

# DIXIEME COLLOQUE SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

931



NICE du 20 au 24 MAI 1985

FAISABILITE D'UN HYDROPHONE A FIBRE OPTIQUE NON INTERFEROMETRIQUE  
FEASIBILITY OF A NON INTERFEROMETRICAL OPTICAL FIBER HYDROPHONE

Marie-Christine SERRES

SINTRA - 1 Avenue Aristide Briand 94117 ARCUEIL CEDEX

## RESUME

On présente les résultats d'une étude de la faisabilité d'un hydrophone à fibre optique non interférométrique basé sur la modulation d'intensité lumineuse introduite par le déplacement relatif de deux grilles sous l'action des pressions acoustiques.

Les principaux avantages que l'on peut attendre d'un tel système sont :

- . la relative simplicité de conception : lumière non cohérente, fibres multimodes,
- . la possibilité de capter des signaux de très basse fréquence,
- . la possibilité de concevoir un dispositif où la fibre détecte et transmet l'information utile, sans aucune partie active dans la zone de détection et donc aucune source d'énergie locale.

De plus, la liaison n'est pas sensible aux parasites électromagnétiques.

Cette étude, objet d'un contrat DRET, a été menée par SINTRA ALCATEL en collaboration avec les laboratoires de Marcoussis.

On présente ici :

- la maquette réalisée,
- les principes des différentes mesures,
- les résultats des expérimentations faites.

## SUMMARY

We set forth results of a study of a non interferometrical optical fiber hydrophone based on the luminous intensity modulation introduced by the relative motion of two gratings under sound pressure action.

The main advantages that we can expect from such a system are :

- . relative simple conception : non coherent light, multimode fibers,
- . ability to intercept very low frequency signals,
- . possibility of conception a device in which the fiber detects and transmits effective information without any active part in the detection zone and therefore no local source of energy.

Moreover, the liaison is not disturbed by electromagnetic interferences.

This study, supported by DRET, was carried out by SINTRA ALCATEL in collaboration with the Marcoussis laboratories.

We submit here :

- the realized mock-up
- the principles of the different measures
- the results of the experiments.



FAISABILITE D'UN HYDROPHONE A FIBRE OPTIQUE NON INTERFEROMETRIQUE  
FEASIBILITY OF A NON INTERFEROMETRICAL OPTICAL FIBER HYDROPHONE

### INTRODUCTION

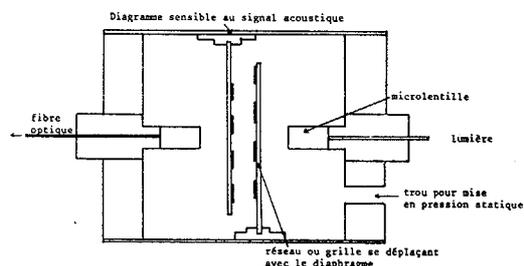
Cette présentation fait suite à celle du GRETSI 1983 "Hydrophones à fibres optiques" où un bilan était fait des principaux avantages et inconvénients de neuf types d'hydrophones différents. Une première étude ayant montré que les hydrophones interférométriques à fibres optiques unimodales étaient limités dans leur utilisation en très basses fréquences par les bruits thermiques, le choix d'un nouveau type d'hydrophone a donc été fait parmi ceux qui utilisent des fibres multimodes.

Parmi ceux-là, on a donné la préférence à celui qui semblait faire le meilleur compromis performances-facilité de réalisation. Restait alors à vérifier que la réalisation ne présentait pas de difficultés imprévues et insurmontables et que les performances étaient bien celles qui étaient annoncées par la littérature.

### Maquette réalisée

Le principe de l'hydrophone choisi est basé sur la modulation de l'intensité lumineuse introduite par le déplacement relatif de deux grilles sous l'action des pressions acoustiques.

Cet hydrophone, représenté par le schéma ci-dessous, peut être appelé "coupleur à grilles".



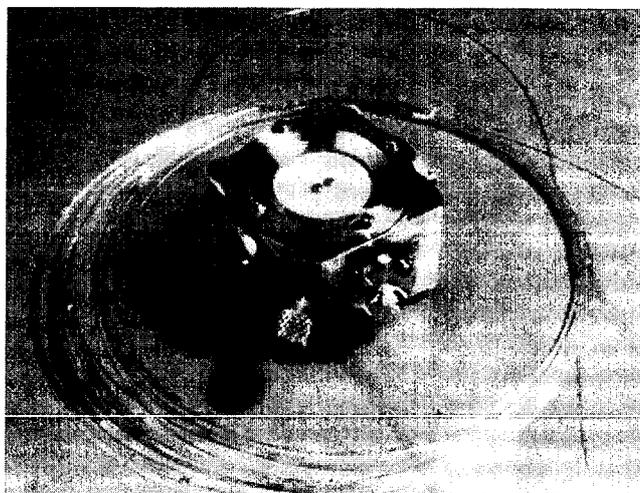
- Le signal entre dans l'hydrophone sous forme d'un faisceau lumineux transporté par une fibre optique :

- . le faisceau est élargi à l'aide d'un système de collimation (microlentille),
- . il est modulé par le déplacement de deux réseaux optiques (suite de plages alternativement opaques et transparentes) couplés à deux membranes, elles-mêmes déformées par le signal acoustique,
- . il ressort par un système de collimation et une fibre identiques à ceux de l'entrée.

- Le signal lumineux constant à l'entrée, est ainsi modulé par le signal acoustique :

- . la chambre de l'hydrophone est remplie d'un liquide qui permet la mise en équipression hydrostatique du système,
- . la symétrie du système (deux diaphragmes) permet une compensation des accélérations.

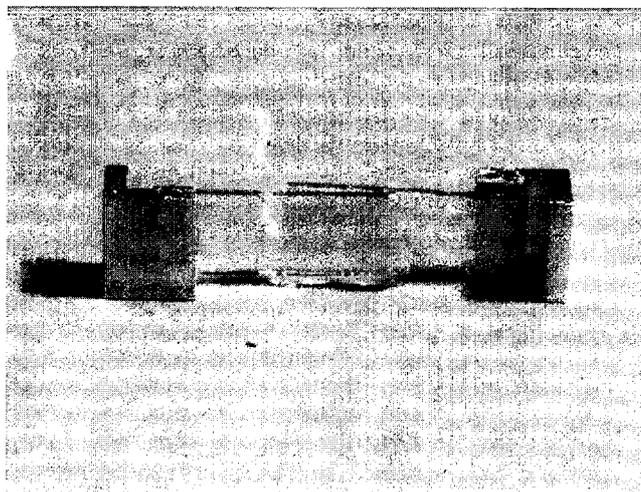
- On donne, ci-après une photographie de la maquette réalisée.



- Les différents éléments constituant la maquette sont :

\* Pour la partie optique :

- . les fibres optiques
- . le système de collimation
- . les réseaux (ou grilles) de modulation, dont on donne une photographie ci-après.



\* Pour la partie acousto mécanique :

- . les membranes
- . le boîtier

### Mesures effectuées

Elles ont été séparées en mesures purement optiques effectuées par les laboratoires de Marcoussis et en mesures d'ensemble par les laboratoires de la SINTRA à Aubagne.



FAISABILITE D'UN HYDROPHONE A FIBRE OPTIQUE NON INTERFEROMETRIQUE

FEASIBILITY OF A NON INTERFEROMETRICAL OPTICAL FIBER HYDROPHONE

Mesures optiques

. Pertes d'insertion du capteurs 12 dB (6 dB dus au rapport des surfaces transparentes et opaques des réseaux quand ils sont en quadrature et 6 dB dus à la diffraction).

. Courbes de réponse du modulateur : un déplacement de 2 Å a pu être apprécié avec un modulateur de pas 5 µm. Des déplacements plus faibles auraient certainement pu être mesurés si toutefois on avait su les contrôler.

Mesures d'ensemble

. La chaîne de mesure est constituée : de la source lumineuse, des fibres de transmission, de l'hydrophone et du récepteur de lumière.

. L'hydrophone placé dans un tube à onde progressive a permis de faire les constatations suivantes :

- > les signaux de sorties sont purs pour un champ sonore faible (inférieur à 50 Pa) ; il y a saturation dans le cas de signaux forts
- > le  $S_h$  moyen est de -168 dB réf. 1V/µPa avec une variation de + 2 dB dans la gamme 80 Hz - 1200 Hz pour un champ sonore de 20 Pascals
- > Comparée aux hydrophones classiques, la maquette a une bande passante beaucoup plus faible, mais une sensibilité bien meilleure (de 30 dB environ).

. Notons que ces mesures sont liées aux différents éléments constituant la maquette, aux dimensions des membranes et à leur nature mais aussi aux supports de réseaux et à leurs liens entre eux et avec les membranes.

CONCLUSION

Les caractéristiques de cette première maquette se révèlent très bonnes quand on les compare à celles des hydrophones piézoélectriques, de plus, sans être aussi bonnes que celles qui sont décrites dans la littérature issue des U.S.A. ; elles leur sont néanmoins comparables (en particulier pour ce qui est du phénomène de saturation en présence de signaux forts).

Les premières améliorations envisageables sont alors l'augmentation de la sensibilité et du domaine de fréquences d'utilisation. Mais l'attention devra restée soutenue sur l'objectif final des travaux qui est de concevoir un hydrophone "opérationnel", c'est-à-dire : relativement aisé à construire, peu encombrant, fiable, qui aura pour principale particularité par rapport aux hydrophones classiques, le fait que la préamplification de son signal de sortie se situe au niveau du récepteur optique (qui peut être situé à plusieurs centaines de mètres du capteur) ce qui le rend "électroniquement passif".

Perspectives ultérieures

Les essais évoqués ici, ont été faits à l'aide d'une maquette unique, dans un nombre de configurations restreintes.

Par la suite, des essais plus systématiques auraient pour but de :

- évaluer avec plus de précisions l'influence sur les performances de l'hydrophone des conditions ambiantes,
- chercher à diminuer ces influences en recherchant les matériaux les mieux adaptés pour les différents éléments, en réduisant les dimensions, ce qui apporterait, en plus, les avantages liés à la réduction de l'encombrement.

