

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 relatives à la plongée
- Calculs - Maquettes - Essais



02. - INSTALLATIONS DE PROPULSION

02.00 GENERALITES SUR LA PROPULSION ET LES MANOEUVRES

S O M M A I R E

02.00 GENERALITES SUR LA PROPULSION ET LES MANOEUVRES

	<u>Page</u>
1. GENERALITES.....	1
2. PRINCIPES RETENUS.....	2
3. MOTEURS.....	2
3.1 Moteur diesel.....	2
3.2 Moteurs Stirling.....	5
4. GENERATRICES.....	15
4.1 Génératrice auxiliaire (G.A.).....	15
4.2 Machines G.M.P.....	15
5. EMBRAYAGES.....	16
5.1 Matériel.....	16
5.2 Tableau de commande.....	16
6. TRANSMISSION HYDROSTATIQUE.....	16
6.1 Entrainement des pompes.....	16
6.2 Moteurs de propulsion	17
7. PROPULSEURS ET GOUVERNES.....	18
7.1 Hélices et tuyères.....	18
7.2 Commandes des propulseurs et gouvernes.....	18
8. PROPULSEURS AUXILIAIRES.....	19
8.1 Généralites.....	19
8.2 Propulseurs auxiliaires.....	19

02.00 GENERALITES SUR LA PROPULSION ET LES MANOEUVRES1. GENERALITES

Pour la navigation en surface, le sous-marin est équipé d'un moteur diesel HISPANO-SUIZA de 235 CV qui entraîne la transmission hydrostatique de propulsion.

En surface, l'installation de propulsion est conçue pour :

- une vitesse de croisière de 6 noeuds
- une vitesse de pointe de 7 noeuds

Ce diesel assure également la charge de la batterie en surface en entraînant deux génératrices de 45 kW et l'alimentation du bord en entraînant une génératrice de 30 kW.

En plongée, l'énergie mécanique est fournie par des moteurs à chambre de combustion pressurisable de type STIRLING, qui entraînent en direct la transmission hydrostatique de propulsion ainsi que les génératrices électriques.

En plongée, l'installation de propulsion est conçue pour :

- une vitesse de transit de 4 noeuds
- une vitesse de pointe de 6 noeuds



2. PRINCIPES RETENUS

La priorité donnée à la manœuvrabilité de l'engin et à la sécurité a conduit à adopter les principes suivants :

- Propulsion principale :

- 2 moteurs hydrauliques extérieurs indépendants entraînant deux hélices dans des tuyères orientables type KORT.
- Vitesses indépendantes des 2 moteurs avec variation continue de la vitesse dans les deux sens de rotation.

- Propulsion auxiliaire de manœuvre par :

- 2 propulseurs latéraux
- 2 propulseurs verticaux

La transmission la mieux adaptée compte tenu des impératifs de poids et d'encombrement s'est avérée être une transmission de type hydrostatique : chaque moteur hydraulique est alimenté par une pompe indépendante, entraînée par les moteurs thermiques ou électriques.

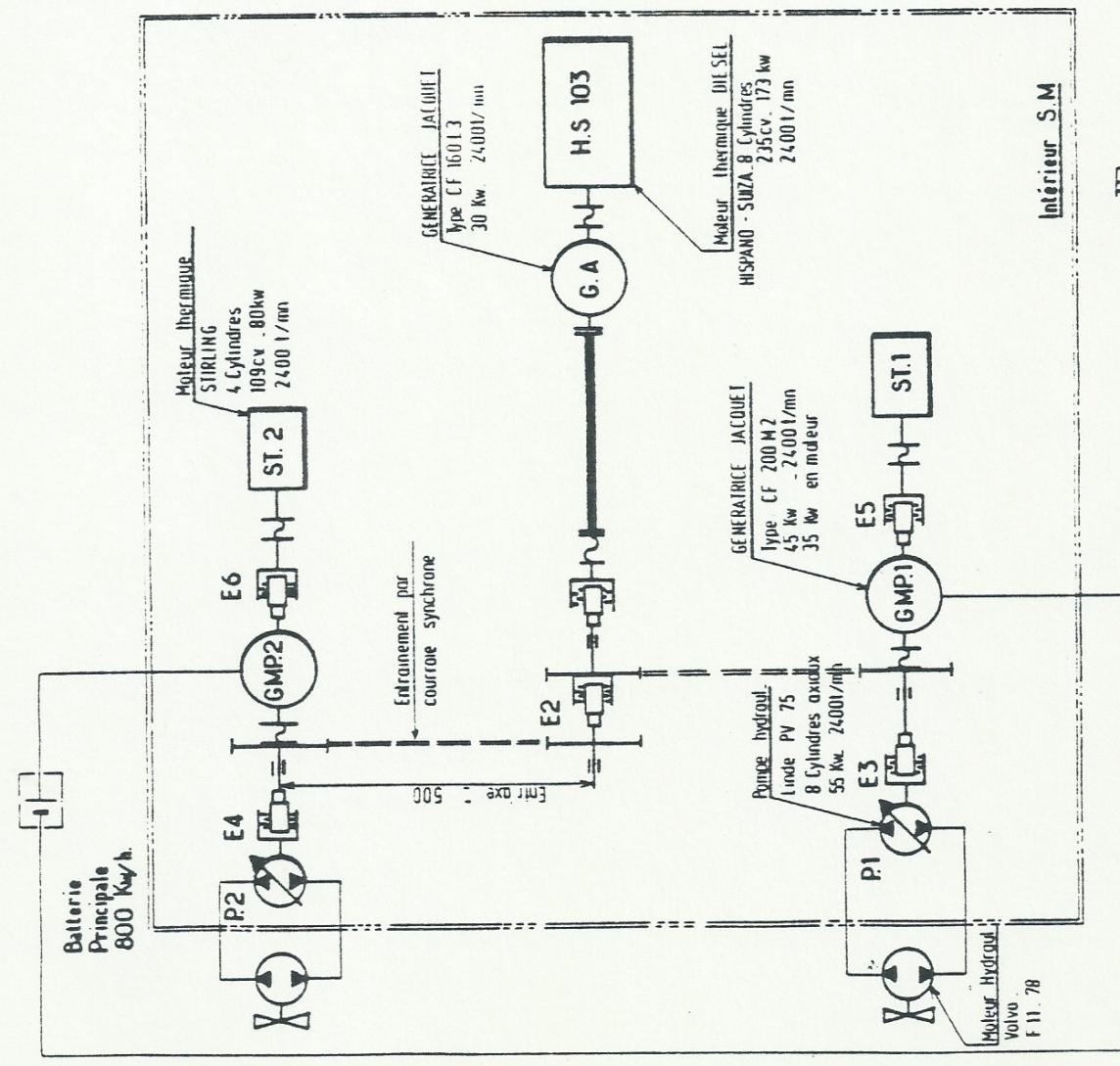
Le synoptique général des installations de propulsion est reproduit sur le schéma 02.02.120 page suivante.

3. MOTEURS

3.1 Moteur diesel

C'est un moteur HISPANO SUIZA HS103.2.S suralimenté. Il est prévu pour fonctionner à la vitesse constante de 2 400 tr/mn.

Caractéristiques techniques Enroulements : - Couple à transmettre : E1, E2 = 70 Nm - E3, E4 = 23Nm - E5, E6 = 33Nm Courroies : - Puissance à transmettre = 135cv pour courroie	Les caractéristiques ne tiennent pas compte des différents coefficients de calcul : 	COMEX INDUSTRIES  26, Boulevard Léonard de Vinci - 91120 Palaiseau - France Tél. 01 64 36 10 00 - Fax 01 64 36 10 01		Argyronette 	Chaine cinématique de propulsion 



3.1.1 Caractéristiques techniques

- 8 cylindres en V
- 10,86 l de cylindrée
- 235 CV de puissance continue à 2400 tr/mn
- suralimentation par turbocompresseur EBERSPACHER
- poids avec volant et démarreur 650 kg
- batterie de démarrage indépendante.

3.1.2 Circuits auxiliaires

L'aspiration en air du moteur se fait directement dans la salle des machines par l'intermédiaire d'un filtre; l'air frais est amené depuis le kiosque par une gaine jusqu'à proximité de l'aspiration.

Les gaz d'échappement entraînent la turbine de suralimentation. Ensuite, le circuit comprend un raccord flexible, un silencieux, une culotte de raccordement qui permet de piéger l'eau des paquets de mer, un sectionnement intérieur, le passage de coque de diamètre 100 mm et un sectionnement du type Marine Nationale à clapet rodable motorisé pour se terminer par un tuyau d'échappement extérieur dont l'extrémité se trouve à environ 2 m au-dessus de la flottaison.

Le moteur proprement dit et son circuit d'échappement sont réfrigérés de manière indépendante.

Le système de refroidissement du moteur est du type circuit fermé à eau douce. Celle-ci est elle-même refroidie dans un échangeur eau douce/eau de mer, situé à l'extérieur de la coque résistante. La pompe de circulation du circuit fermé est attelée au diesel.

Le circuit d'échappement est refroidi à l'eau de mer. Le circuit comprend une pompe attelée au diesel et traverse le silencieux, la culotte de raccordement, le passage de coque et le sectionnement du clapet rodable pour se terminer dans le château, d'eau pressurisant les soutes à gas-oil.

3.2 Moteurs STIRLING

3.2.1 Généralités

Ce sont deux moteurs STIRLING modèle V4 275 R avec une chambre de combustion pressurisée d'une puissance mécanique nominale sur arbre de 75 kW.

La source froide est constituée par l'eau de mer.

Un gaz de travail, l'hélium, circule en circuit fermé entre les chambres chaudes et froides à une pression moyenne de l'ordre de 130 bar.

Les schémas pages suivantes précisent cet ensemble :

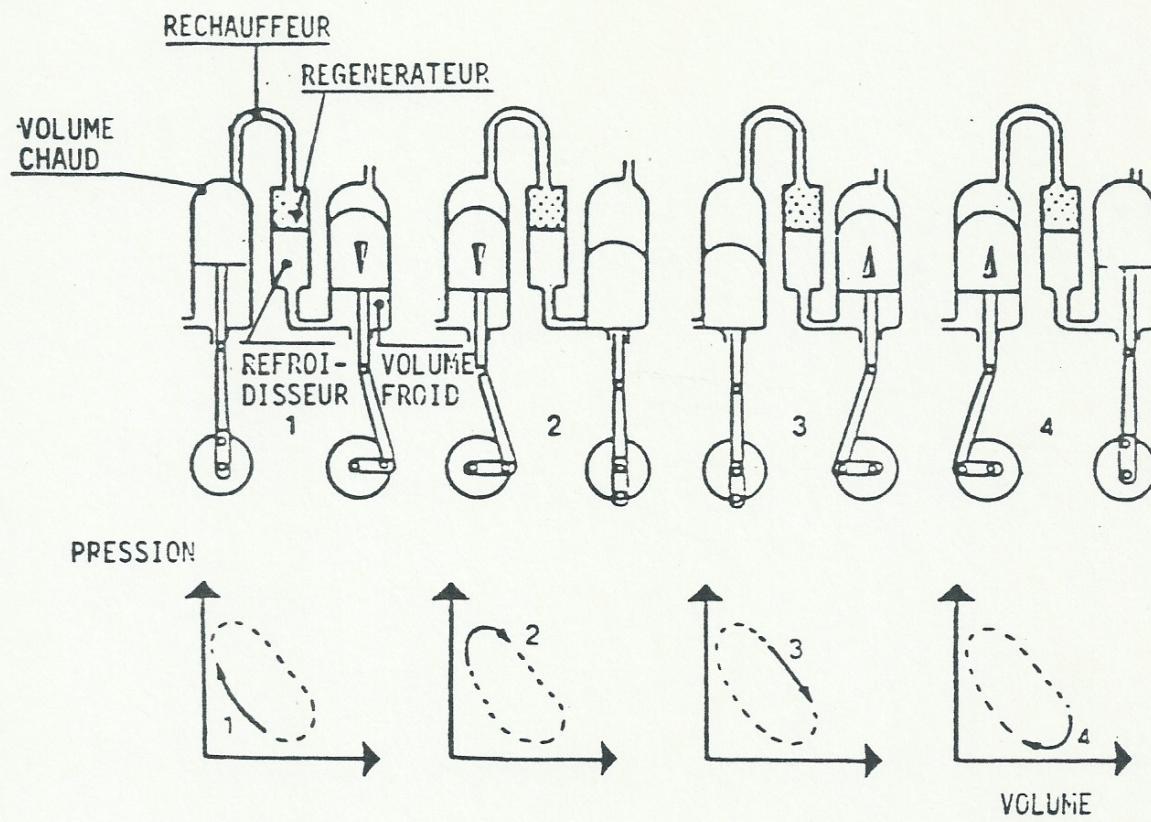
- Principe du cycle du moteur STIRLING
- Vue en coupe du moteur V4 275 R SUB
- Schéma des circuits gaz et eau
- Diagramme des performances.

3.2.2 Caractéristiques techniques

- Dimensions hors tout : hauteur 1 200 mm
longueur 750 mm
largeur 800 mm
- Poids : 560 kg
- Vitesse nominale : 2 400 tr/mn
- Consommations nominales : oxygène 73,5 kg/h à 75 kW
fuel 21,6 kg/h à 75 kW
- Pression de service de la chambre de combustion : 22 bar

3.2.3 Récupération de l'énergie thermique des moteurs STIRLING

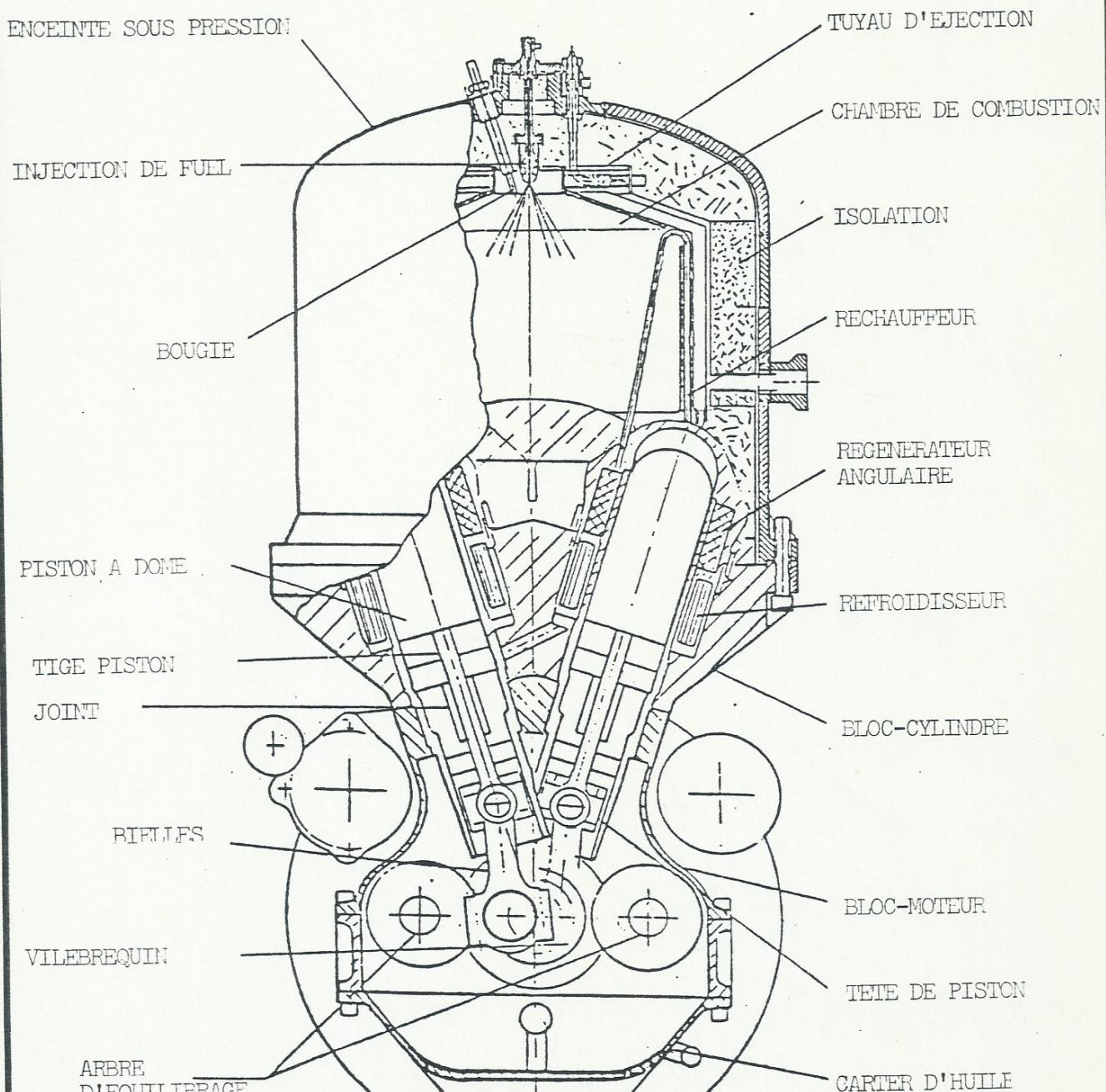
Outre l'entraînement des pompes de propulsion et des génératrices électriques, une partie de l'énergie thermique des moteurs est partiellement récupérée pour couvrir les besoins de chauffage du sous-marin. Cette récupération est réalisée à la fois sur le circuit de refroidissement moteur et sur le circuit de refroidissement échappement.



MOTEUR STIRLING A DOUBLE ACTION - PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les 4 temps d'un moteur STIRLING à double action. A noter que les 4 temps ne correspondent pas directement aux 4 phases du cycle de STIRLING idéal.

- 1) Compression et échauffement du gaz de travail provoquant une augmentation rapide de la pression.
- 2) Expansion à haute pression (temps de travail).
- 3) Expansion et refroidissement du gaz de travail provoquant une baisse rapide de la pression.
- 4) Compression à basse pression.



V4 275 R SUB

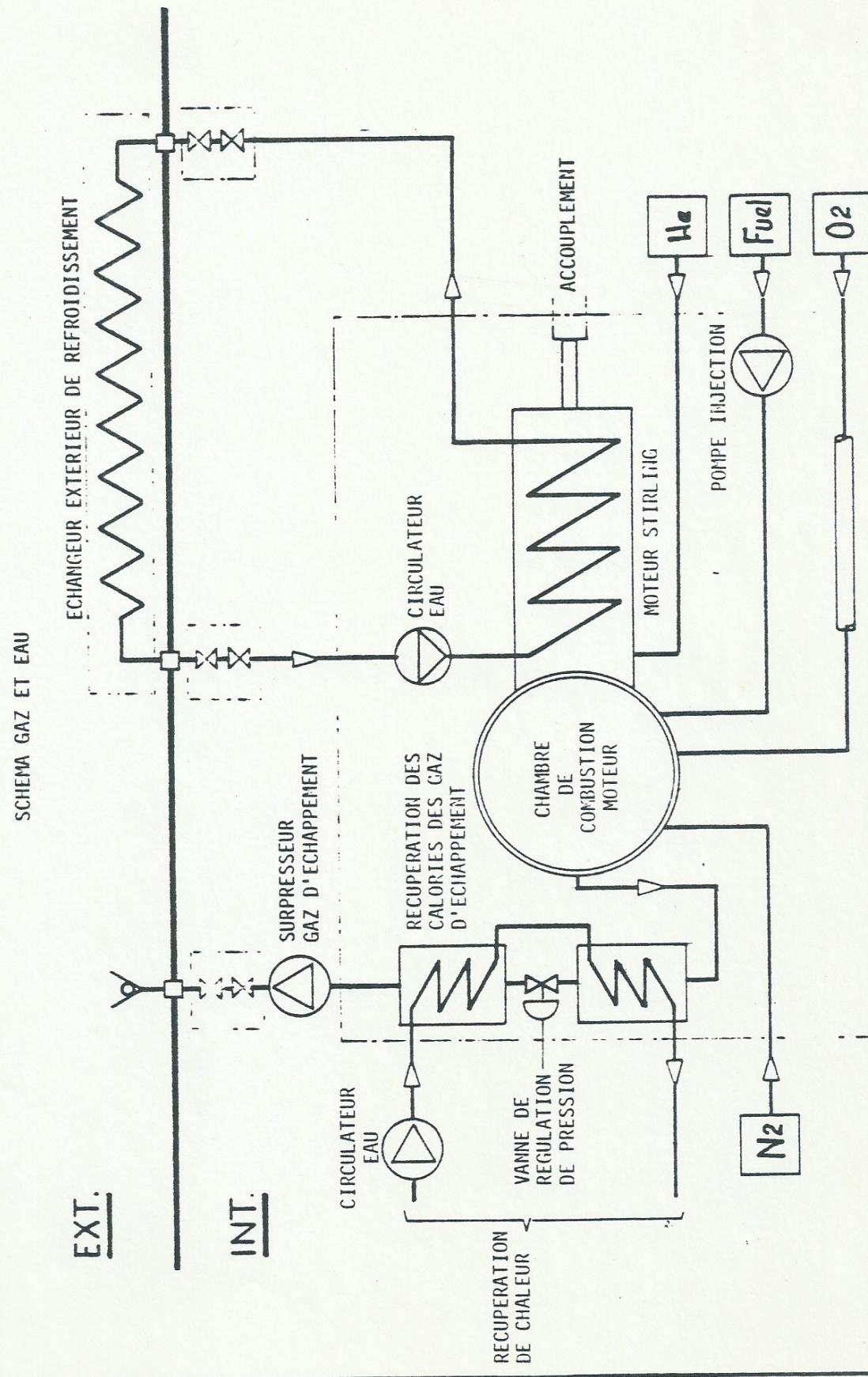
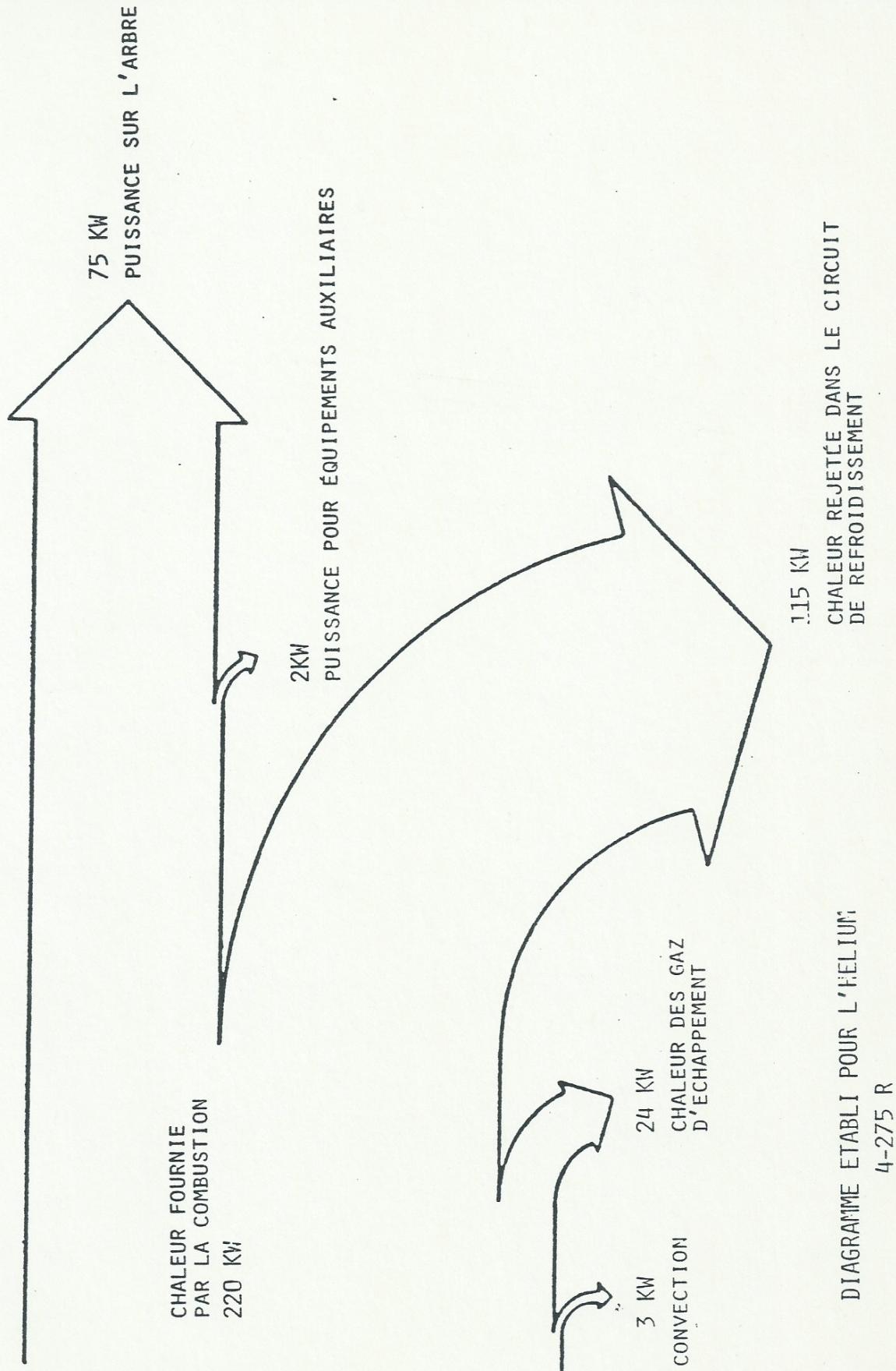


DIAGRAMME DES PERFORMANCES



Refroidissement échappement

Deux échangeurs de chaleur en série par moteur sont placés sur le circuit des gaz d'échappement afin de les refroidir avant le passage dans la soupape d'échappement et la traversée de coque. Cette chaleur est normalement récupérée pour le chauffage de l'habitat hyperbare, des plongeurs et du compartiment atmosphérique par l'intermédiaire du circuit eau chaude (cf. spécification 05.10 des circuits de chauffage et de récupération d'énergie).

Refroidissement moteur

La chaleur à évacuer du système de refroidissement du moteur est dissipée dans un échangeur extérieur.

Ces effluents thermiques participent également à la vaporisation de l'oxygène cryogénique par le fait qu'un des échangeurs du système est situé à l'extérieur dans un tunnel d'échangeurs, en amont du vaporisateur cryogénique.

3.2.4 Circuits auxiliaires

Alimentation en oxygène et en fuel

Les circuits d'alimentation en oxygène et en fuel sont traités dans les spécifications 07.06 et 07.08.

L'oxygène arrive sous forme gazeuse à une température comprise entre 0 et 20° C sous une pression comprise entre 40 et 27 bar relatifs.

Refroidissement des moteurs

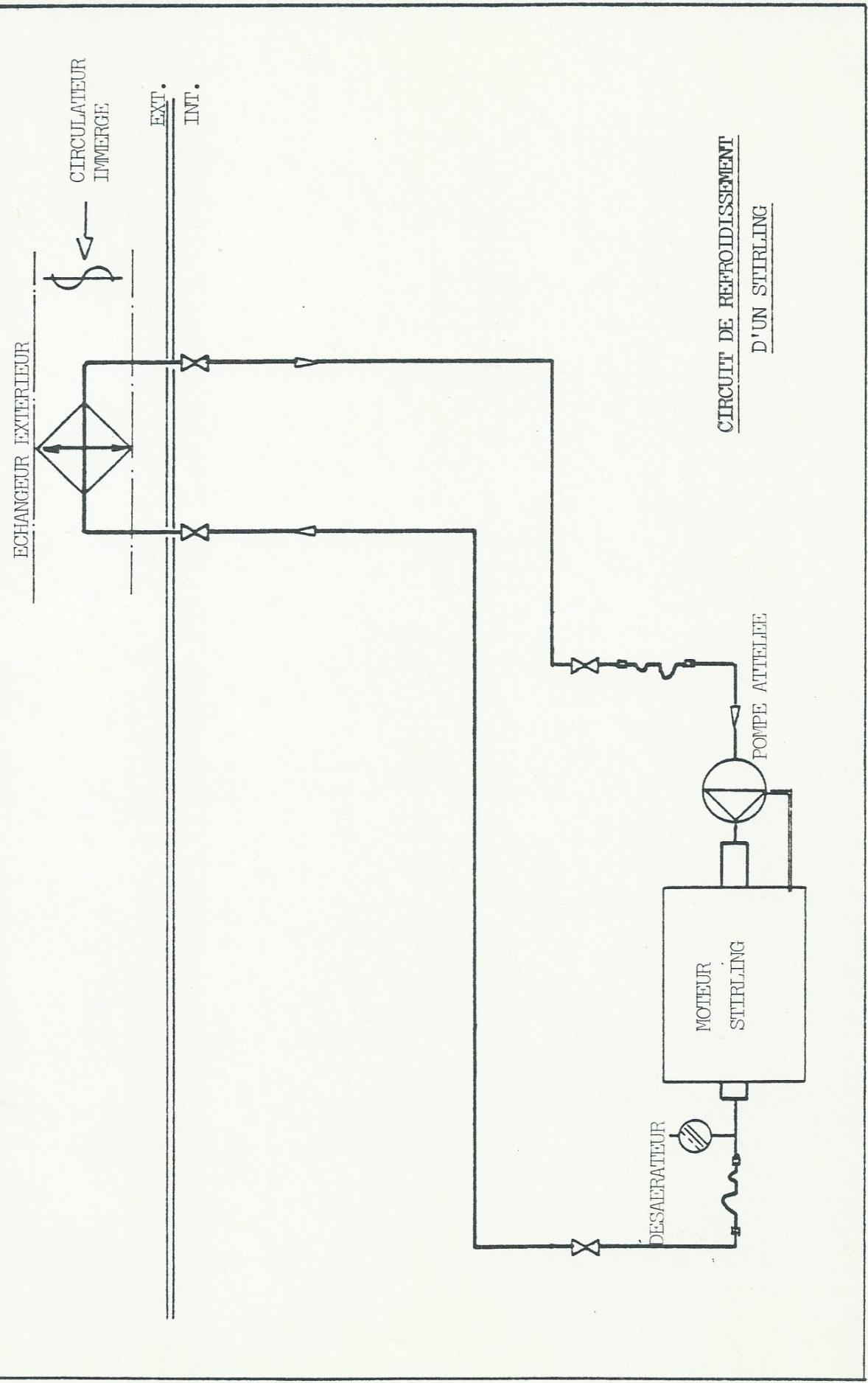
Voir schéma page suivante.

Il y a un circuit indépendant par moteur. Le système de refroidissement est du type circuit fermé à eau douce. La pompe de circulation est attelée au moteur.

A la sortie du moteur, le circuit comprend :

le passage de coque, un échangeur eau douce/eau de mer, le passage de coque retour, la pompe de circulation et se termine dans le moteur.

La quantité de chaleur à échanger dans ce circuit est d'environ 100 kW. Les débits d'eau douce prévus sont de l'ordre de 6 l/s.



Circuit d'échappement

Il y a un circuit indépendant par moteur.

Le circuit d'échappement comprend :

un échangeur primaire gaz/circuit eau chaude, une vanne automatique qui maintient la pression dans la chambre de combustion, un échangeur secondaire gaz/circuit eau chaude, un clapet de non-retour et le passage de coque de sortie avec deux varnes.

Dans cette configuration, la pression de la chambre de combustion permet un fonctionnement en immersion jusqu'à la profondeur de 200 mètres avec une évacuation directe des gaz d'échappement. Au-delà de cette profondeur, un système à définir doit permettre l'évacuation des gaz d'échappement dans la tranche d'eau 200 - 600 mètres.

3.2.5 Centrale de commande et d'alarme des moteurs

Un système à microprocesseurs pilote les paramètres de fonctionnement des moteurs pour les modes opératoires suivantes :

- Séquence de démarrage.
- Contrôle de la combustion.
- Protection des moteurs contre les survitesses, les surchauffes, etc...
- Régulation de la marche normale.
- Séquence d'arrêt.

Le tableau de commande des moteurs est situé dans le P.C.

4. GENERATRICES

4.1 Génératrice auxiliaire (G.A.)

La génératrice électrique CF 160 L3 accouplée au diesel alimente le réseau de distribution en surface pendant la charge de la batterie. La puissance électrique est de 30 KW à 2400 tr/mn., la tension de sortie étant de 120 volts cc.

4.2 Machines G.M.P. (Génératrice, moteur de propulsion)

Les machines CF 200 accouplées au diesel ou aux STIRLING fonctionnent toujours en tampon sur la batterie.

En situation normale, un ou deux STIRLING en marche, elles permettent

- de charger la batterie et/ou
- d'alimenter le réseau de distribution.

En situation de secours, STIRLING à l'arrêt, elles fonctionnent en moteur alimenté par la batterie principale pour entraîner les pompes hydrauliques de la propulsion principale.

Puissance électrique :

- en génératrice 45 KW à 2400 tr/mn.
- en moteur 30 KW à 2400 tr/mn.

5. EMBRAYAGES

5.1 Matériel

Ils sont du type multidisques à sec. Ils sont manoeuvrés par vérin rotatif hydraulique, alimenté par le réseau vital HPI. Ils peuvent être enclenchés en marche. Ils sont dotés d'une commande manuelle en secours.

5.2 Tableau de commande

Il est situé au P.C. Un système de condamnation physique interdira les fausses manoeuvres.

6. TRANSMISSION HYDROSTATIQUE

Deux transmissions identiques, indépendantes, sont prévues, une pour chaque propulseur. Elles sont du type à circuit fermé avec pompe à débit variable et moteur à cylindrée fixe.

6.1 Entrainement des pompes

Les deux pompes sont montées sur une prise de mouvement des moteurs de rapport 1/1. Chaque sortie peut transmettre à la pompe un couple de 35 mdan.

Cette prise de mouvement est fixée sur le bâti commun au moteur diesel, aux moteurs STIRLING et aux machines électriques. Ce bâti est fixé sur la coque épaisse par l'intermédiaire de plots élastiques.

6.2 Moteurs de propulsion

Ces ensembles composés d'un moteur et d'un réducteur sont directement montés sur les hélices. Le corps de chaque moto-réducteur résiste à la pression 1,3 P. Les moteurs offrent l'avantage de posséder un bon rendement qui ne diminue pas trop lorsqu'il y a une baisse de régime de rotation de l'hélice.

7. PROPULSEURS ET GOUVERNES

7.1 Hélices et tuyères

Les tuyères améliorent les performances des hélices, surtout aux petites vitesses. De plus, le fait qu'elles soient orientables accroît sensiblement les qualités évolutives du navire, ce qui est important pour un engin qui devra être très manoeuvrant en plongée. Afin de privilégier la poussée, les hélices ont été calculées au plus grand diamètre possible et le nombre de pales a été fixé à 3.

L'ensemble hélices et tuyères a été calculé et dessiné par KORT.

7.2 Commandes des propulseurs et gouvernes

Les commandes des propulseurs et gouvernes sont rassemblées sur le poste de commande principal au P.C.

Ce poste est partiellement doublé, à la fois par une console portative pouvant fonctionner à partir du kiosque et par une console installée dans le poste d'observation avant (voir spécification 08.01)

La chaîne de commande est la suivante :

- Poste de commande
- Système de pilotage SAGEM
- Débit des pompes hydrauliques pour les propulseurs
- Position des vérins rotatifs d'orientation des tuyères et des barres de plongée

8. PROPULSEURS AUXILIAIRES

8.1 Généralités

Le sous-marin, devant pouvoir se positionner et évoluer de façon très précise autour d'un chantier sous-marin, est équipé de propulseurs verticaux et horizontaux lui permettant des déplacements à faible vitesse dans les trois axes.

8.2 Propulseurs auxiliaires

Deux propulseurs auxiliaires horizontaux assurent les déplacements latéraux à faible vitesse ou l'orientation en cap.

Deux propulseurs verticaux assurent quant à eux les variations d'immersion ou d'assiette.

Ils sont entraînés par des moteurs hydrauliques alimentés par la centrale hydraulique du bord. Ils ont une puissance de 8 CV donnant une poussée de 250 kg environ.

Ils sont commandés avec une simple inversion de marche. Leurs commandes sont indépendantes, mais le débit maximum de l'installation hydraulique limite à deux le nombre de propulseurs auxiliaires pouvant fonctionner en même temps.