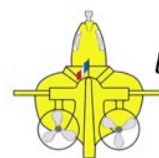


## SPECIFICATION D'ENSEMBLE

- Coque résistante
- Coque Extérieure et charpente
- Installations de propulsion
- Installations relatives à la pesée
- Installations électriques
- Aménagements intérieurs - Habitabilité
- Installations relatives aux fluides
- Équipements de navigation et de contrôle

## -Installations plongée

- Calculs - Maquettes - Essais



*Les Compagnons  
du SAGA*



09. - INSTALLATIONS RELATIVES A LA PLONGEE

09.00 GENERALITES SUR LA SATURATION ET LA PLONGEE



## S O M M A I R E

	<u>Page</u>
09.00 GENERALITES SUR LA SATURATION ET LA PLONGEE	
1. INTRODUCTION.....	1
2. GENERALITES SUR LES INTERVENTIONS PAR PLONGEURS.....	1
3. PRINCIPAUX DEVELOPPEMENTS.....	3
3.1 Introduction.....	3
3.2 Système de respiration.....	4
3.3 Système de chauffage.....	6
4. DESCRIPTIF DES EQUIPEMENTS.....	9
4.1 Caractéristiques principales.....	9
4.2 Les systèmes individuels d'intervention.....	9
4.3 Le système de secours.....	10
4.4 L'ensemble de contrôle.....	11



## 09.00 GENERALITES SUR LA SATURATION ET LA PLONGEE

### 1. INTRODUCTION

Cette spécification traite des équipements relatifs aux interventions par plongeurs.

Un certain nombre de ces équipements sont communs avec ceux assurant l'habitabilité des compartiments hyperbares.

Il en est ainsi

- du stockage et de la distribution des gaz de plongée, traités en spécification 07.01
- de la régénération et de l'analyse des gaz, traités en spécifications 05.08 et 05.09.

### 2. GENERALITES SUR LES INTERVENTIONS PAR PLONGEURS

Par sa conception originale, le sous-marin SAGA I apporte des conditions nouvelles importantes à la plongée "en saturation", que l'on peut résumer de façon suivante :

#### **\* Autonomie de mouvements**

- L'engin va du port au chantier par ses propres moyens, en surface ou en plongée.
- La compression et la décompression sont contrôlées à bord de l'engin lui-même.
- Manoeuvrabilité au fond et pilotage à vue permettent de positionner le sous-marin dans les meilleures conditions par rapport au chantier. Notamment, la proximité de l'habitat et du chantier est précieuse pour la sécurité en plongée, la commodité des manutentions et de la mise en oeuvre d'appareils alimentés à partir du sous-marin.



### \* Autonomie au fond

La durée maximale des opérations de plongée dépend étroitement de la profondeur des interventions :

- **dix jours** avec un effectif de 6 plongeurs en saturation pour des interventions jusqu'à des profondeurs de 200 m.
- **huit jours** avec un effectif de 4 plongeurs en saturation pour des interventions jusqu'à des profondeurs de 350 m.
- **quatre à cinq jours** avec le même effectif embarqué pour des interventions d'expérimentation avec plongeurs jusqu'à la profondeur maximale de 460 m.

La durée des missions peut être prolongée dans la mesure où il est possible d'effectuer, si nécessaire, des réapprovisionnements complets du sous-marin en mer à partir d'un navire de surface.

### \* Caractéristiques des interventions

- Profondeur maximale d'intervention : elle est fixée à 460 m
- Capacité de transport de matériel immergé : jusqu'à 3 tonnes
- Energie disponible pour les outillages sous forme électrique (continu ou alternatif), pneumatique et hydraulique.
- Possibilité de surveillance et de direction du chantier par un expert situé dans le compartiment à pression atmosphérique (observation par les hublots, les caméras de télévision du pont ou par l'intermédiaire d'engins filoguidés, liaisons phoniques plongeurs/contrôleurs).



### 3. PRINCIPAUX DEVELOPPEMENTS

#### 3.1 Introduction

L'intervention par plongeur, placé en saturation, à partir de support de surface est un domaine maintenant bien connu, pour lequel des équipements spécifiques ont été développés au stade industriel.

Une grande partie de ces équipements ainsi que l'expérience acquise dans ce domaine en surface est immédiatement transposable à un système d'intervention plongeurs à partir d'un sous-marin.

Toutefois, une installation de plongée à bord d'un sous-marin doit répondre, de façon beaucoup plus contraignante qu'en surface, aux critères suivants :

- sécurité d'utilisation (fiabilité, redondance, temps de survie)
- consommation d'énergie minimale
- recyclage maximal des gaz
- poids et encombrement minimaux
- nuisances minimales (bruit, vibration, qualité des mélanges).

Le respect des critères a conduit à développer pour SAGA I des équipements spécifiques dans deux domaines clés : le chauffage des plongeurs et le système de respiration.



### 3.2 Système de respiration

Il a donc été développé pour SAGA I un système d'alimentation en gaz des plongeurs qui atteint les deux objectifs principaux suivants :

- diminuer la consommation en gaz (récupération de 90 % des gaz respirés)
- accroître les conditions de sécurité du plongeur (autonomie de 20 mn environ à 300 m).

Le choix s'est arrêté sur un système semi-fermé assisté, qui conserve les avantages inhérents au circuit fermé à faux poumon (à savoir : sécurité accrue, maintien en température, gain de place, de poids, système de monitoring fiable), et auquel est adjoint un système d'assistance pour annuler les pertes de charge et donc les efforts respiratoires.

Cette assistance respiratoire sera faite par venturis pilotés par la respiration, l'énergie nécessaire à celle-ci étant apportée sous forme soit hydraulique, soit pneumatique.

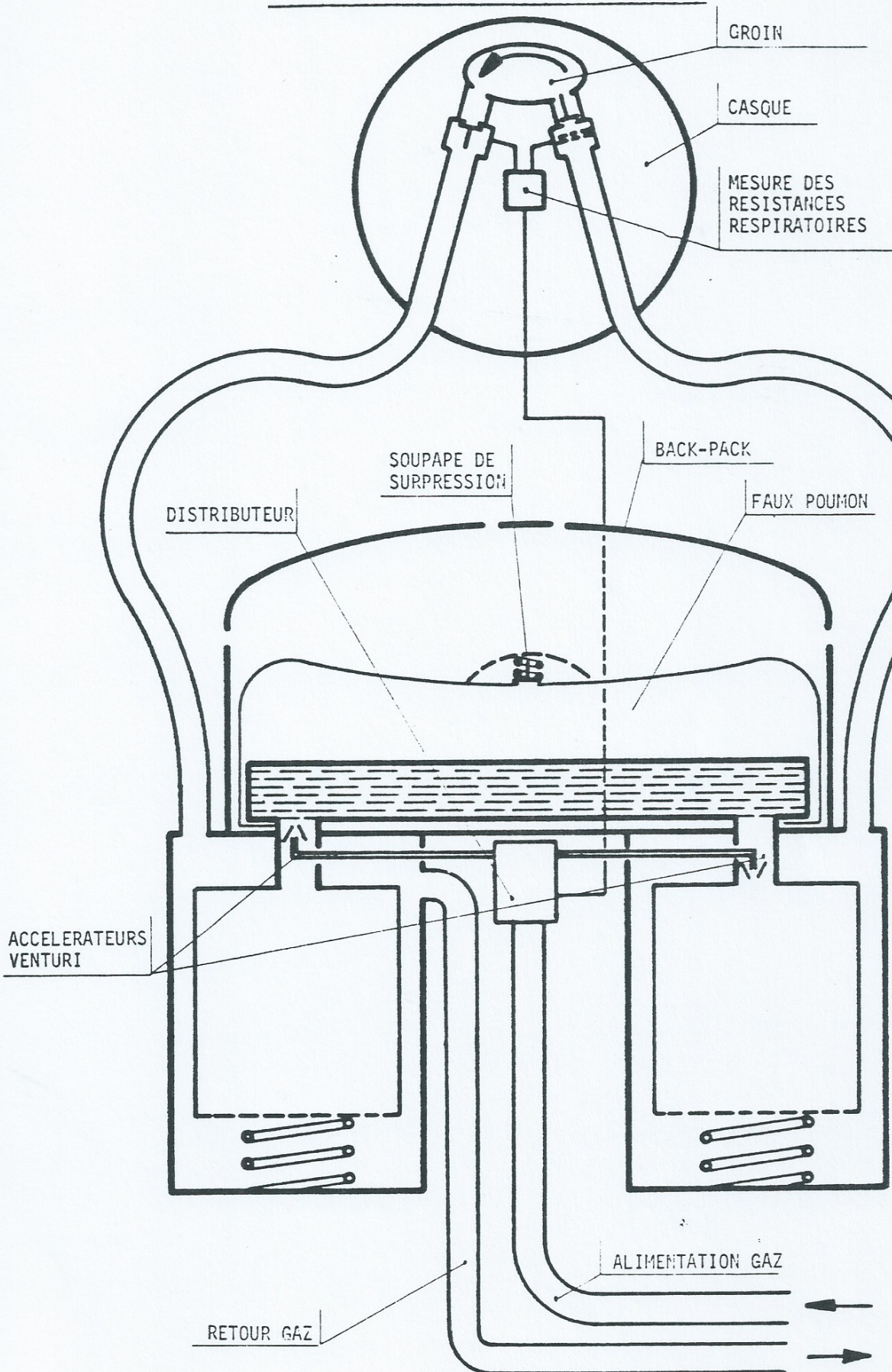
(Voir page suivante un schéma de principe du système semi-fermé assisté pneumatiquement).

De part de son principe de fonctionnement, le système à circuit semi-fermé assisté présente des avantages techniques supérieurs par rapport à la solution boucle de fond, principalement en ce qui concerne le rendement énergétique.

Pour ce qui est de l'équipement individuel du plongeur, l'homogénéité du système semi-fermé, devenant totalement autonome en secours, peut garantir une fiabilité et une sécurité satisfaisante pour le plongeur. Il a été recherché une autonomie suffisante pour permettre au plongeur de regagner l'habitat hyperbare en cas de problème.



## SCHEMA L.B.S. AVEC ASSISTANCE PNEUMATIQUE





### 3.3 Système de chauffage

Le système de chauffage pour plongeurs a été dimensionné pour deux plongeurs pouvant évoluer dans des eaux de 4° C.

Le chauffage des plongeurs se fait par circulation d'eau de mer réchauffé. Ce système présente les avantages suivants :

- bonne adaptation au milieu marin
- facilité de récupérer la chaleur des circuits d'eau de refroidissement des moteurs thermiques du sous-marin
- compatibilité avec les systèmes à eau chaude perdue, couramment utilisés dans le domaine de la plongée industrielle.

Le système de chauffage pour plongeurs est un ensemble qui va de l'installation des circuits de récupération d'énergie sur les moteurs thermiques du sous-marin jusqu'à l'équipement individuel du plongeur. (Voir schéma de principe page suivante).

Il englobe les différentes parties suivantes :

- les prélèvements aux sources de chaleur
- le système de distribution
- le système de contrôle et de régulation
- les habits chauffants
- le réchauffeur de gaz.

Les trois premières parties sont vues en spécification 05.10 "Circuits de chauffage et récupération d'énergie".

Les habits chauffants font l'objet d'un développement de manière à obtenir de bonnes performances avec un faible débit d'eau (2 à 4 l/mn).



Le schéma illustre le principe d'un système de chauffage pour plongeurs en circuit ouvert. À l'extérieur (EXT.), l'eau de mer est aspirée (ASPIRATION EAU DE MER) et envoyée à un échangeur de chaleur. Le circuit se ferme à l'intérieur (INT.) par un distributeur (DISTRIBUTION) qui alimente deux plongeurs. Le premier plongeur (PLONGEUR N° 1) est équipé d'un réchauffeur de gaz (RECHAUFFEUR DE GAZ) et d'un habit à eau chaude (HABIT A EAU CHAUDE). Le second plongeur (PLONGEUR N° 2) est équipé d'un enrouleur de narghile (ENROULEUR DE NARGHILE). Le circuit est alimenté par un circulateur (CIRCULATEUR) et un débitmètre (DEBITLITRES). Le schéma est intitulé "SCHEMA DE PRINCIPE" et "TYPE CIRCUIT OUVERT".



Ces performances devraient permettre de choisir un circuit ouvert à chaleur perdue qui présente l'avantage, par rapport au circuit fermé, d'une plus grande simplicité et facilité de mise en oeuvre.

Cependant, en fonction des performances réelles de cet habit, il sera possible de fonctionner en circuit fermé au prix de quelques adaptations, au cas où le bilan thermique serait trop défavorable au circuit ouvert.



#### 4. DESCRIPTIF DES EQUIPEMENTS

##### 4.1 Caractéristiques principales

Le système d'intervention plongeur comprend :

- deux systèmes individuels
- un système de secours
- un ensemble de contrôle, placé dans le contrôle plongeur.

##### 4.2 Les systèmes individuels d'intervention

Ils se composent de deux ensembles, installés à bâbord et tribord, dont chacun comprend :

**\* un équipement individuel**

Capelé sur le dos du plongeur, il rassemble :

- le système respiratoire délivrant les gaz respirables au masque du plongeur
- la bouteille de secours contenant un mélange suroxygéné
- le réchauffeur de gaz respirables.

L'équipement individuel est complété par un casque équipé des moyens de communication et par l'habit chauffant.

Hors opération, les deux équipements individuels sont stockés dans la zone humide de l'habitat hyperbare.



\* **un narghilé** d'une longueur de 40 m

Il regroupe les circuits suivants :

- aller et retour gaz de respiration
- amenée gaz secours
- aller eau chaude
- câblage communication.

Le narghilé est de type intégré, ce qui lui confère une plus grande résistance.

Hors opération, il est déconnecté de l'équipement individuel pour être stocké à l'extérieur sur un enrouleur.

\* **un enrouleur**

Celui-ci est monté sur un bulbe arrière.

L'enrouleur fait aboutir les différents circuits du narghilé dans la zone du contrôle plongeur par l'intermédiaire de passage de coque de type tournant.

L'enroulement du narghilé est assisté par un moteur hydraulique, commandé depuis l'extérieur.

#### 4.3 Le système de secours

Il a comme fonction de permettre l'intervention d'un plongeur secours pour assister un plongeur en difficulté. Complètement indépendant des systèmes individuels d'intervention, c'est un système très simplifié à circuit de gaz perdu, sans chauffage, mais équipé de moyens de communication.



Ce système comprend :

- une **clarinette**, placée dans le sas du côté de la sortie des plongeurs.

Celle-ci est directement alimentée par le stock de mélange respirable secours. Elle est le départ de deux équipements légers d'intervention; l'un prévu pour le secours des plongeurs, l'autre pour les permettre aller chercher les extrémités des narghilés stockés à l'extérieur.

- les **narghilés** dont un a une longueur de 50 m de manière à recouvrir la zone d'autonomie des systèmes individuels d'intervention, l'autre a une longueur de 3 m. Ces narghilés sont normalement lovés dans le sas d'intervention.
- les **masques** sont à mise en oeuvre rapide et équipés des moyens de communication.

#### 4.4 L'ensemble de contrôle

Cet ensemble est placé dans la zone contrôle plongeurs du compartiment atmosphérique.

Il est normalement opéré par l'intendant plongeur.

Il comprend, par système d'intervention plongeurs :

- un moniteur/analyseur de gaz respirable (qui peut être commun avec celui de l'habitat hyperbare).
- un système de contrôle de la circulation des gaz respirables dans la boucle fermée. Ce système a pour fonction d'assister le plongeur dans son travail respiratoire.



- un contrôle du débit d'eau de mer chaude, assurant le chauffage du plongeur.
- un ensemble de communication.

Le suivi de la plongée est complété par des informations disponibles sur l'écran du calculateur central concernant la pression d'immersion et la température de chaque plongeur.