même manière, à partir du réservoir d'eau chaude, une pompe alimente la douche et le lavabo.

## 3. LES CIRCUITS EAU DE MER

### 3.1 Utilisation

L'eau de mer alimente deux circuits :

- Le circuit eau de mer propre, desservant :
  - . le dessalinisateur pour la production d'eau douce
  - . le circuit eau de mer en secours du circuits eau douce
- le circuit de refroidissement de l'échappement du diesel.  
décrit en spécification 02.00 § 3.1.2 "Circuit auxiliaire du moteur diesel".

Sur les circuits d'admission de l'eau de mer, la vanne de coque est doublée à proximité par une vanne de sectionnement téléopérée depuis le P.C.

Sur les circuits de refoulement de l'eau de mer, la vanne de coque est doublée à proximité par un clapet anti-retour.

### 3.2 Le circuit eau de mer propre

Le circuit d'admission de l'eau de mer comprend : la crépine d'admission, le passage de coque avec vanne, une vanne téléopérée depuis le P.C., un détendeur limitant la pression aval à 4 bar et un jeu de vannes manuelles situées au P.C. orientant le débit vers le circuit dessalinisateur ou le circuit groupe hydrophore.

#### 3.2.1 Circuit dessalinisateur

Le débit vers le dessalinisateur est réchauffé dans l'échangeur également utilisé par le chauffage des plongeurs (cf. spécification 05.1).

En surface, la dessalinisation est alimentée par une pompe qui remonte la pression d'admission à 4 bar.

#### 3.2.2 Circuit groupe hydrophore eau de mer

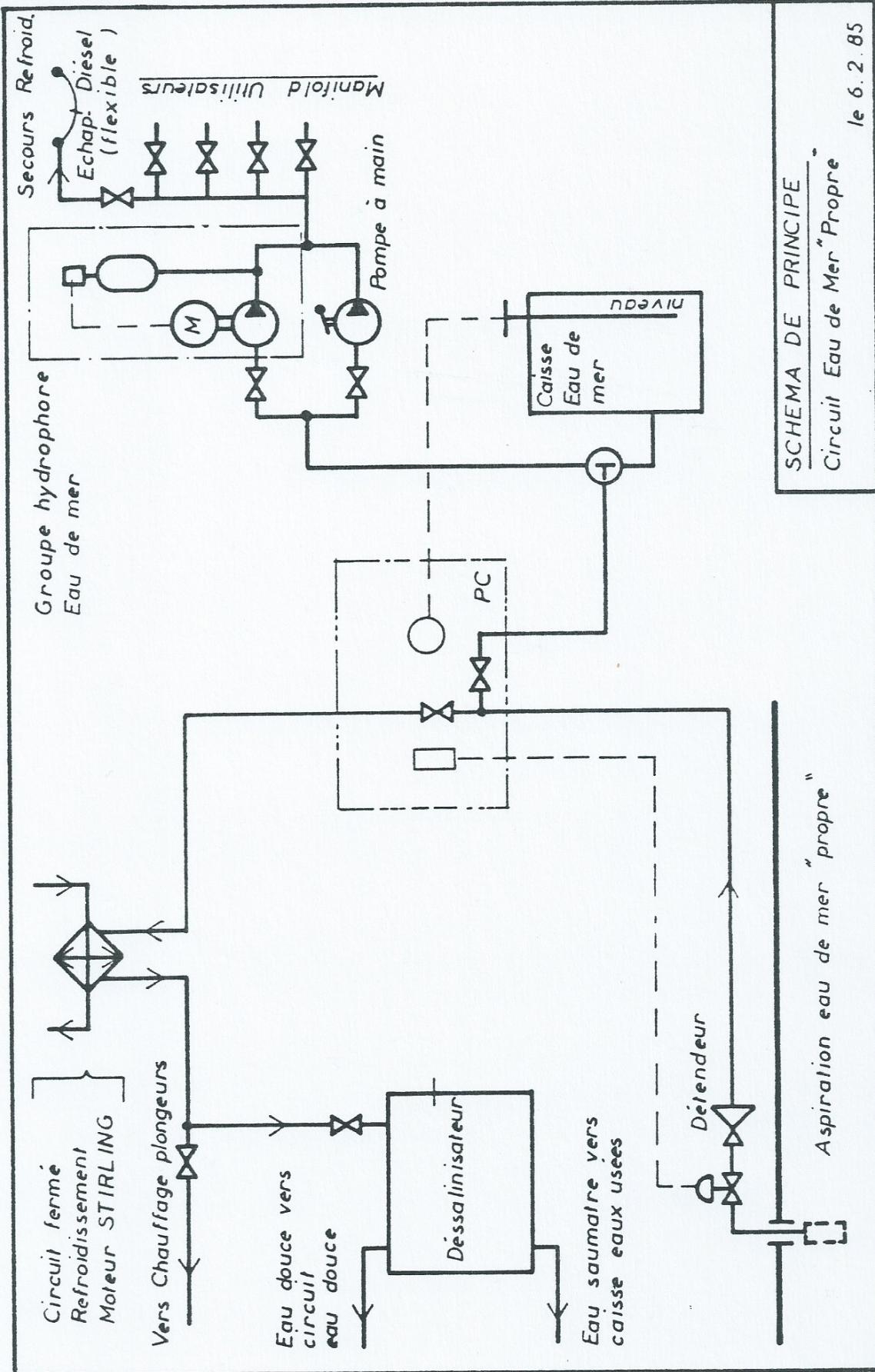
Ce circuit est prévu en secours du circuit eau douce.

L'eau de mer admise est prélevée sur le circuit du dessalinisateur après le détendeur.

Une vanne 3 voies - 2 positions permet d'admettre l'eau vers la caisse d'eau de mer ou de transférer l'eau de la caisse vers le groupe hydrophore.

#### Stockage

L'eau de mer est stockée dans la caisse "eau de mer" de 110 l en acier inox, située sous la caisse à eau douce dans la partie avant du sous-marin. Cette caisse est équipée d'une jauge de niveau dont l'indication est reportée au Poste Central.



### Groupe hydrophore

C'est un groupe similaire à celui de l'eau douce, mais la pompe a les mêmes caractéristiques que la pompe de refroidissement de l'échappement diesel de manière à pouvoir être utilisée à la place de cette dernière en cas de besoin en disposant provisoirement un flexible.

Le fonctionnement de ce groupe est rendu automatique à l'aide d'un pressostat.

## 4. LES CIRCUITS DES EAUX USEES ET D'ASSECHEMENT

Voir schéma de principe page suivante.

### 4.1 Circuits dans le compartiment atmosphérique

#### 4.1.1 Circuits eaux usées

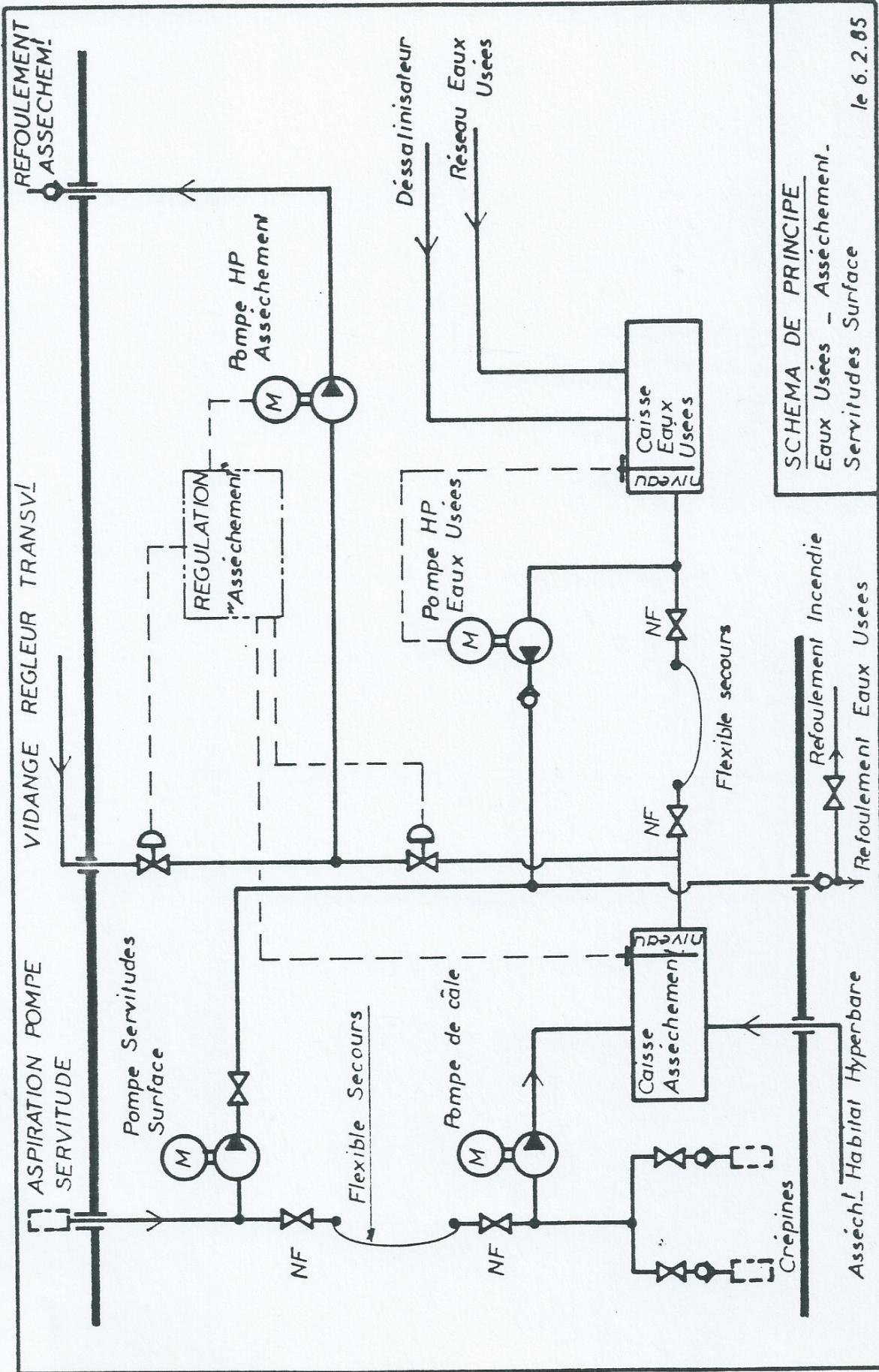
Ces circuits collectent les écoulements :

- des eaux usées domestiques (lavabos, douches, éviers),
- l'eau saumâtre du dessalinisateur.

Ces eaux sont stockées dans une caisse de 110 l "eaux usées" en acier inox, située sous la caisse d'eau douce entre les couples S.39 et S.41. On dispose ainsi d'une pente d'écoulement de 1 à 1,5 mètres.

La vidange de la caisse se fait par la "pompe HP eaux usées" (700 l/h, 65 bar de refoulement), aussi bien en surface qu'en plongée. Lorsque cette caisse est vide ou pleine, une détection par jauge de niveau met en marche ou arrête la pompe automatiquement.

En cas de besoin, il est possible de disposer un flexible de façon à relier par les fonds la caisse eaux usées à la caisse assèchement qui ont un même niveau et d'assurer ainsi l'évacuation par la pompe HP d'assèchement.



#### 4.1.2 Poulaine du compartiment atmosphérique

Les eaux usées des poulaines passent dans un broyeur, puis sont stockées dans un sas de poulaine de 100 l, placé dans la partie inférieure du sous-marin, compartiment entre les sections 36 et 37. Ce sas de forme sphérique comporte à l'intérieur une membrane souple en néoprène qui élimine tout contact entre l'air de chasse et les eaux usées de façon à éviter les odeurs. Les eaux broyées pénètrent dans la partie inférieure du sas par une vanne 3 voies. Cette vanne sert à mettre le sas en communication, soit avec la mer, soit avec la poulaine. Pour chasser les eaux usées, on met le sas en communication avec la mer et l'on chasse à l'air comprimé par la partie supérieure du sas.

Pour utiliser à nouveau le sas, on ferme la vanne de coque, on purge l'air de chasse dans le sous-marin et on manoeuvre la vanne 3 voies pour le mettre en communication avec la poulaine. Un système de verrouillage mécanique empêche d'envoyer de l'air sous pression dans le sas, si la vanne 3 voies est ouverte du côté poulaine.

#### 4.1.3 Assèchement du compartiment atmosphérique - vidange régleur transversal

L'eau de cale peut circuler librement d'un bout à l'autre du sous-marin grâce à des anguillers prévus dans les renforts à la construction.

Un collecteur muni de crêpine circule au fond du compartiment. Un jeu de vannes permet de recueillir l'eau à l'une ou l'autre extrémité du compartiment atmosphérique.

L'eau de cale est aspirée par une "pompe BP de cale atmosphérique" (3850 l/h, refoulement 1,2 bar) placée au milieu du compartiment.

Elle refoule dans la caisse d'assèchement de 110 l en acier inox, située entre les sections 22 et 23.

En plongée, l'eau de cette caisse est évacuée par la "pompe HP assèchement à pistons 2000 l/h, refoulement 65 bar".

Une détection par jauge de niveau met en marche ou arrête la pompe automatiquement.

Cette pompe HP reçoit également à l'aspiration la vidange du régleur transversal. La pompe, ainsi que les vannes télécommandées, associées sont commandées en deuxième priorité depuis le tableau régleur au P.C.

En cas de besoin, il est possible de disposer un flexible de façon à relier par les fonds la caisse eaux usées et la caisse assèchement et d'assurer ainsi l'évacuation par la pompe HP eaux usées.

## 4.2 CIRCUITS DANS L'HABITAT HYPERBARE

### 4.2.1 Poulaine et eaux usées de l'habitat hyperbare

Les eaux des poulaines passent par un broyeur électrique. Toutes les eaux usées de l'habitat (servitudes et poulaine) sont récupérées dans le sas de poulaine. Le sas est placé à l'extérieur de la coque épaisse dans la partie inférieure entre les deux sas. La conception et le fonctionnement de ce sas sont identiques à celui du compartiment atmosphérique.

### 4.2.2 Assèchement de l'habitat hyperbare

Deux cas peuvent se présenter :

#### **Porte sas ouverte :**

- L'eau est évacuée par une "pompe BP de cale" qui débite environ 1 200 l/h à une pression de refoulement de 1,5 à 3 bar. L'eau est refoulée à l'extérieur par un tuyau souple passant par le sas en service. Cette conception évite d'avoir un passage de coque direct avec l'extérieur, dans l'habitat hyperbare.

#### **Porte sas fermée**

- L'eau est refoulée vers le compartiment atmosphérique, à l'aide de la "pompe BP de cale" par une tuyauterie passant par l'extérieur, dans la caisse d'assèchement du compartiment atmosphérique.

## 4.3 INCENDIES EN SURFACE

La pompe BP de servitude à gros débit (30 m<sup>3</sup>/h) placée dans la salle des machines alimente une bouche incendie située à l'extérieur sur le pont.



Il est également possible de disposer des flexibles de façon à utiliser cette pompe en surface pour :

- assécher les fonds du compartiment atmosphérique sans passer par la caisse d'assèchement,
- vider la caisse des eaux usées,
- vider la caisse d'assèchement.