



DEUXIÈME COLLOQUE
SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL
ET SES APPLICATIONS

21/3

NICE - 5 AU 10 MAI 1969

AUTOMATIC PROCESSING AND DISPLAY OF SONAR SIGNALS

ABSTRACT

The recent advances in the theory of detection and their implementation require similar advances in multicorrelators and mainly in techniques used to display the results of the received signal analysis

This lecture will show capabilities of an optical technique able to process up to thirty simultaneous signals. A display system, controlled by a computer, for sampling in a large memory unit many post-detection signals and generating appropriate T.V. pictures, will be then analysed. The future possibilities of direct data transfer between the sonar processor and the weapon management computer, under the necessary monitoring by the sonar operator will be finally examined.



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR PRESENTATION AUX OPERATEURS.

I - CORRELATEURS MULTIPLES

Nous avons réalisé à l'AQMEL, à PAU, (filiale de la CdC et de la SNPA) sous la direction de M. POULEAU des maquettes de corrélateurs optiques dont le principe est tel, que leur complexité ne croît que très lentement, si on leur fait traiter plusieurs voies simultanément. On peut envisager de traiter jusqu'à 32 voies par exemple dans le même appareil.

Le principe utilisé repose actuellement sur un enregistrement photographique, une piste par voie, du signal reçu, soit en aire variable, soit en densité variable. Le film est ensuite développé et lu dans un corrélateur optique en passant devant une pupille diffractante.

La figure d'interférence en lumière monochromatique d'une onde plane et d'une onde sphérique est un hologramme simple auquel on a donné le nom d'Anneaux de Newton. Cela veut dire, que si on rééclairait cette figure en lumière monochromatique, on va reformer les objets d'origine, à savoir l'onde plane et l'onde sphérique, plus une autre onde sphérique symétrique par rapport à l'onde plane (non enregistrement du signe de l'hologramme).

Si sur une figure d'Anneaux de Newton, on découpe une portion de diamètre, on a une représentation d'une opacité variable le long d'une direction. En éclairant seulement cette portion, on va avoir les deux phénomènes suivants :

a) puisqu'au lieu d'utiliser toute la figure, on ne prend qu'un diamètre, la lumière va diffracter dans une direction perpendiculaire à ce diamètre. Cet effet peut être compensé par l'emploi d'une lentille cylindrique convenable. (sélection de canneaux).

b) puisque l'on a pris qu'une portion de diamètre ne comprenant pas le centre des Anneaux de Newton, le point source restitué se trouvera décentré par rapport à la pupille diffractante.

On démontre facilement qu'une portion d'Anneaux de Newton est la représentation en opacité variable d'un signal d'amplitude constante et dont la fréquence varie linéairement avec le temps. Ce type de signal est très utilisé car il présente la caractéristique d'avoir un spectre de puissance rectangulaire dans la bande des fréquences choisies.



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR PRESENTATION AUX OPERATEURS.

En réalité, par éclairage en lumière cohérente et utilisation d'une lentille cylindrique, on peut réaliser la compression d'un très grand nombre de signaux dits longs dont le spectre d'amplitude est quelconque mais dont le spectre de phase est linéaire dans la bande passante considérée. A une distance de la surface à opacité variable, dépendant de la pente du spectre de phase, on trouvera des signaux longs. On a ainsi réalisé la "compression" des signaux longs c'est-à-dire la matérialisation de leurs fonctions d'autocorrélation ou de leur passage dans un filtre adapté.

Nous avons réalisé des documents synthétiques (films photographiques) constitués par la juxtaposition de traces contenant les signaux enregistrés en "aire variable" .

Le film défile devant sa pupille diffractante. Des photodétecteurs placés dans le plan de compression détectent en synchronisme avec le déroulement du film le passage des signaux longs.

L'étude de la dynamique et de la résolution du procédé a été faite en statique.

On peut voir la représentation de 2 signaux longs mélangés à du bruit dans la même bande de fréquence - signal pur, 0 dB, - 10 dB, - 20 dB, - 26 dB, - 32 dB, et le densitogramme de l'image comprimée.

On peut dire que l'optique cohérente offre de grandes possibilités dans le domaine du traitement des signaux. Bien souvent la réduction de résolution et de dynamique par rapport au traitement numérique sera compensée par le volume des données qu'il est possible de traiter à la fois.

Le très grave inconvénient opérationnel de l'appareillage actuel est constitué par la partie photographique à développement instantané et déroulement continu. C'est dans la recherche d'une solution de remplacement que s'orientent aujourd'hui les études.



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR
PRESENTATION AUX OPERATEURS.

II - ANALYSE APRES CORRELATION

Essayons d'évaluer la quantité d'information reçue à la suite d'une émission sonar panoramique à signal long.

- la résolution peut atteindre 10 millisecondes pendant 40 secondes soit :..... 4.000 points
- le nombre de voies de directivité peut atteindre 50 et peut être partagé en demi-voies soit :..... 100 voies
- la résolution Doppler peut atteindre quelques noeuds soit: 20 voies

Le résultat global est qu'il faut examiner, au pire, $4.000 \times 100 \times 20 = 8.10^6$ cases distance, angle, vitesse. Cet examen doit être fait en 40 sec. L'opérateur reçoit donc 200.000 informations élémentaires par seconde. Il est absolument incapable d'absorber cette information.

Si on néglige la résolution Doppler (cas de la F.M) on a encore 400.000 cases distance, angle et 10.000 informations par seconde.

Il est donc indispensable de ne confier à l'opérateur que l'interprétation des cas litigieux, ou il y a doute, et de faire effectuer par une machine automatique la plus grande partie du travail.

Le même calcul peut être effectué sur un sonar panoramique actuel, en surveillance, donc émettant des signaux longs et sans résolution Doppler.

- la résolution distance est de 200 millisecondes pendant 40 sec. 200 points
- le nombre de voies directivité est de 50 50 voies
- il n'y a pas de séparation Doppler.

Le nombre de cases distance azimuth est de 10.000 La cadence d'arrivée est de 250 informations élémentaires par seconde, compatible avec l'opérateur humain.



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR PRESENTATION AUX OPERATEURS.

Il va donc falloir introduire un ordinateur dont les fonctions seront les suivantes :

- acquisition des informations
- détection automatique
- élaboration des présentations visuelles du dialogue avec l'opérateur
- transfert à l'ordinateur de conduite des armes des informations.

et dont on peut, en conséquence, essayer d'analyser la structure.

II-1 Structure du système

2.1.1 - L'échantillonnage des données d'entrée ne pose pas de problèmes essentiels. Il s'agit en effet de commuter, au plus, quelques centaines de voies, à une cadence de l'ordre de 100 mesures à la seconde

Le codage est facile puisqu'on a le temps et que par ailleurs la précision de ce codage n'est pas grande, quelques bits pour le signal lui-même et quelques bits de bruit pour la résiduelle non régulée par les circuits de contrôle automatique de gain.

Mais à ce stade, on peut douter de la qualité des choix effectués, en effet :

- on pourrait songer à opérer, plus en amont dans les récepteurs, un codage plus précis et à faire alors effectuer, par le calculateur, des régulations de bruit mieux adaptées, ou asservies au roulis, ou etc...

- on pourrait économiser des étages d'amplification dans chaque récepteur en opérant la commutation et le codage à bas niveau, plus loin en amont.

- on pourrait même envisager de faire effectuer les opérations de filtrage et de corrélation par le calculateur.

Mais on est très vite limité dans cette voie par la puissance, la rapidité de calcul nécessaire et si on peut envisager d'effectuer une partie de ces opérations, les problèmes de filtrage et de corrélation débordent pendant encore longtemps et de très loin des possibilités des machines.



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR PRESENTATION AUX OPERATEURS.

2.1.2 - Le problème essentiel de cette structure est celui de la nature de la mémoire nécessaire au stockage. Elle doit en effet avoir :

- une très forte capacité
- un accès rapide, quoique non instantané.

Ce sont certainement les tambours ou disques magnétiques qui fournissent actuellement la meilleure solution.

2.1.3 - L'ensemble des signaux étant mis en mémoire, il faut les traiter pour opérer une détection automatique. Le choix des critères sera ici essentiel puisqu'il faudra qu'ils soient suffisamment performants mais assez simples pour rester compatibles avec la puissance de calcul disponible. Au stade actuel de nos connaissances ce sera d'ailleurs certainement sous la forme d'une "présomption de détection", présentée pour validation à l'opérateur, qu'ils seront utilisés. On peut penser aussi qu'il n'est pas utile de traiter en automatique ce point dès le départ et que l'amélioration des conditions de travail des opérateurs que nous allons évoquer ci-après en rendra la nécessité moins évidente.

II-2 Visualisation

La visualisation, ou présentation à l'opérateur sera faite sur des consoles spécialisées liées à l'ordinateur, les images étant engendrées et entretenues par celui-ci. Nous ne nous étendrons pas sur l'aspect entretien puisque ce n'est qu'un aspect technologique qui peut être traité de plusieurs façons. Il faut par contre insister sur les aspects de dialogue homme-machine ainsi que sur ceux de confort pour l'opérateur, grâce au caractère permanent (et non fugitif) et à l'éclairement permettant le travail en ambiance quasi-normale.

2.2.1 - On peut penser à présenter des images de synthèse, adaptées à la surveillance, car il est évidemment impossible de tout afficher. Ces synthèses sont des résumés obtenus en négligeant les résolutions, Doppler, Distance ou angulaire, ou un peu des 3 à la fois. Le choix du mode synthèse est difficile doit-on prendre une moyenne spatiale ou temporelle, ou retenir la valeur crête ? il y aura peut-être



LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DES SIGNAUX SONAR ET LEUR PRESENTATION AUX OPERATEURS.

avantage à ce stade, à présenter à l'opérateur plusieurs synthèses successives, correspondant à plusieurs émissions passées.

2.2.2 - Au vue de ces synthèses, l'opérateur pourra demander l'affichage sur des loupes (adaptées à l'analyse fine ou à l'attaque) qui lui permettront d'examiner avec précision une petite zone distance azimut, ou distance Doppler sur un seul azimut. On peut envisager plusieurs types qui seront choisis et placés :

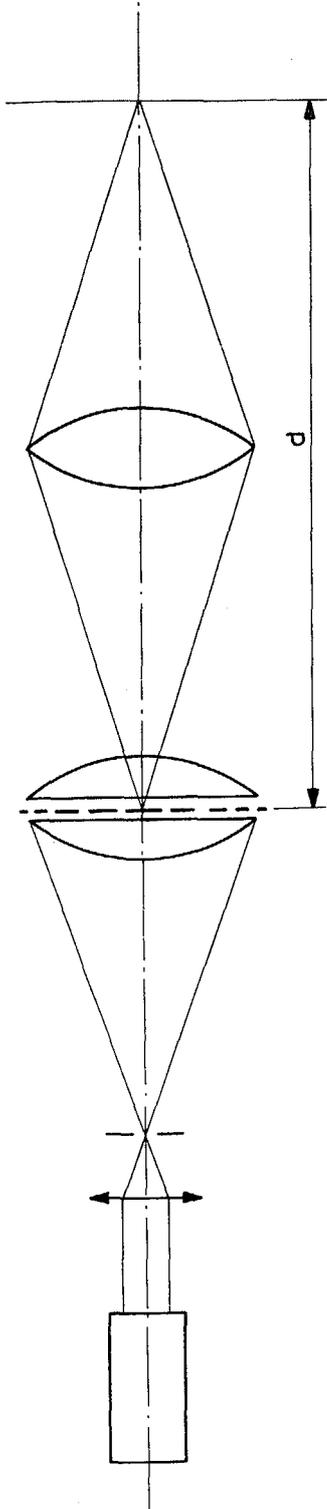
- soit manuellement par l'opérateur de synthèse
- soit automatiquement par le calculateur qui aura vu un événement anormal
- soit même par le calculateur d'armes qui demandera une surveillance accrue d'une zone déterminée.

2.2.3 - L'opérateur ayant, grâce à la loupe, pu confirmer la présomption de détection il restera à affiner les mesures par interpolation d'azimut, par exemple, et à les transférer au calculateur d'armes. Il faut d'ailleurs signaler que les mesures devront être datées avec précision pour éviter toute ambiguïté ou permettre l'extrapolation.

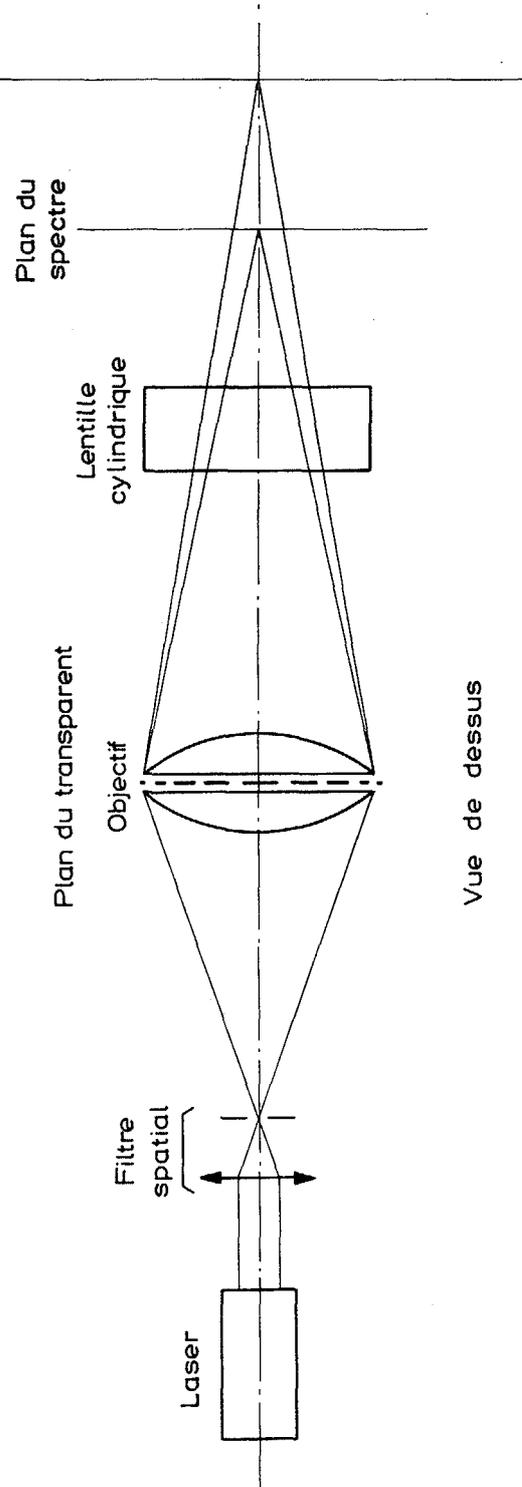
CONCLUSION

Les progrès du traitement du signal, tant théoriques que pratiques, conduisent actuellement à des possibilités de détection qui débordent complètement les possibilités d'interprétation par l'opérateur, seule pratiquée jusqu'à maintenant. Il est donc indispensable de repenser complètement toute cette partie des sonars.

Nous avons cherché à évoquer devant vous, quelques possibilités techniques dont l'application au sonar aura vraisemblablement lieu dans les prochaines années.



Plan de l'image



Plan du transparent

Objectif

Lentille cylindrique

Plan du spectre

Vue de dessus

