

COLLOQUE NATIONAL SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 21 JUIN 75



ETUDE DU BRUIT HYDRODYNAMIQUE ET DE SA REDUCTION PAR
IMMERSION D'UN CORPS A FLOTTABILITE POSITIVE :
PROJET ARCHIMODULE

Monsieur Gérard PETRETTO
Monsieur Jean-Alain ROY

Société ECA Domaine des Marres 83350-RAMATUELLE et LDSM BRUSC

RESUME

L'étude du bruit hydrodynamique intéresse de nombreuses applications militaires et civiles. Sur la demande de divers organismes dont notamment le Laboratoire du BrusC et l'ECAN ST-TROPEZ, le S.E.C.T. a donc confié l'étude et la réalisation d'un engin d'études à la Société ECA.

Cet engin, baptisé Archimodule est un corps à flottabilité positive réglable, de structure modulaire. Sa flottabilité, sa forme, ses dimensions peuvent être modifiées et adaptés aux différents essais. Il est équipé d'hydrophones ou capteurs de mesure et d'une centrale d'attitude. Ces informations sont enregistrées, puis traitées au dépouillement.

SUMMARY

The "Archimodule" is a rising body, with a modular structure designed for experimental studies of hydrodynamic noise. It has been designed by ECA Company, under the sponsorship of the S.E.C.T., to meet the requirements of several services of the French Navy.

Its buoyancy, shape and dimensions can be changed to meet the various conditions of experiments. It is equipped with hydrophones or other transducers and a measuring platform. These informations are recorded and kept for delayed processing.



1.- BUT DE L'ETUDE

Deux problèmes fondamentaux sont à étudier dans ce domaine : l'origine des bruits d'écoulement et leur réduction. Ces deux problèmes quoique très liés, peuvent être traités indépendamment. De plus, l'étude du bruit de cavitation peut être efficacement associée à celle de l'écoulement.

1.1. Etude de l'origine des bruits

Le but fondamental de cette étude est de préciser les contributions respectives du bruit provenant des mouvements de fluide au sein de l'écoulement et du bruit induit dans le fluide par les vibrations des parois.

Il est également prévu d'établir une correspondance entre le niveau sonore recueilli sur un hydrophone et le type d'écoulement existant au voisinage de ce récepteur (laminaire, turbulent, transitoire, avec décollement de la couche limite). Cette correspondance pourrait être également établie pour l'allure du spectre de bruit.

Cette partie de l'étude doit être menée de façon, d'une part, à vérifier expérimentalement les conclusions d'études théoriques et d'autre part à déterminer de façon purement expérimentale l'origine du bruit d'écoulement (hydrophone, accéléromètres, corrélation).

Il est donc fondamental dans cette première étude :

- de connaître l'état de l'écoulement, par exemple à l'aide de maquettes
- d'effectuer des mesures de vibrations sur le corps immergé et les hydrophones
- de faire varier la forme et la vitesse du corps afin d'obtenir plusieurs types d'écoulements.

1.2. Etude de la réduction du bruit

Cette seconde partie, purement expérimentale, tend à analyser de façon systématique l'influence de paramètres dont l'importance est reconnue mais de façon encore très imprécise.

Citons en particulier :

- le matériau utilisé (métal, fibres de verre

- caoutchouc, résines)
- le type de peinture
- l'état de surface
- les produits amortisseurs
- la forme des appendices
- les types de suspension des hydrophones.

1.3. Bruit de cavitation

Le phénomène de cavitation peut être étudié expérimentalement dans les domaines suivants :

- cavitation due à la vitesse : influence de la forme et détermination de la vitesse limite
- cavitation due à des appendices ou des anomalies de surface : choix des formes des stabilisateurs, queues des corps remorqués et définition d'un état de dégradation acceptable pour les surfaces
- recherche de dispositifs permettant de retarder ou d'éliminer le phénomène de cavitation.

2.- DEFINITION DU MOYEN D'ETUDE EXPERIMENTALE

2.1. Problèmes de la mesure

L'étude expérimentale définie précédemment se heurte à plusieurs types de difficultés :

- difficulté de mesure en grandeur réelle, puisque l'infrastructure nécessaire ne se trouve généralement qu'en bassins
- difficulté de dissocier le bruit d'écoulement de ceux des moteurs de propulsion, ventilateurs de souffleries etc...
- difficulté de réaliser un engin autonome exempt de vibrations propres.

2.2. Principe de l'engin retenu

Il est apparu que le type d'engin le plus approprié pour surmonter ces difficultés est un corps immergé à flottabilité positive ("rising body"). Moyennant de résoudre les problèmes de mise en oeuvre, un tel corps peut avoir des dimensions importantes et étant propulsé par sa seule poussée, il est exempt de tous bruits de moteur et de vibrations internes.



PROJET ARCHIMODULE

2.3. Conception générale de l'engin

Plusieurs types de corps à flottabilité positive ont déjà été réalisés par divers pays étrangers, mais la technologie de ces engins limitait en général leur utilisation à des essais très spécifiques. L'idée directrice dans la conception d'un nouveau moyen d'essai a été, au contraire, d'en faire un engin adaptable à de nombreux types d'essais. Il a donc été prévu de faire varier la vitesse, les dimensions, les formes extérieures du corps. Il est possible, de plus, de modifier ses appendices et de réaliser différents états de surface de la coque.

La forme de base choisie est celle d'un corps fuselé de traînée minimale (profil NACA à deux équations) donnant l'écoulement le moins bruyant.

L'engin ainsi défini a été baptisé Archimodule.

3. - DESCRIPTION DE L'ARCHIMODULE

L'Archimodule a été conçu autour de deux formes principales de coques et de deux types d'expérimentations :

- Un premier type d'essais réalisé en lac par le laboratoire du Brusac sur un engin de profil NACA évoqué précédemment
- Un deuxième type d'essais, à la mer, intéressant d'une part, le laboratoire du Brusac pour un engin analogue à la version "Lac" et, d'autre part, l'ECAN Saint-Tropez pour un engin de type "torpille".

3.1. Caractéristiques communes

L'Archimodule est constitué longitudinalement de quatre tranches :

- une queue empennée
- une coque "équipements de mesure"

- une rallonge permettant de modifier la longueur
- une coque avant recevant les équipements de mesures acoustiques.

L'originalité de conception de l'Archimodule, qui permet une grande variété d'applications, réside dans la présence d'une double coque :

- une structure étanche et résistant à la pression de 50 bars, permet l'étude de corps de section circulaire du type torpilles.
Les hydrophones et autres capteurs sont placés dans ce cas à l'intérieur de la coque.
- une "peau" mince extérieure permettant de réaliser des corps de formes diverses (et en particulier de profil hydrodynamique NACA). L'intervalle entre les deux coques constitue alors un volume d'eau calme où sont placés les hydrophones.

Afin d'assurer une bonne transparence acoustique de la peau, celle-ci est réalisée en "filamentaire verre epoxy" dont le pc est voisin de celui de l'eau.

3.2. Archimodule version "Lac"

Les caractéristiques propres à cette version sont les suivantes :

- Engin court (3 m) pour des essais à vitesse faible : de 2,5 à 7 m/s suivant lestage
- Immersion initiale à 80 m
- Transmission de tous les ordres et informations par un câble multiconducteurs relié au chaland de mesures où les signaux seront traités et enregistrés.

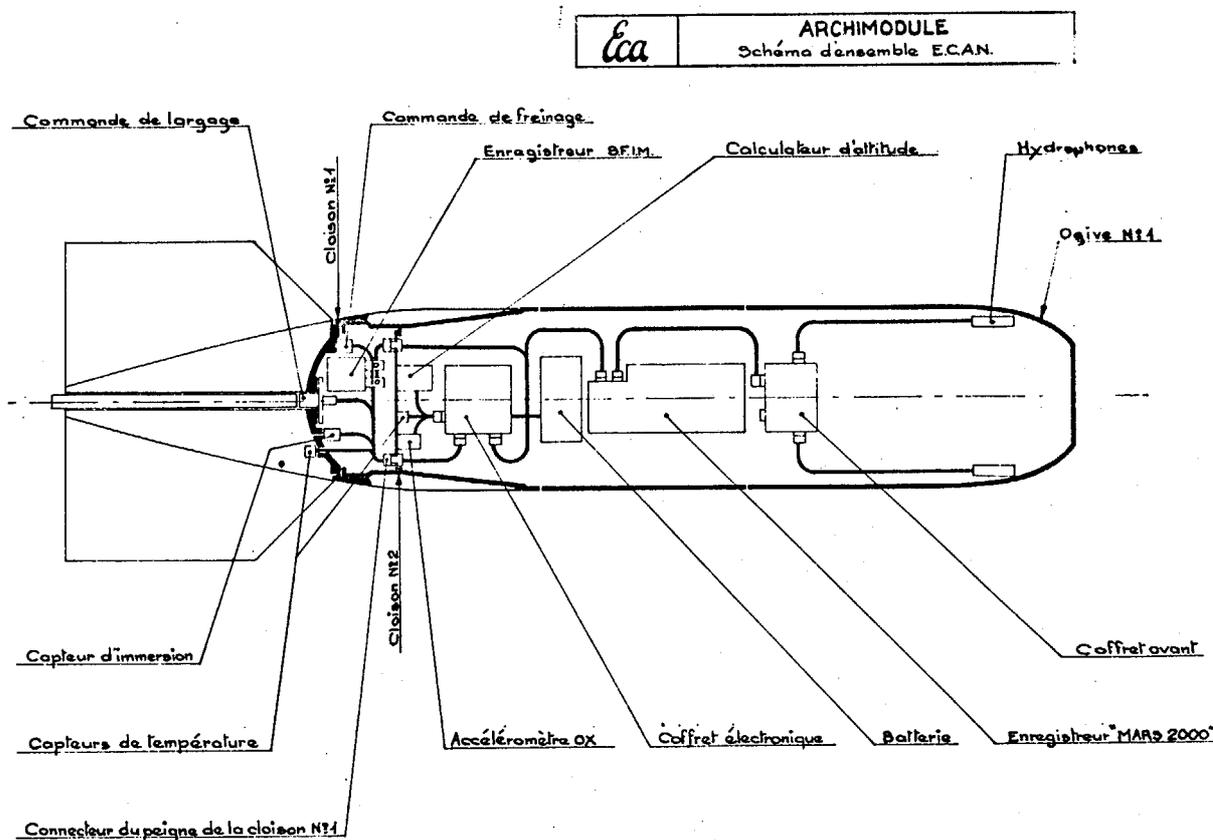
3.3. Archimodule version "Mer"

La version destinée aux essais à la mer se distingue de la précédente sur les points suivants :

- Engin de longueur variable (de 3 à 7 m) pour des vitesses variant de 7 m/s à 24 m/s
- Deux formes principales : profil NACA et Torpille
- Immersion initiale de l'ordre de 400 m
- Freinage de l'engin avant son arrivée à la surface, pour éviter les risques de détérioration

- Déroulement du tir suivant des séquences programmées comprenant notamment :
 - . le largage du test d'immersion
 - . la phase mesure
 - . la phase de freinage.
- Enregistrement des mesures à l'intérieur de l'engin
- Alimentation autonome par batterie
- Divers dispositifs de sécurité permettant de récupérer l'engin en cas de défaillance du fonctionnement automatique.

FIGURE 1





PROJET ARCHIMODULE

4.- STADE ACTUEL DE DEVELOPPEMENT DU PROJET

Dans une première phase du projet, la version "Lac" de l'Archimodule est actuellement en cours de réalisation. Elle répond aux spécifications générales données au § 3.2. et utilise les solutions techniques qui sont développées ci-dessous.

4.1. Structure mécanique

Les impératifs de tenue mécanique de la coque étanche, qui doit être commune avec la version "Mer", sont dictés par les deux conditions suivantes :

- tenue à une immersion de 500 m
- résistance aux chocs lors de la sortie de l'engin.

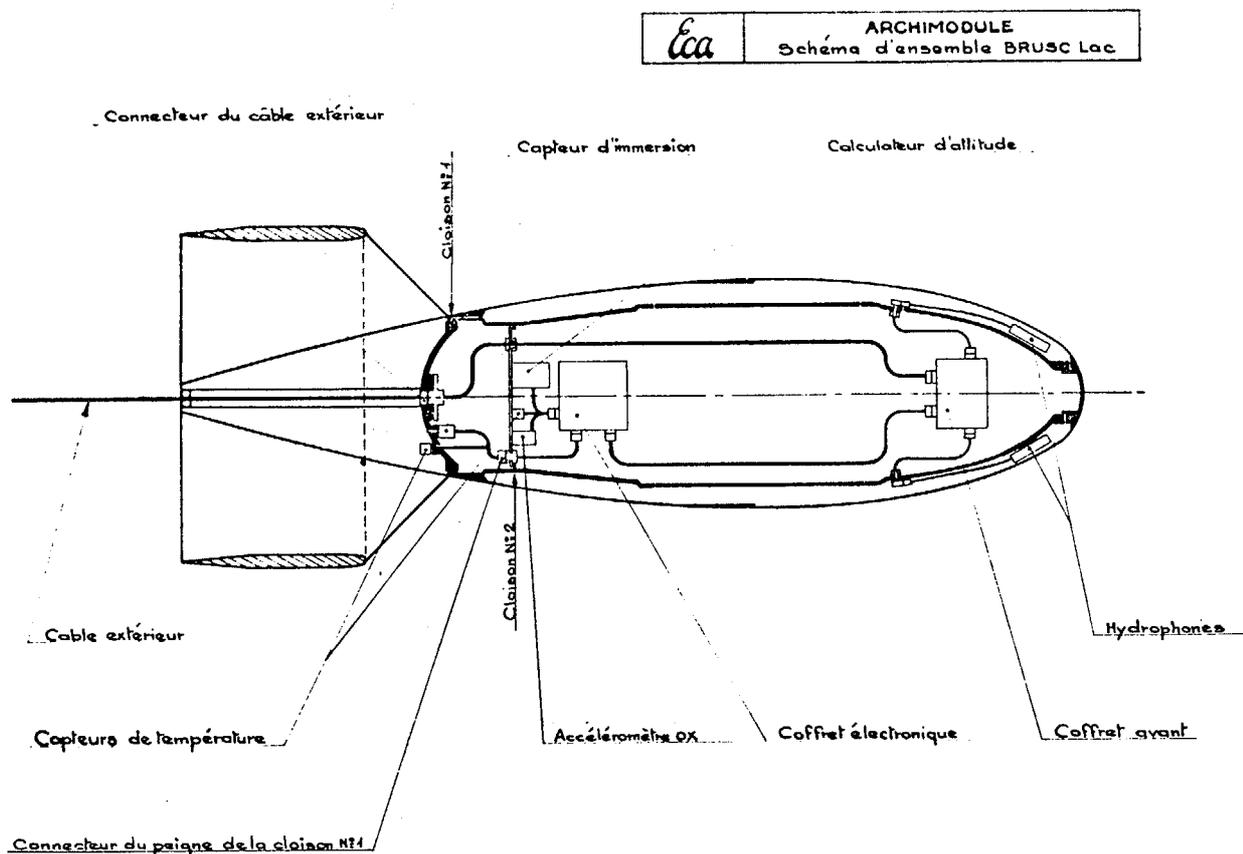
Les éléments de la structure reprennent donc dans une large mesure des solutions éprouvées en torpillerie, mais ils ont dû être allégés

au maximum pour permettre à l'engin de tenir ses performances de vitesse. A cette fin, une utilisation conjointe des alliages d'aluminium et du filamentaire verre epoxy a été choisie.

La coque de queue joue un rôle mécanique et hydrodynamique important. Elle est en fait constituée d'un espace mouillé en arrière de la cloison n° 1 (Fig. 2) et autour du tube central. Dans cet espace sont logés les lests autorisant les variations de la vitesse. La queue porte, d'autre part, des ailerons dont l'envergure conditionne la stabilité du véhicule. De plus, ces ailerons sont entourés par un anneau qui permet, dans certaines configurations de tir, d'obtenir rapidement la vitesse limite.

Le compartiment étanche renferme la partie mesure de l'Archimodule.

FIGURE 2





4.2. Mesures acoustiques

Le coffret avant reçoit les signaux provenant des hydrophones au travers de connecteurs étanches et les envoie, après amplification, dans le câble extérieur. Les hydrophones pourront être fixés sur la coque dans tout le volume délimité entre les deux coques suivant les besoins de l'expérimentation.

Les signaux seront enregistrés en surface puis traités en temps différé.

4.3. Mesures de comportement de l'engin

La cloison n° 2 (Fig. 2) reçoit la "centrale d'attitude" de l'Archimodule, destinée à donner les paramètres de comportement de l'engin : angles ψ , θ , φ d'attitude de l'engin, vitesse verticale, immersion.

Le dépouillement de ces mesures permettra de contrôler que le tir s'est déroulé dans des conditions autorisant l'exploitation des mesures acoustiques.

La centrale d'attitude est constituée de gyromètres, d'accéléromètres et d'un capteur de pression dont les mesures analogiques sont échantillonnées puis converties numériquement dans le coffret électronique embarqué.

Les mesures sont ensuite émises au travers du câble vers la surface où elles sont traitées en temps réel sur un ordinateur et visualisées graphiquement.

Malgré les simulations mathématiques de la navigation de l'Archimodule, qui ont déjà été effectuées sur ordinateur, l'évolution des paramètres dans des conditions opérationnelles aussi particulières et rarement rencontrées présente certaines incertitudes.

La solution retenue du traitement numérique permettra par sa souplesse, des modifications éventuelles en fonction des résultats des premiers tirs.

CONCLUSION :

Les essais utilisant l'Archimodule, dont le début est prévu pour l'été 1976 permettront vraisemblablement de répondre à un certain nombre de questions que se posent les chercheurs tant dans le domaine de l'acoustique sous-marine que dans celui de l'hydrodynamique et qu'ils n'avaient pu résoudre faute de moyen expérimental adapté.

Les informations disponibles permettront d'établir des corrélations entre des paramètres très variés tels que bruits, vibrations, vitesse, roulis, tangage ou d'accéder à certains coefficients hydrodynamiques encore mal connus.

Nous espérons que les méthodes de dépouillement et de traitement des différentes informations pourront être mises au point rapidement au cours des tirs et qu'elles pourront faire l'objet, avec les tous premiers résultats d'essais d'une autre communication dans le cadre du prochain colloque.