

# ETUDE D'UNE CLASSIFICATION D'ECHOS SONAR FONDEE SUR UN TRAITEMENT SEQUENTIEL

**Emmanuelle RICHARD**

CTSN/DLSM  
Chemin de la Gardiole  
83 140 Le Brusac

Tel. : 04 94 34 96 59  
Fax. : 04 94 34 99 23  
e-mail : richard@isitv.univ-tln.fr

**Jean-François CAVASSILAS**

MS/GESSY  
Avenue Georges Pompidou  
BP 56  
83 162 La Valette-du-Var

Tel. : 04 94 14 25 77  
Fax. : 04 94 14 24 48

## RÉSUMÉ

Cet article présente une étude sur une méthode de classification d'échos sonar ATBF. La difficulté du problème traité s'intensifie plus particulièrement lorsque les signaux sont pollués par une réverbération de surface importante qui produit des échos parasites. De nombreuses études sont consacrées au traitement d'une unique image de détection temps-gisement. Ici l'originalité de la méthode réside dans l'aspect séquentiel du traitement mais également dans l'introduction de paramètres dynamiques discriminants. Les performances du classifieur sont évaluées sur des signaux sonar réels détectés par grand fond. Les résultats sont encourageants et montrent que l'information qu'offre le traitement séquentiel en association avec les paramètres statiques et dynamiques n'est pas négligeable et on peut espérer apporter une aide à l'opérateur grâce à un tel classifieur.

## 1 Introduction

En sonar actif, de nombreuses études consacrées à la classification d'échos sonar sont basées sur le même concept où une unique image de détection sonar temps-gisement est traitée. Les méthodes les plus classiques se consacrent à la caractérisation de la forme de l'écho dans ce plan. Usuellement les extensions des maxima en voies et en distance sont utilisées en parallèle avec des paramètres comme le périmètre, la surface et les moments d'inertie des objets échos d'une image. Cependant les conditions environnementales et les phénomènes physiques fluctuants comme par exemple la propagation des signaux acoustiques dans l'eau, rendent très variable l'aspect des échos sonar dans le plan temps-gisement. Et ainsi la caractérisation des vrais échos et des faux échos grâce à de tels paramètres de forme devient insuffisante [1], [2]. C'est pourquoi on s'intéresse à présent à un traitement séquentiel des images d'échos sonar dans le but de constituer une aide à la

## ABSTRACT

This paper deals with LF sonar echo classification. False echoes from considerable surface reverberation increase the difficulty of the discrimination. Most of studies are devoted to the processing of a unique bearing-range image of detection. Here the authors use a sequential analysis and introduce dynamic discriminant parameters. The performances of the classification system are obtained from real sonar data in deep water. The experimental results are encouraging and they show that the information from the sequential analysis in association with the static and dynamic parameters is not insignificant. A sonar operator can hope to get such a classification system to help him.

décision de l'opérateur concernant les échos difficiles à classer comme vrai ou faux écho à partir d'une seule représentation. Par le traitement séquentiel des échos on tente de mettre en évidence le caractère commun des échos de cibles successifs (c'est-à-dire d'une émission à l'autre) qui n'est pas présent entre les faux échos. L'approche considérée traite une séquence de représentations bidimensionnelles des échos à partir de laquelle deux types de paramètres sont calculés : des paramètres statiques et des paramètres dynamiques. Les paramètres statiques sont des paramètres caractérisant la forme et la répartition des énergies des échos sur une unique image. Et les paramètres dynamiques représentent la dynamique, l'évolution dans le temps des paramètres statiques. Parmi l'ensemble des paramètres calculés, seuls ceux les plus discriminants sont conservés pour établir la classification grâce à une analyse discriminante. La méthode est présentée puis évaluée par des résultats expérimentaux obtenus sur des signaux sonar détectés réels. Ces signaux sont bidimensionnels et correspondent à des échos sonar ATBF de cible et des échos sonar ATBF de

réverbération de surface avec des rapports signal sur bruit évoluant de 6dB à 30dB.

## 2 Système de classification

La figure 1 décrit par un schéma bloc le système de classification qui a été développé. Son but est d'extraire puis de classifier des objets échos dans une séquence d'images de détection sonar. Ces images subissent tout d'abord une normalisation qui permet de diminuer le bruit ambiant, le bruit du porteur et le bruit de réverbération. Sur ces images normalisées apparaissent des événements qui peuvent être soit des échos de cible soit des échos parasites.

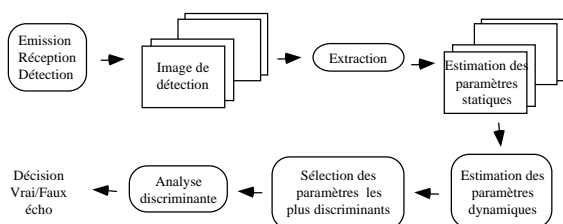


Figure 1 : Système de classification

La discrimination constituera donc une classification vrai écho ou faux écho. Après normalisation, une extraction fournit les objets échos à classifier. Sur chaque écho, les paramètres statiques sont calculés pour chacune des N images qui composent la séquence étudiée. On obtient donc un ensemble de N matrices comportant les mesures des paramètres statiques.

$$S = \{ S_1, \dots, S_N \}$$

Chaque colonne des matrices  $S_i$  ( $1 \leq i \leq N$ ) correspond à un objet (vrai ou faux écho) de l'image  $i$ . Ces colonnes sont des vecteurs paramètres statiques de dimension  $s$  qui est le nombre de paramètres statiques pris en considération. Ils donnent une description quantitative de la forme et des caractéristiques de l'échelle de niveaux de gris de chaque objet. Ainsi pour chaque écho on constitue une série temporelle de mesures de caractéristiques statiques. L'étape suivante fournit une description de cette série temporelle par le calcul de paramètres dynamiques. Les paramètres statiques peuvent être utilisés directement pour classer les objets qui se trouvent sur une image mais ils ne fournissent aucune information dynamique. C'est pourquoi on considère les paramètres dynamiques qui décrivent le comportement dynamique de la forme des objets sur une série d'images. Cependant avant le calcul de ces paramètres il faut que dans la série  $S = \{ S_1, \dots, S_N \}$  une colonne donnée pour chaque  $S_i$  corresponde à un même objet. En effet, lors du traitement automatique le vecteur colonne paramètre numéro  $k$  d'une image à l'autre ne représente pas nécessairement le vecteur colonne paramètre du même objet. Il faut donc rétablir la cohérence.

Après ce traitement, les paramètres dynamiques sont calculés sur une fenêtre glissante d'une longueur de  $W$  images. Pour chaque image de la série de  $N$  images, les valeurs des

paramètres statiques des  $W-1$  images précédentes sont exploitées. Chaque fenêtre est caractérisée par  $t$  paramètres dynamiques. Ainsi l'entrée du classifieur est une série  $T$  de  $N$  matrices qui se substitue à la série  $S$  :

$$T = \{ T_1, \dots, T_N \}$$

où  $T_j = 0$  pour  $1 \leq j \leq W-1$  et  $T_j$  sont des matrices de dimension  $s.t$  lignes sur  $\Omega$  colonnes, où  $\Omega$  est le nombre d'objets par image.

Il y a  $t$  paramètres dynamiques calculés en fonction de chacun des  $s$  paramètres statiques. Les colonnes des matrices  $T_i$  sont les vecteurs paramètres dynamiques qui décrivent le comportement dynamique de la forme des objets sur une série de  $W$  images. Par la suite, afin de réduire la dimension de l'espace paramètre, une sélection des paramètres les plus discriminants est établie. Sur ces paramètres restants on applique enfin une analyse discriminante qui est la dernière étape du système de classification décidant si l'écho considéré est un vrai ou un faux écho.

## 3 Sélection des paramètres discriminants

Usuellement les études consacrées à la discrimination d'échos sonar exploitent la forme des échos dans le plan temps-gisement. Le classifieur étudié ici associe ce type de paramètres statiques à des paramètres dynamiques. Ainsi la sélection des paramètres statiques s'inspire de ceux qui ont prouvé leur pouvoir de discrimination lors d'études précédentes.

Le tableau 1 présente les paramètres de forme qui ont été retenus. Et les paramètres dynamiques devant illustrer le comportement dynamique des paramètres statiques ont été définis comme dans le tableau 2.

Paramètres statiques	Description
EXTV	extension en voies
EXTD	extension en distance
AIRE	aire totale en échantillons
PERI	longueur du contour
FER0	diamètre de Feret dans la direction 0°
FER9	diamètre de Feret dans la direction 90°
GMOY	niveau d'énergie moyen
GVAR	variance des niveaux d'énergie autour de GMOY
COMP	densité, nombre d'Euler
ECCE	eccentricité

Tableau 1 : Paramètres statiques

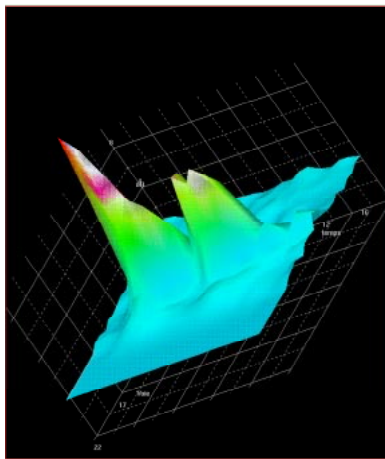
Néanmoins, dans un soucis de réduction de dimension de l'espace paramètre, on procède à la sélection d'un sous-ensemble contenant les meilleurs paramètres dynamiques d'un point de vue discriminant [3]. Ces paramètres sélectionnés sont présentés dans le paragraphe suivant donnant les résultats expérimentaux qui les accompagnent.

Paramètres dynamiques	Description
MOYE	Valeur moyenne d'un paramètre statique sur W images
VARI	Variance d'un paramètre statique sur W images
TXCH	Taux de changement d'un paramètre statique sur W images

**Tableau 2** : Paramètres dynamiques

## 4 Résultats expérimentaux et conclusions

L'évaluation des performances du classifieur a été réalisée sur des signaux sonar réels détectés par grand fond. La figure 2 représente un des échos à classifier.



**Figure 2** : Écho sonar ATBF

Un des meilleurs résultats (85% de bonne reconnaissance) a été obtenu sur trois paramètres discriminants différents : VARI(EXTV), FER9, MOY(EXTD). On remarque que la série de paramètres permettant d'atteindre ce résultat met en cause deux paramètres dynamiques tandis que la série (EXTV, FER0, ECCE) pour laquelle les résultats ne sont pas convenables, quel que soit le rapport signal sur bruit, ne comporte que des paramètres statiques. Cette constatation peut se faire sur plusieurs séries du même type. Ceci amène à la

conclusion que l'apport du traitement séquentiel est satisfaisant et surtout que l'information sur la dynamique, sur plusieurs émissions, des paramètres statiques déjà à caractère discriminant, les performances de la discrimination d'échos sonar ATBF par grand fond augmente par rapport aux précédentes études. Toutefois, en sonar ATBF les émissions sont très espacées et ainsi pour sa décision l'opérateur ne peut pas bénéficier entièrement de l'avantage du traitement séquentiel sur plus de trois ou quatre émissions. La séquence traitée pourrait se réduire jusqu'à 2 voire 1 seule émission. Une nouvelle perspective d'étude pourrait être de tirer un avantage du traitement séquentiel pour mettre en évidence un ou plusieurs caractères de l'écho sonar qui seraient discriminants à partir d'une seule image sonar; ainsi la finalité serait de réduire le nombre d'images sonar dans la séquence étudiée.

Finalement, les méthodes étudiées cherchent à discriminer des échos sonar ATBF par grand fond essentiellement grâce à l'information qui ressort d'un traitement séquentiel et qui n'existe pas pour une analyse classique. L'association des paramètres statiques et des paramètres dynamiques proposés fournit des résultats très encourageants. Tout ceci mène à la conclusion que bien que la séquence ne puisse être constituée seulement de 3 ou 4 images, l'information offerte par le traitement séquentiel des signaux sonar détectés n'est pas négligeable et peut constituer une certaine aide à l'opérateur.

## 5 Références

- [1] Lane D.M.; Stoner J.P.; « *Automatic interpretation of sonar imagery using qualitative feature matching* »; IEEEJ Oceanic Engineering, 19, 1994
- [2] Colle J.L.; Allouche J.M.; « *Méthodes de discrimination d'échos sonar ATBF* »; Rapport interne DCN Ingenierie Sud; 1995
- [3] James M.; « *Classification algorithms* »; Collins; London; UK; ISBN; 1985