

SPECIFICATION D'ENSEMBLE

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

-Habitabilité

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



05. - AMENAGEMENTS INTERIEURS - HABITABILITE

05.00 SPECIFICATION DES AMENAGEMENTS INTERIEURS ET HABITABILITE

05.08 VENTILATION - REGENERATION

05.09 ANALYSE DES GAZ

05.10 SPECIFICATION DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE ET RECUPERATION
D'ENERGIE

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
05.00 GENERALITES SUR LES AMENAGEMENTS INTERIEURS HABITABILITE	
1. AMENAGEMENTS INTERIEURS.....	1
1.1 Généralités.....	1
1.2 Le compartiment atmosphérique.....	1
1.3 Les compartiments hyperbares.....	13
1.4 La sphère largable.....	15
1.5 Les équipements de lutte contre l'incendie	17
2. HABITABILITE.....	19
2.1 Stockage des vivres et boissons.....	19
2.2 Evacuation des déchets.....	20
2.3 Circuits des eaux.....	20
05.08 VENTILATION - REGENERATION	
1. GENERALITES.....	21
1.1 Durée des missions.....	21
1.2 Principe de l'installation.....	21
1.3 Eléments de calcul retenus.....	22
2. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION.....	23
2.1 Zone vie.....	23
2.2 Salle des machines.....	25
2.3 Habitat hyperbare	25
05.09 ANALYSE DES GAZ RESPIRABLES	
1. GENERALITES.....	28
1.1 Introduction.....	28
1.2 Principes de l'installation.....	28

2.	REGULATION AUTOMATIQUE DES TAUX D'OXYGENE.....	29
3.	CENTRALE DE MESURE ET LIGNES D'ECHANTILLONNAGE.....	30
3.1	Le réseau de lignes d'échantillonnage.....	30
3.2	La centrale de mesure du contrôle plongeurs.....	30
3.3	La centrale de mesure du poste de pilotage.....	31
4.	APPAREILLAGE DE SECOURS.....	31
05.10	SPECIFICATION DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE ET DE RECUPERATION D'ENERGIE	
1.	GENERALITES.....	32
2.	BESOINS EN CHALEUR.....	33
2.1	Caractéristiques principales.....	33
2.2	Tableau récapitulatif.....	34
3.	LES APPORTS THERMIQUES.....	35
3.1	Caractéristiques principales.....	35
3.2	Tableau récapitulatif.....	36
4.	PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE ET DE RECUPERATION DE CHALEUR.....	37
5.	CIRCUIT D'EAU DE CHAUFFAGE.....	37
5.1	Convecteurs.....	37

05.00 SPECIFICATION DES AMENAGEMENTS INTERIEURS - HABITABILITE

1. AMENAGEMENTS INTERIEURS

1.1 GENERALITES (Voir schéma page suivante).

Le compartiment atmosphérique et la maison sous la mer sont conçus pour recevoir un équipage de 12 personnes. Six plongeurs peuvent prendre place dans l'habitat hyperbare. La partie atmosphérique est prévue pour six personnes. Une place supplémentaire est aménagée dans la partie avant laboratoire pour pouvoir embarquer un technicien supplémentaire spécialisé selon les besoins des missions.

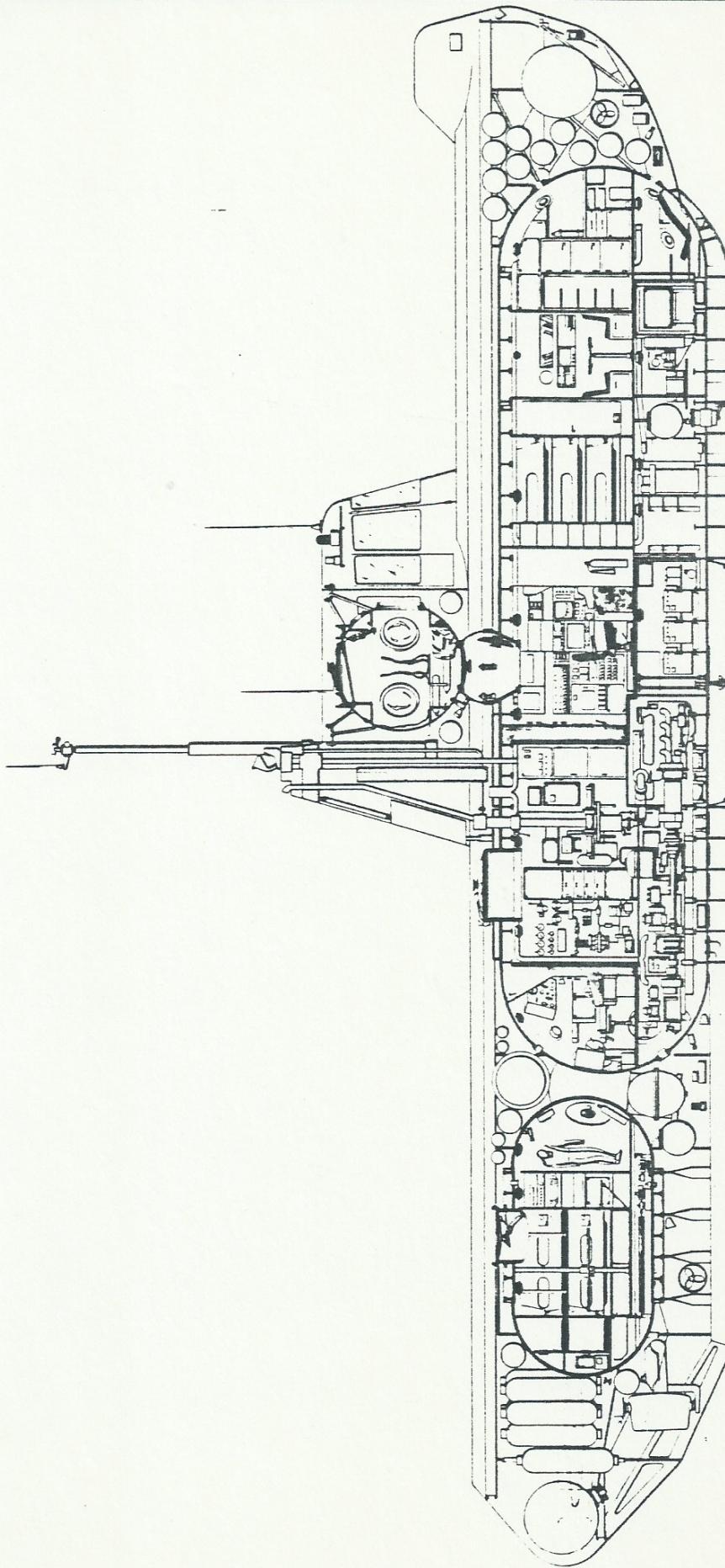
1.2 COMPARTIMENT ATMOSPHERIQUE

1.2.1 Disposition générale

L'espace intérieur du cylindre de diamètre 3640 mm est divisé en deux zones par un plancher situé à 480 mm au dessous de l'axe du cylindre. Dans le sens longitudinal, les cloisonnements principaux déterminent les compartiments suivants :

Au-dessus du plancher

- Hémisphère avant :
Laboratoire ou cabine supplémentaire.
- Zone vie entre le laboratoire et le poste central, comprenant :
 - cuisine
 - chambre froide
 - carré-salle à manger
 - WC, douche, lavabo
 - cabine isolée, 6 lits
 - placards individuels
- Poste central
- Salle des machines
- Hémisphère arrière
- Poste de contrôle plongeurs



SAGA I - AMENAGEMENTS INTERIEURS

Au-dessous du plancher

- Hémisphère avant, sous le laboratoire :
 - poste de pilotage à vue.
- Sous la zone vie :
 - soutes techniques avant
 - cambuse 2 000 litres
- Sous le poste central :
 - annexe de la salle des machines
- Hémisphère arrière, sous le contrôle plongeurs :
 - soute technique arrière

1.2.2 Particularités des parois des compartiments

Isolation thermique

La coque en pression atmosphérique est isolée de l'intérieur par un revêtement isolant d'environ 25 mm d'épaisseur, à l'exception de :

- toute la salle des machines dans laquelle la chaleur ambiante, générée par les moteurs (diesel ou Stirling), doit être évacuée.
- la partie inférieure du cylindre sur une largeur d'un mètre, cette partie servant à l'évacuation des eaux de condensation par les anguillers.

L'habitat hyperbare ainsi que les sas sont isolés par l'extérieur.

Isolation phonique

Ce type d'isolation est prévu sur toutes les cloisons de la cabine afin de protéger du bruit les membres de l'équipage qui sont au repos.

Dans la salle des machines, le moteur diesel, les deux moteurs Stirling ainsi que les génératrices et les pompes sont équipés d'un capotage, muni d'isolant phonique qui isole les bruits à la source.

Cloisons et planchers pare-feu

Ces cloisons et planchers, isolant la salle des machines du reste du sous-marin, sont prévus pour résister à la flamme pendant un temps suffisant pour assurer la maîtrise de l'incendie.

1.2.3 Aménagement de l'hémisphère avant

- Laboratoire (en partie supérieure)

Il est équipé d'un banc de laboratoire comprenant :

- des alimentations électriques
- une arrivée d'eau douce ainsi qu'une évacuation d'eau usée.

Il permet d'installer à la demande divers appareillages.

Le laboratoire est également équipé d'une banquette rabattable et amovible offrant un poste de repos supplémentaire.

- Poste de pilotage à vue (en partie inférieure)

Il donne accès aux sept hublots permettant le pilotage d'approche.

Il est possible de piloter le sous-marin depuis ce poste par l'intermédiaire d'un boîtier commuté depuis le P.C., rassemblant les commandes principales de propulsion.

1.2.4 Aménagement de la zone vie

La zone vie comprend, au-dessus du plancher :

- le carré
- la cuisine
- la cabine
- les sanitaires
- les annexes

Au-dessous du plancher :

- la soute à matériel
- les soutes techniques avant
- la cambuse

Le carré

Le carré se situe entre le laboratoire et la cabine à bâbord. Il comporte deux banquettes pouvant accueillir 7 personnes ainsi qu'une table servant aux repas. Sur la partie bâbord murale se trouve une mini bibliothèque, une chaîne Hi-Fi avec distribution générale de musique dans le sous-marin, un magnétoscope et un moniteur couleur.

La cuisine

La cuisine se situe entre le laboratoire et le poste central à tribord. Elle comporte :

- une plaque électrique
- une hotte aspirante avec filtre
- un four électrique et un four à micro-ondes
- un évier à double bac
- un congélateur de 300 litres
- une chambre froide de 800 litres
- divers placards de rangement pour ustensiles de cuisine et de vaisselle.

La cabine

La cabine se trouve entre le poste central et le carré. Elle comporte six lits avec appliques et bouches de ventilation, ainsi que six tiroirs de rangement.

Les sanitaires

Les sanitaires se trouvent entre la cabine et le carré à bâbord. Ils comportent un WC et une douche. Un lavabo avec armoire de toilette est installé à tribord.

La soute à matériel

Elle se situe sous le plancher à bâbord. Elle peut contenir :

- un Zodiac 5 places
- des accessoires : manilles, aussières, élingues, accastillages divers
- la réserve de pièces de rechange
- la réserve de chaux sodée.

Les soutes techniques avant

Elles contiennent principalement les équipements suivants :

- la caisse à eau douce de 1000 l
- le dessalinisateur
- les hydrophores eau douce et eau de mer
- une caisse à eau usée 110 litres
- une caisse eau de mer 110 litres
- le tableau de distribution des eaux
- un chauffe-eau électrique 150 litres
- la centrale de régénération et de ventilation
- la pompe HP eaux usées
- la pompe HP transfert eau douce habitat hyperbare

La cambuse

D'une capacité de 2 000 litres, elle est accessible par une trappe située dans le couloir.

1.2.5 Aménagement du poste central

Le sous-marin est prévu pour être piloté en routine par une seule personne, assistée par une autre personne qui est chargée d'intervenir en cas de besoin.

Aussi, le poste central rassemble la plupart des systèmes de commande et contrôle.

Il a été conçu, autant que possible, de manière ergonomique de façon à diminuer la fatigue physique et nerveuse du pilote. Ainsi, les commandes les plus usuelles sont disposées de façon à pouvoir être opérées sans que le pilote quitte son siège, et la lisibilité des contrôles a été particulièrement étudiée. Le siège du pilote est de type aviation.

Le panneau avant, faisant face au siège du pilote, rassemble les contrôles et commandes relatifs au pilotage du sous-marin en navigation :

- poste de pilotage SAGEM avec la commande des propulseurs
- régie vidéo à quatre écrans permettant une visualisation au choix des caméras intérieures et extérieures ainsi que le sonar
- calculateur central avec écran, clavier et imprimante.

La zone à main droite est réservée aux équipements relatifs à la navigation de surface : radar, systèmes de positionnement par satellite.

La zone à main gauche, y compris une partie des panneaux bâbord est réservée à la navigation en plongée : système de navigation base longue, profondimètre, loch doppler, gyrocompas, système de communication plongée et surface, ainsi que la table à cartes.

On trouve également à main gauche un tableau de commande et de contrôle des mouvements d'eau dans le régleur transversal, un tableau de commande des mouvements d'eau dans les caisses d'assiette ainsi qu'une vanne de chasse d'air aux ballasts avant pour le cas d'urgence.

Pour les instruments de navigation et de pilotage voir également la spécification 08. "Equipements de navigation et de contrôle".

Les deux panneaux arrière à bâbord sont réservés aux systèmes de plongée et de pesée du sous-marin : régleurs, caisses d'assiette, caisses de compensation, ballasts.

Le panneau à bâbord est pivotant pour dégager un accès à la zone des passages de coque. Il comprend également l'armoire de distribution 120 V et la centrale de détection incendie.

La partie inférieure du panneau arrière bâbord est réservée aux électro-distributeurs hydrauliques.

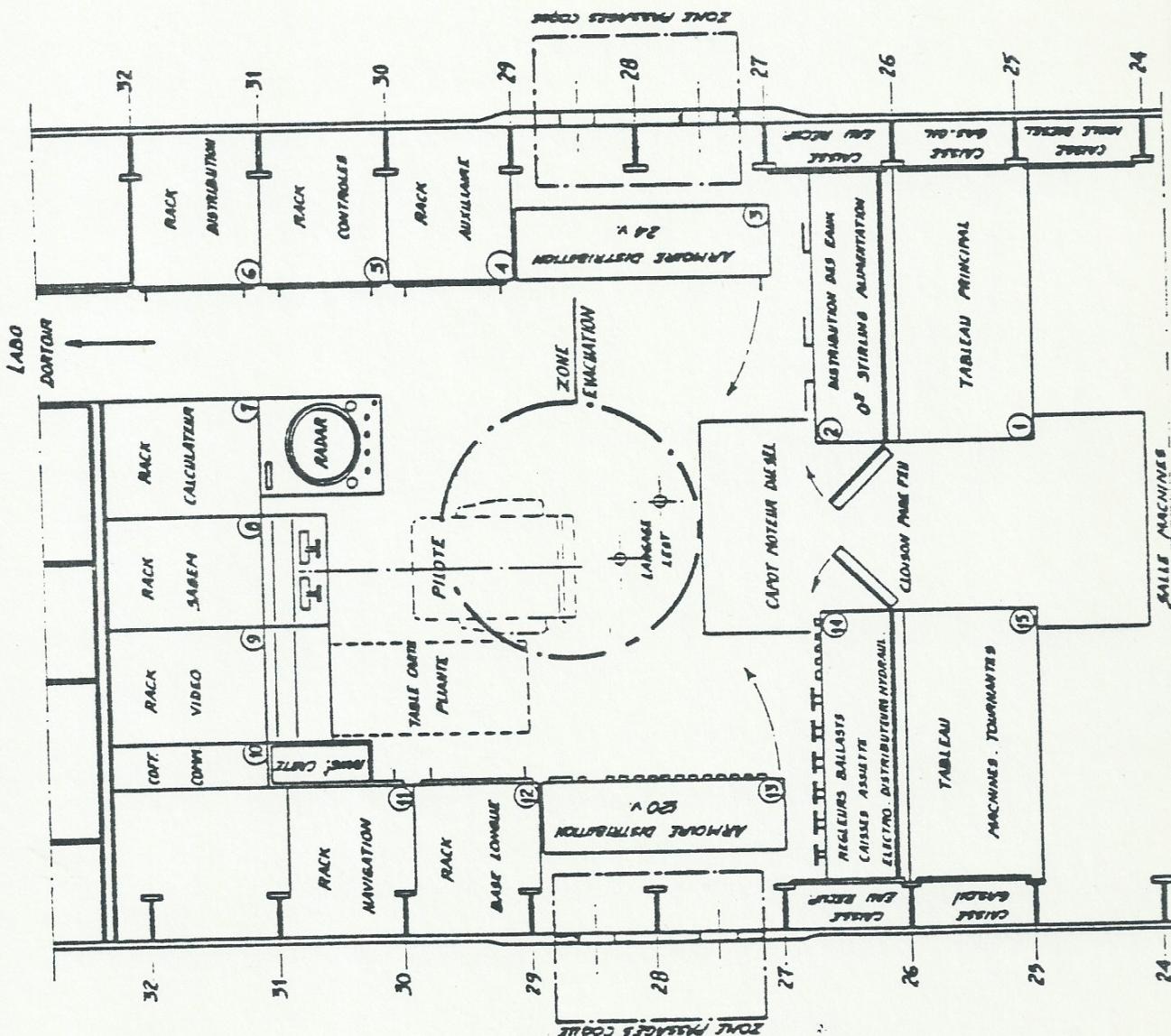
La partie tribord du poste central rassemble les contrôles et commandes des servitudes diverses dont principalement :

- la distribution des eaux
- la distribution de l'oxygène énergie
- les machines tournantes dont les moteurs Stirling
- les appareux de bord, etc...
- les tableaux de distribution des réseaux 24 V, 110 V, 380 V.

Le panneau arrière tribord est pivotant pour dégager la zone des passages de coque.

Le système de largage manuel du lest se trouve derrière le siège du pilote ainsi que l'échelle pliante donnant accès à la sphère largable.

AMENAGEMENT POSTE CENTRAL



1.2.6 Aménagement de la salle des machines

L'aménagement de la salle des machines comprend essentiellement :

- Sous le poste central :

- la pompe BP de cale
- les convertisseurs rotatifs
- la batterie de survie

- Au centre de la salle des machines :

- le diesel Hispano Suiza 235 CV, attelé à la GA
- 2 Stirling, attelés chacun à GMP1 et GMP2
- la caisse d'assèchement 110 litres

Les moteurs sont reliés entre eux par une transmission à courroies et six embrayages, permettant l'entraînement des pompes des transmissions hydrostatiques par un quelconque des moteurs thermiques.

- Sur le côté bâbord de la salle des machines :

- une centrale hydraulique
- le tableau électrique de cette centrale
- un surpresseur d'oxygène Haskel
- les armoires électriques Stirling et diesel
- le rack machines tournantes
- la pompe BP de servitude

- Dans la partie tribord de la salle des machines :

- 1 rack tableau électrique principal
- 1 caisse à gas-oil
- 1 caisse à huile pour moteur diesel
- le coffret électrique moteur diesel
- le coffret batterie démarrage diesel
- 5 échangeurs de chaleur du circuit de récupération de chaleur
- 1 compresseur Girondin 250 bar
- 1 groupe déshumidificateur pour les plongeurs
- 1 établi
- 1 pompe HP eau assèchement

1.2.7 Aménagement de l'hémisphère arrière

Le poste contrôle plongeurs

Le pupitre général de contrôle est placé contre la façade avant. Il rassemble, en trois modules concernant l'habitat hyperbare et chacun des sas :

- la distribution des gaz de plongée
- les contrôles de pression
- les communications
- une régie vidéo à quatre écrans.

La station de transfert des gaz à partir des stockages se trouve sur la paroi bâbord.

La paroi tribord est occupée par l'armoire de distribution d'oxygène.

L'armoire d'analyse est placée en façade arrière entre les deux sas.

L'aménagement du contrôle plongeurs est complété par les extincteurs, la trousse de première urgence, les tables de plongée, etc...

- Dans la partie hémisphérique AR, sous le plancher :

- 2 pompes à chaleur
- 2 pompes hydrauliques pour les transmissions hydrostatiques de propulsion

1.3 LES COMPARTIMENTS HYPERBARES

1.3.1 Généralités

L'habitat hyperbare, d'un diamètre intérieur de 2 410 mm, calorifugé extérieurement, peut recevoir 6 personnes avec les équipements nécessaires à leur travail.

Il est divisé en deux parties :

- la zone vie
- la zone humide ou de travail.

1.3.2 La zone vie

Elle comprend un plancher, situé à 388 mm du fond, sous lequel se trouve le convecteur de chauffage (4 KW). Au-dessus on trouve six couchettes réparties comme suit :

- deux dans la partie hémisphérique arrière (gigogne)
- deux à bâbord (gigogne)
- deux à tribord (gigogne)

Sous la banquette inférieure arrière se trouve la régénération de l'atmosphère (absorption de CO₂ et odeurs).

Sous la couchette inférieure bâbord se trouvent deux caisses à eau douce (dont une à eau froide et l'autre à eau chaude).

Sous la couchette inférieure tribord est placé le déshumidificateur qui assure une humidité relative de 60 à 80 % en condition normale.

A hauteur de chaque couchette sont aménagés des coffres de rangement et des étagères.

Chaque poste de repos comporte à la tête de lit :

- un éclairage pour la lecture (25 W)
- une HiFi d'ambiance (musique - communication), munie d'un casque de façon à ne pas gêner les plongeurs qui se reposent
- une prise de masque palier avec son déverseur
- en outre, chaque couchette est isolée par un rideau ignifugé.

Lors de la prise de repas, les occupants rabattent les deux couchettes supérieures bâbord et tribord pour servir de dossier aux couchettes inférieures qui deviennent banquettes.

La table, normalement rangée au plafond coulisse sur un poteau central pour être amenée à hauteur adéquate.

Les plateaux repas sont distribués par le technicien de saturation et transitent par l'un des sas à "nourriture", équipant chaque porte des sas de transfert, côté compartiment atmosphérique. Il est donc nécessaire qu'à ce moment-là un des sas soit à la pression de l'habitat.

1.3.3 Zone humide ou de travail

A tribord est située la cabine douche, insonorisée car jouxtant les couchettes, comprenant :

- 1 douche
- 1 lavabo
- 1 WC
- 1 armoire de toilette

A bâbord se trouvent le poste habillage et déshabillage, l'armoire électrique avec poste de communication, ainsi qu'un écratoire utilisé par le plongeur secours lors des sorties plongeurs. Sous l'écratoire est située la pharmacie de première urgence. Un siège pivotant permet d'écrire dans une position confortable.

Sous le plancher sont positionnés les convecteurs de chauffage et les vannes de coque du circuit de chauffage. Sur l'avant des convecteurs on trouve les vannes d'évacuation des eaux usées, les vannes de poulaine et la pompe de cale.

Les eaux de cale sont refoulées par la pompe de cale BP soit dans la caisse d'assèchement du compartiment atmosphérique, soit évacuées à la mer à l'aide d'un flexible si un sas est ouvert.

Une pompe dilacératrice assure l'évacuation des WC vers le sas poulaine située à l'extérieur de la maison, à travers un jeu de vannes de coque.

Un tableau de contrôle pression intérieure et extérieure est situé au-dessus des deux sas dans la partie centrale. En-dessous se trouve l'extincteur hyperbare.

1.3.4 Les sas

Chaque sas de sortie plongeur est équipé d'un régénérateur amovible, de deux déverseurs, deux masques palier, d'un tableau respiration, d'un tableau contrôle pression et un siège.

1.4 SPHERE LARGABLE

Elle est placée à la partie supérieure du sous-marin dans le kiosque et constitue une partie du compartiment atmosphérique.



Elle est liée à la coque principale par un jeu de brides. Un système de verrouillage mécanique actionnable de l'intérieur de la sphère permet de la déconnecter de la coque après pressurisation du sas de liaison.

Sa flottabilité positive lui permet de regagner la surface avec un équipage de 12 personnes en quelques minutes en partant d'une immersion de 600 m.

Elle est équipée de façon à assurer la survie de 12 personnes aussi bien pendant la remontée qu'à la surface.

Un équipement de régénération sommaire permet une autonomie de 10 heures.

Pour la surface, elle est équipée :

- d'un canot de survie 12 places à gonflement automatique avec l'équipement de survie réglementaire,
- d'un émetteur VHF.

La sphère est équipée d'une jupe gonflable pour éviter son envahissement d'eau en surface, porte ouverte.

1.5 EQUIPEMENTS DE LUTTE CONTRE L'INCENDIE

1.5.1 Détection

Le sous-marin est équipé d'une centrale d'alarme incendie, située dans le poste central avec alarmes par lumineux et sirène.

Ces détecteurs sont localisés de façon à couvrir l'ensemble des zones et, notamment, les parties peu accessibles :

- deux pour l'habitat hyperbare,
- un au poste de contrôle plongeurs,
- un par moteur, placés à l'intérieur des capotages du diesel et des moteurs Stirling,
- un pour la zone des convertisseurs,
- un pour le poste de contrôle,
- un pour la zone technique, située sous le plancher avant,
- un pour la cambuse,
- un pour le carré,
- un pour le laboratoire,
- un pour le poste de pilotage avant.

Les principes de détection de ces équipements sont adaptés aux caractéristiques des zones à surveiller.

1.5.2 Matériel de lutte contre l'incendie

Le sous-marin est doté :

- de rampes de diffusion de gaz halon 1301, alimentées par trois bouteilles placées sous le plancher du poste central et débouchant sous le capotage étanche du Diesel et des moteurs Stirling. Le déclenchement se fait manuellement à partir du poste central.

- de plusieurs appareils portatifs, adaptés aux différents types de feux :
- mousse pour les feux électriques
 - eau pulvérisée pour les feux secs.

Le compartiment hyperbare est doté d'un appareil à eau pulvérisée portatif, prévu pour un fonctionnement sous pression.

1.5.3 Matériel de protection individuel

Selon le type de sinistre, il pourra être nécessaire d'interrompre temporairement la régénération.

Le compartiment atmosphérique est doté de :

- un appareil respiratoire autonome à circuit fermé par personne embarquée d'une autonomie de plusieurs heures.
- un appareil d'investigation, permettant le combat au feu et diverses manœuvres dans la zone sinistrée, dont l'autonomie est d'environ une heure. Cet équipement est complété par un vêtement de protection ininflammable.

Le compartiment hyperbare est équipé d'appareils respiratoires individuels, alimentés par le réseau de respiration auxiliaire.

2. HABITABILITE

2.1 STOCKAGE DES VIVRES ET BOISSONS

Il est prévu sur la base d'un effectif embarqué de 12 personnes pour des missions d'une quinzaine de jours.

Le stockage est réparti dans la cambuse, le congélateur et la chambre froide, situés dans le compartiment atmosphérique.

Cambuse

Elle se situe sous le plancher entre les couples n° 32 et 33, et correspond à un volume de 2000 litres, ce qui permet de stocker des vivres pour 15 à 20 jours. On y stockera les boissons, l'épicerie : boîtes de conserves, etc... L'accès se fait par une trappe située dans la coursive.

Congélateur

Volume : 300 litres, ce qui permet de stocker des plats congelés, la viande, etc... à une température de -18° C.

Chambre froide

Volume : 800 litres, ce qui permet de stocker des vivres frais pour 12 personnes pendant 15 à 20 jours à une température de + 4 à + 6° C.

2.1.1 Stockage des vivres et boisson de survie

Les rations de survie sont prévues sur la base de 12 personnes pendant 7 jours.

Les vivres sont sous forme de tablettes, l'eau est placée en containers scellés.

Le stockage est réparti entre le compartiment atmosphérique, la sphère largable et les compartiments hyperbariques.

2.2 EVACUATION DES DECHETS

Un sas vide-ordures de 17 l (ϕ 250 - H = 350) est prévu dans la partie inférieure du sous-marin entre les renforts 36 et 37. Ce sas est muni d'une porte intérieure (filets carrés), manoeuvrée manuellement. La porte extérieure est manoeuvrée à l'aide d'un opérateur hydraulique. Normalement la pression extérieure est suffisante pour maintenir cette porte extérieure fermée sans qu'il soit nécessaire de maintenir la pression sur le vérin. En surface, cette force de pression n'étant que de 150 kg, il est prévu un maintien mécanique de la porte extérieure par un système de tension placé à l'intérieur du sas.

L'équilibrage et la purge du sas se font normalement par une vanne à 3 voies. Par sécurité, une deuxième vanne de purge a été prévue. Les poignées de ces deux robinets sont placées de telle sorte que l'on ne peut ouvrir la porte intérieure que si les robinets sont en position purge.

Une petite pompe manuelle permet de vider l'eau du sas.

Une chasse à l'air comprimé est également prévue.

2.3 CIRCUITS DES EAUX

Voir le chapitre 07.05 "Service des eaux".

05.08 VENTILATION - REGENERATION

1. GENERALITES

1.1 Durée des missions

L'installation de ventilation - régénération du sous-marin a été étudiée pour assurer la vie de l'équipage pendant la durée normale des missions, c'est-à-dire 15 jours.

Dans la situation de survie, dite d'autonomie limitée, pour laquelle on dispose de l'énergie stockée dans la batterie principale, l'installation est prévue pour assurer la survie de l'ensemble du personnel embarqué pendant 7 jours.

Dans la situation de survie, dite extrême, pour laquelle on ne dispose plus que de la batterie de survie comme source d'énergie, l'installation est prévue pour assurer la survie de l'équipage pendant

- 24 heures pour les personnels en saturation,
- 96 heures pour les personnels dans le compartiment atmosphérique.

1.2 Principe de l'installation

La limitation de l'énergie disponible a imposé une conception divisée de l'installation qui se décompose de la manière suivante :

- La zone vie du compartiment atmosphérique.
- La salle des machines du compartiment atmosphérique.
- La sphère largable, dotée d'un système de régénération très rustique, fonctionnant de façon autonome.
- L'habitat hyperbare dont le système de régénération est complètement indépendant pour des raisons de sécurité.

1.3 Eléments de calcul retenus

Ces éléments sont ceux communément employés par la profession et sont conformes aux règles du D.O.T. Britannique.

1.3.1 Renouvellement de l'oxygène

- Consommation de 25 litres par personne et par heure, ramenée aux conditions normales de température et de pression.
- Dans le compartiment atmosphérique, la pression partielle est maintenue
 - . en situation normale entre 170 et 210 mb
 - . en situation de survie entre 130 et 220 mb
- sans excéder 21 % vol pour limiter les risques d'incendie.
- Dans les compartiments hyperbariques, la pression partielle est régulée entre 200 et 420 mb avec une précision de +/- 20 mb.

Le stockage de l'oxygène respiratoire est décrit dans le chapitre 07.01 "Stockage et distribution des gaz de plongée". La régulation automatique du taux d'oxygène est décrite dans le chapitre 05.09 "Analyse des gaz respirables".

1.3.2 Elimination du gaz carbonique

- Production de 21 litres par personne et par heure aux conditions normales de température et de pression.
- Pression partielle maintenue :
 - . en situation normale, au-dessous de 10 mb, l'objectif étant de rester inférieur à 5 mb
 - . en situation de survie, au-dessous de 30 mb.

2. CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION

2.1 Zone vie

- Volume total : 135 m³
- Volume ventilé : 85,5 m³
- Nombre de personnes : 7 maximum
- Température intérieure : 20° C
- Humidité : Entre 50 et 70 %

Une centrale de régénération des gaz est prévue pour toute la zone-vie du sous-marin.

En surface, cette centrale ne sert qu'à la ventilation. En plongée, elle assure alors la régénération complète.

Les gaz sont épurés en CO₂ en passant sur des filtres à chaux sodée. Les poussières et les odeurs sont éliminées par des filtres en papier et à charbon actif.

L'humidité de l'atmosphère est maintenue entre 50 et 70 % par un déshumidificateur frigorifique.

Le taux d'oxygène est maintenu à 21 % par un système de rajout automatique en aval de la centrale.

Le débit de ventilation dans chaque pièce dépend du nombre d'occupants, suivant le tableau ci-dessous :

LOCAL	VOLUME m ³	NOMBRE D'OCCUPANTS MAXIMUM	DEBIT m ³ /h	NOMBRE DE RENOUVELLEMENTS PAR HEURE
PC	18	3 à 4	50	2,8
Poste AR	15	2	30	2
Dortoir	8	6	90	11
Carré- cuisine	14	4 à 5	65	4,6
Labo.	10	2	30	3
Poste AV	3	1	15	5
W.C.	1,5	1	10	7
Soute penderie	16	0	10	0,6
TOTAL	85,5		300	

2.2 Salle des machines

- Volume : 40 m^3
- Occupants : 3 maximum
- Temps de séjour : limité à quelques heures

Cette régénération sert surtout à éliminer à la source les polluants d'origine mécanique (vapeurs de gaz, fuites sur les circuits d'échappement).

La régénération est traitée différemment. Plus rustique, elle comprend un ventilateur de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, plus un ensemble de filtres qui peut être by-passé, dont un absorbeur à CO_2 .

- En surface : Ce circuit ne fait que ventiler la salle des machines, notamment sous le capotage du diesel lorsque celui-ci est en fonctionnement, puis rejeter l'air à l'extérieur par le passage d'air vicié.
- En plongée : On passe alors par les filtres pour épurer l'atmosphère, uniquement en début de plongée ou en cas de besoin. L'air, après filtration, est remis en circulation dans la salle des machines.

2.3. Habitat hyperbare

- Volume habitat : 20 m^3
- Volume 2 sas : 3 m^3
- Occupants : 6 maximum
- Atmosphère : Héliox ou air
- Pression : Variable de 1 à 47 bar
- Température : de 25 à 35°C
- Humidité : de 50 à 70 %

Régénération

Le système de régénération est indépendant.

L'absorption du CO₂ est assurée par une installation fixe pour la l'habitat, comportant un ensemble de filtres à chaux sodée interchangeables et un ventilateur. Deux petits ensembles compacts amovibles servent en secours et pour les deux sas.

Pour le maintien de la pression partielle en O₂, un système de rajout est prévu en automatique pour l'habitat et en manuel pour chaque sas.

Déshumidification de l'habitat hyperbare

Le caisson est séparé en deux zones distinctes :

- la partie sèche consacrée au repos, repas, ...
- la partie humide réservée aux sanitaires, douche, habillage des plongeurs et rangement des équipements de plongée.

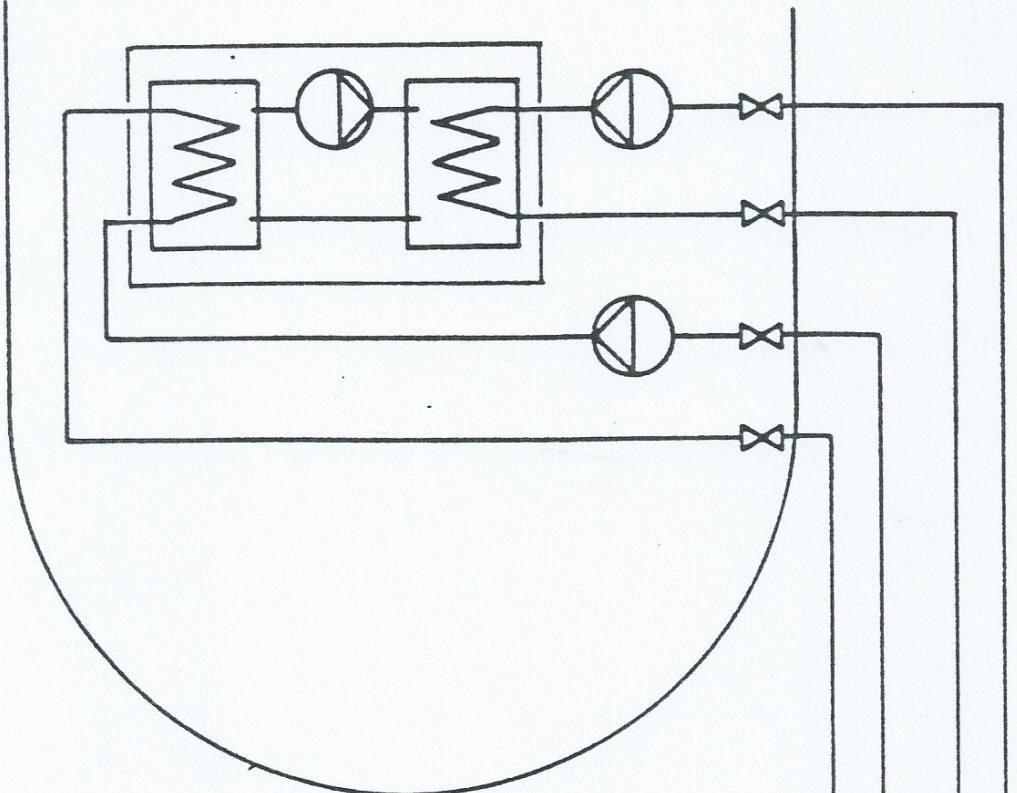
La séparation est assurée par une cloison étanche au-dessous du plancher pour éviter la circulation d'eau dans les fonds et par une cloison amovible au-dessus.

Le système de déshumidification est prévu uniquement pour la partie sèche du compartiment afin d'y maintenir une humidité relative entre 60 et 80 %.

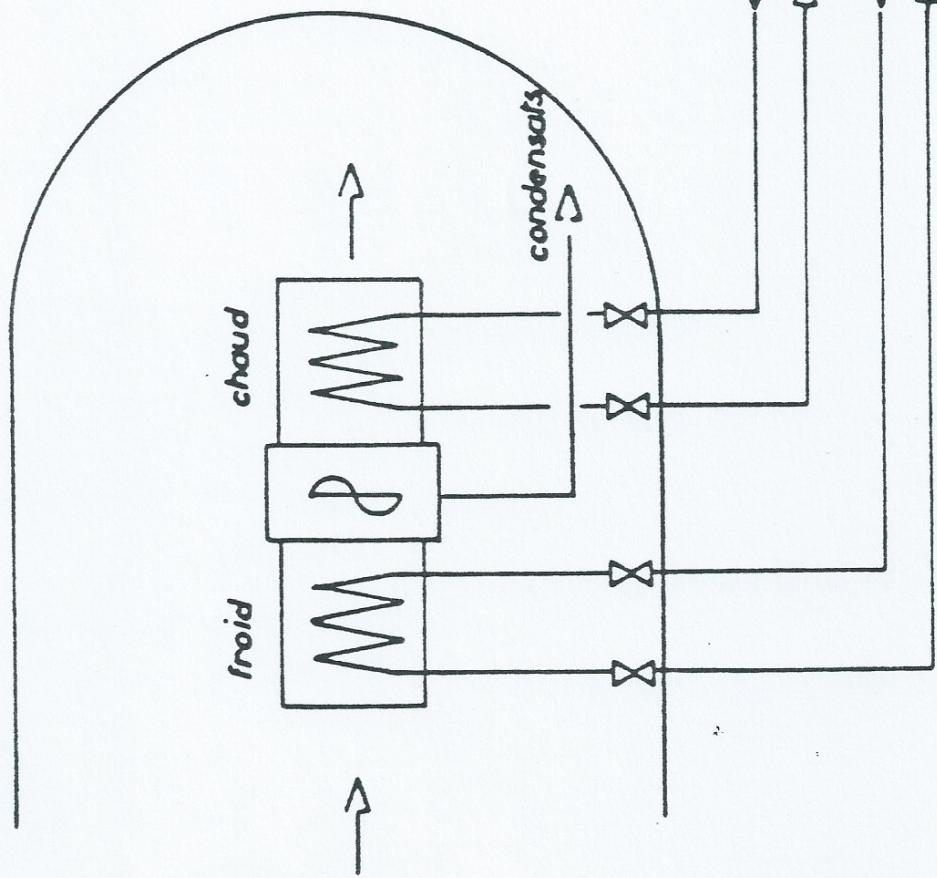
Le mélange à traiter passe par une batterie froide pour être refroidi au-delà du point de rosée afin de condenser la vapeur d'eau. Ces condensats sont éliminés dans le circuit des eaux usées.

Ensuite le gaz asséché est réchauffé à la même température qu'à l'entrée (voir schéma de principe page suivante).

SOUS-MARIN



MAISON SOUS LA MER



- DESHUMIDIFICATION de la MAISON SOUS LA MER -

05.09 ANALYSE DES GAZ RESPIRABLES

1. GENERALITES

1.1 Introduction

Cette spécification traite des moyens d'analyse de gaz installés à bord pour contrôler :

- l'atmosphère du compartiment atmosphérique
- les mélanges respirables des compartiments hyperbares
- les mélanges respirables envoyés aux plongeurs en intervention.

Elle traite également des systèmes de régulation automatique de rajout d'oxygène, une partie des équipements étant communs.

1.2 Principes de l'installation

L'équipage réduit du sous-marin a nécessité :

- une automatisation poussée des installations
- un appareillage complet et d'utilisation simple.

Les impératifs de la sécurité exigent :

- une redondance des appareils de mesure
- la possibilité de mesurer à intervalles périodiques un large spectre de polluants potentiels.

Le souci d'automatisation a conduit à équiper le sous-marin de deux systèmes de régulation automatique de l'oxygène, un pour le compartiment atmosphérique et l'autre pour les compartiments hyperbares.

D'autre part, le sous-marin est doté d'une centrale de mesure, permettant l'analyse à la demande de l'atmosphère de diverses zones du sous-marin par l'intermédiaire d'un réseau de lignes d'échantillonnage.

En secours, on dispose d'analyseurs autonomes et portatifs.

2. REGULATION AUTOMATIQUE DES TAUX D'OXYGENE

Chaque système de régulation automatique comprend :

- un ou plusieurs capteurs de mesure du taux d'oxygène, placés en divers points du compartiment
- un module d'analyse
- un module de régulation, commandant l'apport d'oxygène en fonction de la mesure.

Les modules d'analyse et de régulation des compartiments hyperbares sont placés dans le poste de contrôle plongeurs. Ceux du compartiment atmosphérique sont placés dans le poste central de pilotage.

Les mesures obtenues sont visualisées localement et sur le calculateur d'aide au pilotage.

3. CENTRALE DE MESURE ET LIGNES D'ECHANTILLONNAGE

3.1 Le réseau de lignes d'échantillonnage

Le réseau de lignes d'échantillonnage comprend :

- Pour le compartiment hyperbare

- un prélèvement habitat hyperbare
- un prélèvement par sas.

- Pour le compartiment atmosphérique

- un prélèvement salle des machines
- un prélèvement gaine de ventilation avant régénération
- un prélèvement gaine de ventilation après régénération.

Les liaisons lignes d'échantillonnage/centrale de mesure du contrôle plongeurs sont établies par flexibles munis de connecteurs rapides.

Cette centrale permet également d'analyser un prélèvement en provenance soit du système de respiration des plongeurs, soit du système de préparation des mélanges.

3.2 La centrale de mesure du contrôle plongeurs

Elle comprend :

- deux ensembles d'analyse en continu du taux d'oxygène
- un analyseur d'oxygène donnant des mesures discrètes
- un analyseur du type photospectromètre donnant des mesures discrètes du CO₂ et d'autres gaz polluants.

3.3 La centrale de mesure du poste de pilotage

Elle comprend :

- un analyseur d'oxygène en continu, couplé avec le module de rajout d'oxygène
- un analyseur de CO₂

4. APPAREILLAGE DE SECOURS

En secours, il est prévu deux jeux d'appareils portatifs autonomes, l'un étant placé dans le compartiment hyperbare et l'autre dans le compartiment atmosphérique.

Chacun des deux comprend :

- un analyseur de taux d'oxygène
- une pompe type Draeger avec une série de tubes d'analyse pour le CO₂ et les autres gaz polluants.

05.10 SPECIFICATION DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE ET DE RECUPERATION D'ENERGIE

1. GENERALITES

Le sous-marin SAGA I est prévu pour des missions pouvant durer jus'qu'à 15 jours dans des eaux très froides, avec des températures descendant jusqu'à 2° C.

Il est donc vital de prévoir un système de chauffage pour les principaux besoins suivants :

- chauffage des plongeurs en intervention
- chauffage de l'habitat hyperbare, avec les contraintes particulières posées par l'atmosphère à base d'hélium
- chauffage du compartiment atmosphérique.

Le sous-marin ayant en plongée une autonomie énergétique limitée, le système de chauffage a été conçu pour diminuer, autant que possible, les puissances consommées.

Les caractéristiques principales du système sont les suivants :

- récupération maximale des rejets thermiques, issus des moteurs Stirling ou diesel
- isolation poussée des compartiments habités
- système de chauffage plongeurs performant.

Il a été également recherché un certaine redondance dans le système. En effet, l'hypothermie est fatale en quelques heures pour le personnel en saturation. Le système principal peut être secouru par pompe à chaleur.

Les isolations sont décrites dans le chapitre "aménagements intérieurs du compartiment hyperbare et du compartiment atmosphérique".

2. BESOINS EN CHALEUR

2.1 Caractéristiques principales

Outre les besoins déjà cités :

- chauffage des plongeurs en intervention
- chauffage de l'habitat hyperbare
- chauffage du compartiment atmosphérique

il a été prévu un préchauffage de l'eau de mer avant dessalinisation afin de maintenir des rendements corrects dans l'appareil à osmose inverse.

Le chauffage de l'eau chaude sanitaire est fait par l'intermédiaire d'un chauffe-eau électrique, disposé dans le compartiment atmosphérique.

Les différentes installations ont été dimensionnées sur les bases de calcul suivantes :

- Température côté utilisateurs

- zone vie des compartiments atmosphériques : 20° C
- habitat hyperbare en saturation : entre 22° C et 34° C
- eau chaude pour les combinaisons plongeurs: 50° C

- Température extérieure de l'eau

- minimum nominal : 4° C

Au-dessous de cette température et jusqu'à 2° C, on admettra une certaine dégradation des niveaux de température côté utilisateurs.

- maximum nominal
 - en immersion : 15° C
 - en surface : 20° C

2.2 Tableau récapitulatif

Le tableau ci-après donne le récapitulatif de la puissance maximum, du niveau de température désiré et de la durée d'utilisation pour les différents besoins définis précédemment.

Besoins	Puissance à fournir	Niveau de température *	Durée d'utilisation	Observation
Chauffage des 2 plongeurs sortis	20 kW	60° C	uniquement durant les interventions des plongeurs, en immersion	Besoin vital
Chauffage de l'habitat plongeurs	8 kW	55° C	continue	Besoin vital
Chauffage du compartiment atmosphérique	4 kW	50° C	continue	
Préchauffage de l'eau de mer du dessalinisateur	17 kW	40° C	2 h 15 par jour	Afin d'obtenir un rendement de transformation suffisant (25%)

* Les niveaux de température sont ceux de l'entrée des échangeurs utilisateurs.



3. LES APPORTS THERMIQUES

3.1 Caractéristiques principales

En situation normale, ils proviennent de la récupération de la chaleur des moteurs thermiques.

- **En surface**, Diesel en marche :

- du refroidissement du moteur Diesel.

Cet apport étant suffisant, il n'y a pas de récupération pour chauffage sur le circuit de refroidissement d'échappement Diesel.

- **En plongée**, un ou deux STIRLING en marche :

- du refroidissement de l'échappement,

En situation d'autonomie limitée : les moteurs thermiques sont hors service. Les interventions des plongeurs sont interrompues. Le seul chauffage assuré est celui de l'habitat hyperbare.

Ce besoin est couvert par les pompes à chaleur qui utilisent comme source froide l'eau de mer.

Les deux pompes à chaleur sont alimentées par le réseau 220 V alternatif et délivrent une puissance de 4 kW unitaire.

En situation de survie : aucun chauffage actif n'est à priori assuré. Les personnels en condition hyperbare s'équipent d'habits spéciaux caractérisé par une protection thermique très élevée.

3.2 Tableau récapitulatif

Le tableau ci-dessous dresse le récapitulatif des énergies thermiques disponibles, des niveaux de température et des durées de fonctionnement pour les différents apports.

Tableau des rejets thermiques

Apports	Puissance	Niveau de Température	Durée de production	Observations
Refroidissement moteur diesel	160 kW	85° C	continu	en surface uniquement
Refroidissement échappement 1 moteur Stirling	20 à 30 kW	80° C	continu	en plongée
Refroidissement échappement 2 moteurs Stirling	40 à 60 kW	80° C	intermittent	en plongée

NOTA : Les niveaux de température sont ceux de la sortie des circuits de refroidissement.

4. PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE ET DE RECUPERATION DE CHALEUR

Voir schémas de principe pages suivantes :

- Synoptique récupération de chaleur et chauffage
- Circuits de récupération de chaleur

Le réseau principal utilisateur regroupe en série sur le même circuit de récupération d'énergie dans l'ordre de leur importance vitale :

- le chauffage des plongeurs,
- le chauffage de l'habitat hyperbare,
- le chauffage du compartiment atmosphérique.

Ce réseau est réchauffé par :

- en surface, le refroidissement du moteur Diesel,
- en plongée, le refroidissement des échappements des moteurs STIRLING.

L'excédent d'énergie est dissipé dans l'eau de mer par l'intermédiaire d'échangeurs.

Le réseau de survie assure le chauffage de l'habitat hyperbare. L'énergie transmise à ce réseau provient de deux pompes à chaleur dont les évaporateurs peuvent être alimentés par l'eau de mer.

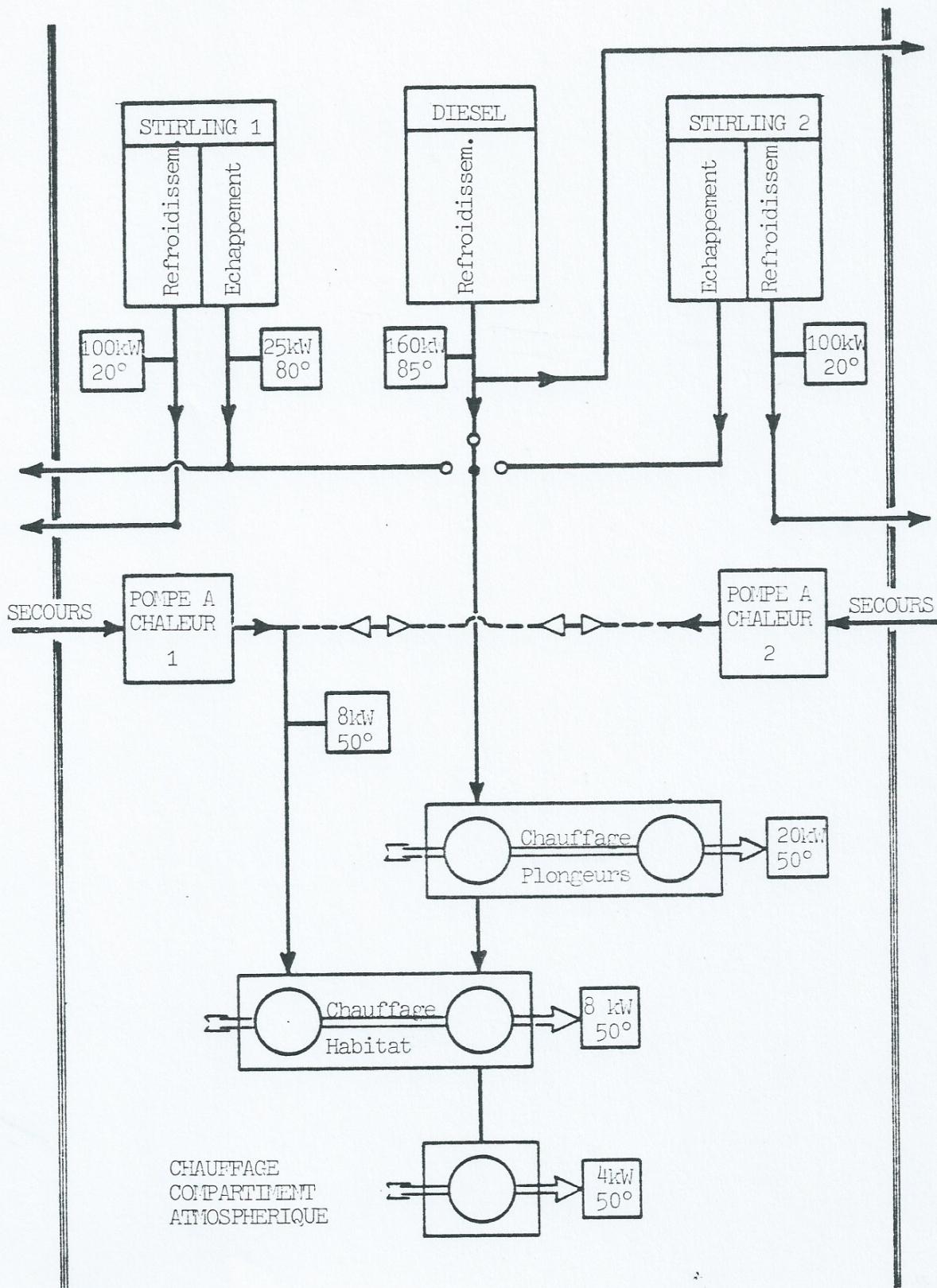
5. CIRCUIT D'EAU DE CHAUFFAGE

5.1 Convecteurs

Les appareils cédant la chaleur à l'atmosphère intérieure, doivent satisfaire aux impératifs suivants :

- Excellent échange thermique.
- Modularité souple pour s'adapter facilement à l'aménagement intérieur.
- Poids et encombrement minimum.

Le choix est arrêté sur des convecteurs à ailettes.



SYNOPTIQUE RECUPERATION CHALEUR ET CHAUFFAGE

