



EXPLOITATION D'ENREGISTREMENTS GRAPHIQUES DE HOULE PAR SCANNER : METHODE ET APPLICATION

I. LESPRIT⁽¹⁾, M. NACIRI⁽¹⁾ et J.L. SCHULMANN⁽²⁾

⁽¹⁾ OCEANIDE Port de Brégaillon, BP 63, 83502 La Seyne Sur Mer

⁽²⁾ IMAGE DIGITALE, 76, Bd Beaumarchais, 75011 Paris

Abstract

The accurate knowledge of the wave climate near the shoreline is essential to design new maritime structures or to understand the morphological changes affecting the coastline.

During the past four decades, many wave measuring devices have been installed on the sea floor in intermediate depths ranging from 10 to 20 meters. These devices produce a graphic recording of the sea elevation for durations of 5 to 20 minutes. Such a recording is then translated to a time series by way of hand digitalization. This process is long and can be corrupted by errors.

This paper presents an alternative based on the use of a scanner, a standard image processing software and a specific tool. Application to wave data measured at Cap Couronne (West of Marseilles, France) is presented. It is the authors' hope that this new technique will promote and encourage the analysis of the large amount of unprocessed existing wave data.

I. INTRODUCTION

La connaissance précise des conditions de houle au voisinage des côtes est essentielle pour la conception d'aménagements portuaires et la compréhension de l'évolution morphologique du trait de côte.

Depuis plusieurs décennies, des houlographes immergés ont été implantés par des fonds de 10 à 20 mètres. L'élévation de la surface libre est enregistrée graphiquement au moyen d'un stylet pendant une durée de 5 à 20 minutes.

La détermination des paramètres caractéristiques de la houle nécessite au préalable la digitalisation manuelle des enregistrements graphiques. Cette étape est longue, fastidieuse et peut souvent être entachée d'erreurs.

L'objet de cette communication est de présenter une alternative, basée sur l'utilisation d'un scanner et de logiciels de traitement d'images, permettant de s'affranchir, dans une large mesure, des inconvénients mentionnés ci-dessus tout en garantissant la précision de la digitalisation.

Les auteurs souhaitent que cette nouvelle méthode encourage l'exploitation des nombreux enregistrements non encore traités détenus par les ports et services maritimes français.

II. METHODE

L'initiative du développement d'une nouvelle méthode de saisie d'enregistrements graphiques de houle revient à Prudhomme.

II.1. Description d'un enregistrement de houle typique

L'enregistrement typique de la figure 1 est tracé par un stylet très fin sur un papier métallisé défilant à une vitesse constante connue. Ce papier est gradué dans la direction transversale à raison d'un mètre de hauteur de houle pour une distance de 0,75 cm (distance entre deux lignes épaisses consécutives). De plus, la date et les heures de début et de fin d'enregistrement sont reportées manuellement sur le papier métallisé. Enfin, quelques renseignements concernant la direction de propagation de la houle, la direction et la force du vent évaluées visuellement y sont également portés.

II.2. Saisie par scanner

La méthode de saisie utilisée est basée sur l'utilisation d'un scanner. Il permet d'associer à chaque pixel (1 point de l'image) un entier compris entre 1 et 256, représentant un niveau de gris (le blanc correspond à l'indice 1 et le noir à l'indice 256). Seule la frange de l'enregistrement contenant la trace du stylet a été digitalisée de façon à éliminer les commentaires manuscrits et avoir des fichiers de taille réduite.

Une résolution de 180 points par pouce a été retenue. Ainsi, chaque pixel résume l'information contenue dans un carré de 0,14 mm de côté sur l'enregistrement.

Au vu de l'échelle de temps portée sur l'enregistrement, nous obtenons une cadence d'environ 7 mesures de l'élévation de la surface libre par seconde.

Le résultat de la saisie par scanner d'une portion de l'enregistrement de la figure 1 est représenté sur la figure 2a. Il est bon d'y noter la présence des lignes horizontales d'échelle et de numéros (15 et 31) situés à la périphérie immédiate de l'enregistrement.

II.3. Traitement d'images

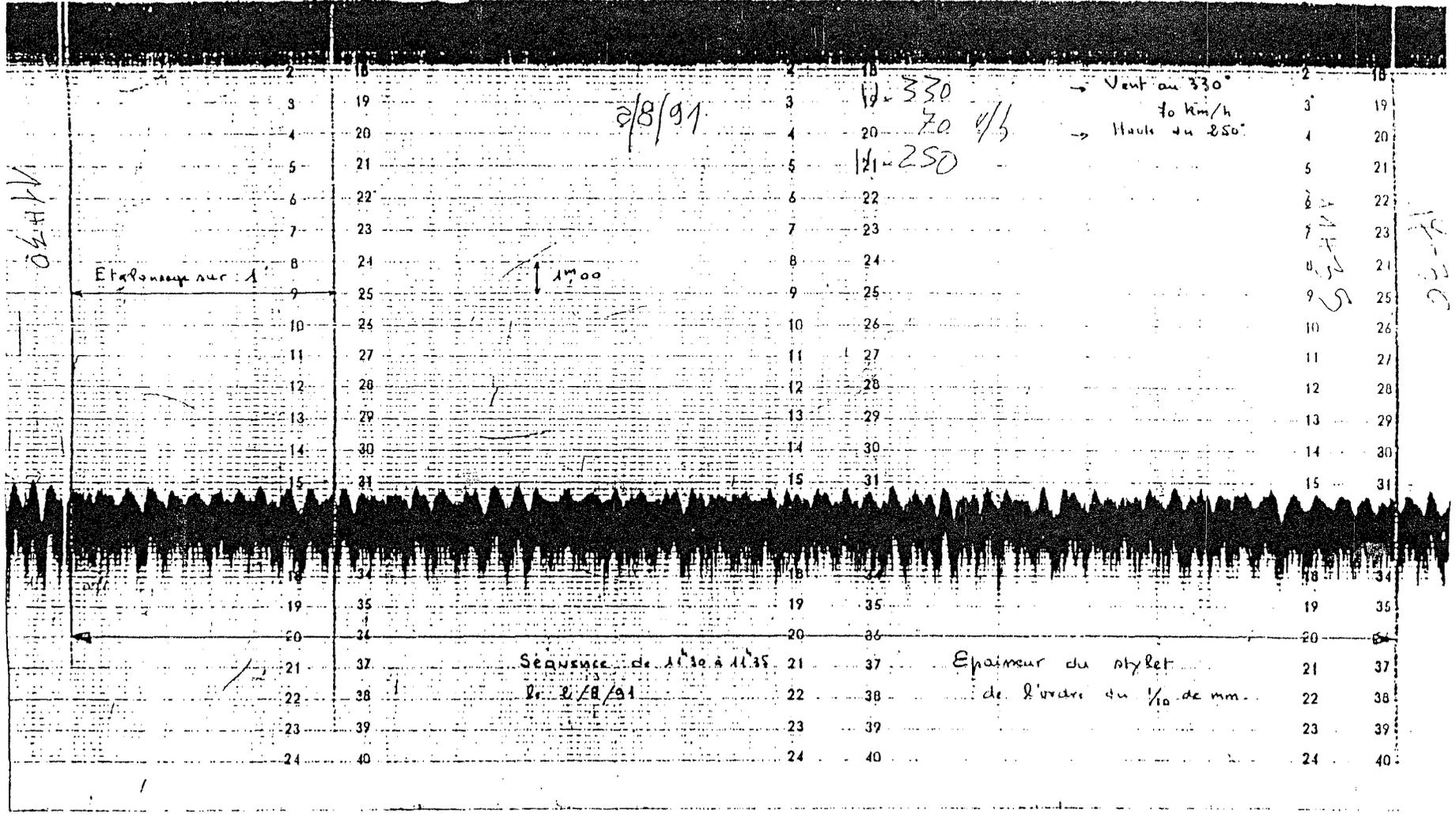
Après sélection du niveau de gris de la structure du stylet, les échelles, numéros et autres parasites sont éliminés automatiquement (voir fig. 2b).

Un filtrage permet ensuite d'éliminer les "trous" et les isthmes qui apparaissent dans l'enregistrement, lorsque le stylet ne parvient pas à marquer, pendant une courte durée, le papier métallisé (voir fig. 2c).

Enfin, un seuillage permet de discriminer les pixels relevant du tracé de ceux appartenant au fond, nous obtenons ainsi la figure 2d.

Les manipulations décrites ci-dessus correspondent à des fonctions existantes dans tout logiciel standard de traitement d'images. L'adéquation de ces manipulations

Fig. 1 : Echantillon d'enregistrement de houle



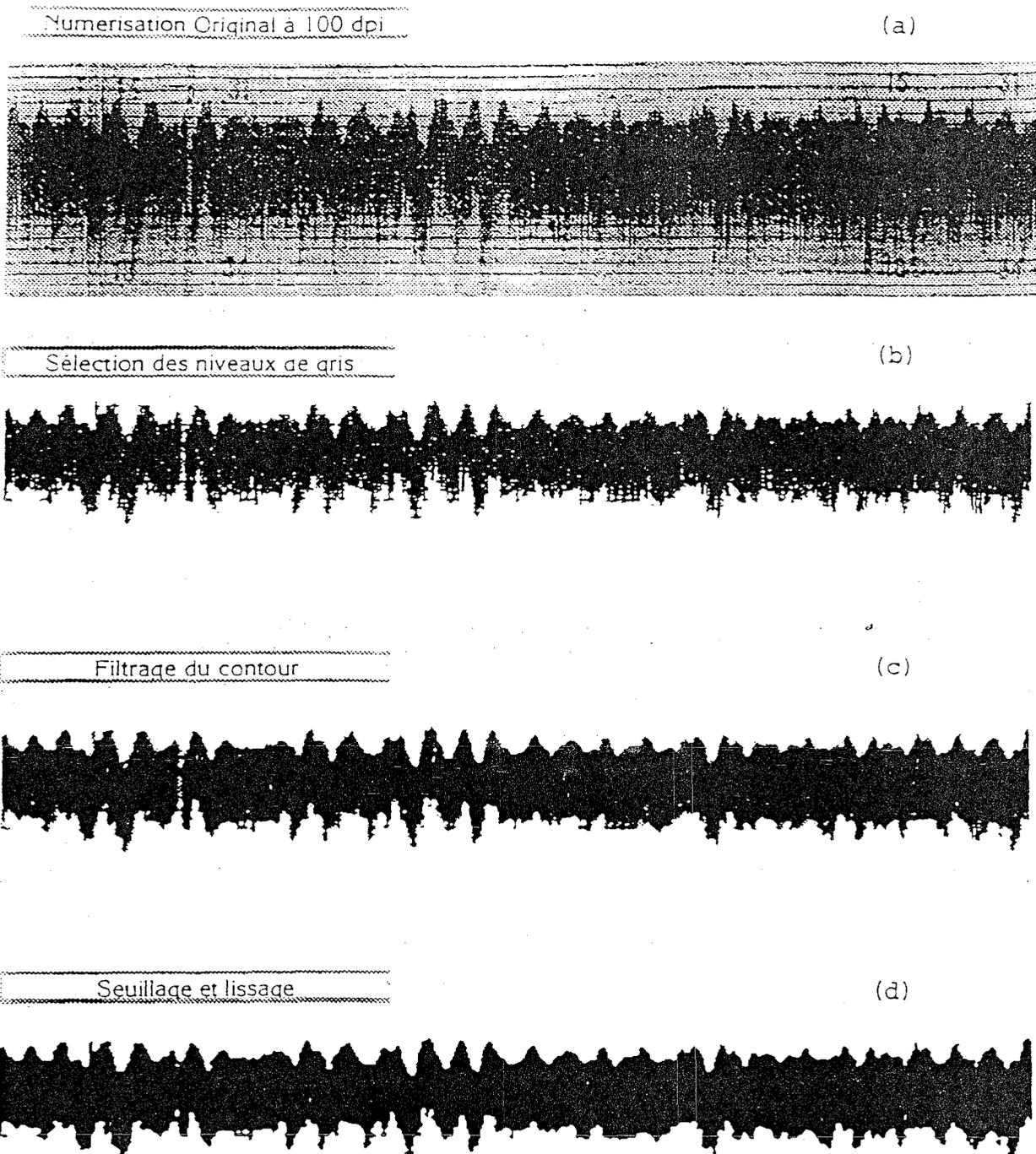


Fig. 2 : Etapes du traitement d'images

aux objectifs recherchés a été établie par Image Digitale à partir d'échantillons représentatifs.

La figure 2d étant obtenue, il est alors possible de déterminer avec une très grande précision le contour supérieur de l'enregistrement, c'est-à-dire l'élévation de la surface libre en fonction du temps $\xi(t)$.

Le fichier informatique associé à la figure 2d peut être schématiquement assimilé à un tableau bidimensionnel de valeurs entières égales soit à 1 (blanc) soit à 256 (noir).

Un logiciel spécifique a ensuite été développé par Image Digitale en collaboration avec OCEANIDE pour analyser le fichier informatique sauvegardé après l'étape 2d de façon à obtenir l'enveloppe supérieure de la trace du stylet, c'est-à-dire la courbe $\xi(t)$, où ξ est le pixel élévation de la surface libre et le pixel-temps.

Le fichier résultat obtenu comporte un en-tête détaillant les paramètres caractéristiques de l'enregistrement, la résolution et le nombre total de pixels-temps. La suite du fichier comporte deux colonnes avec les pixels-temps et les élévations.

Cette courbe après prise en compte des facteurs d'échelle fait l'objet d'une analyse vague par vague classique avec pour résultat les paramètres habituels H_{max} , $H_{1/3}$, H_{moy} , T_{max} , $T_{1/3}$, T_{moy} etc...

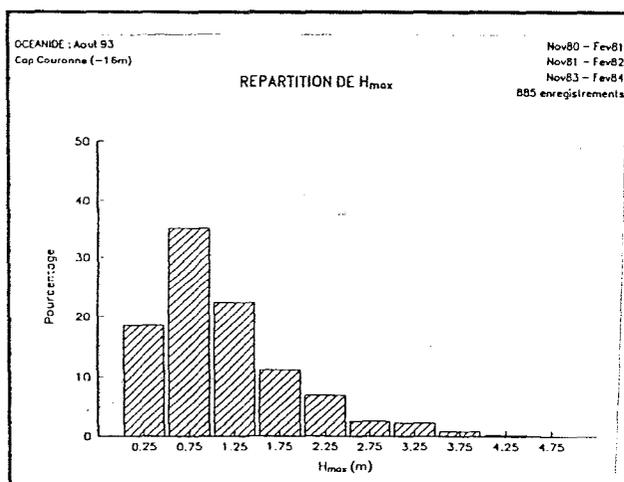


Fig. 3 : Répartition des valeurs de H_{max}

III. APPLICATION

III.1. Origine des enregistrements

La nouvelle méthode de saisie et d'exploitation a été développée dans l'optique, à court terme, de traiter les enregistrements détenus par le Port Autonome de Marseille. Cette démarche s'inscrivant dans le cadre plus vaste d'un projet d'observatoire de la houle sur le littoral méditerranéen entre Gênes et Barcelone.

La houle est enregistrée au large de Cap Couronne au moyen d'un houlographe à ultrason immergé aux abords de Cap Couronne, par fond de -16m. Ce dernier est déclenché manuellement, trois fois par jour, sept jours sur sept, par le gardien du phare. La durée de chaque enregistrement varie entre 1 et 20 minutes.

Plusieurs années d'enregistrements sont disponibles.

III.2. Enregistrements de houle traités

Il a été convenu, dans un premier temps, de ne traiter que des périodes hivernales (mois de novembre à février). Les trois hivers 80-81, 81-82 et 83-84 ont été retenus à cet effet.

Au total près de 900 enregistrements ont été saisis par scanner.

III.3. Résultats partiels

Les résultats partiels sont issus du rapport d'étude [1].

L'histogramme des hauteurs maximales présenté sur la figure 3 montre la prédominance des hauteurs comprises entre 0,5 m et 1,0 m. La proportion des hauteurs maximales supérieures à 1,5 m atteint 23%. Dans son étude datant de 1977 [2], SOGREAH avait trouvé 26% en analysant 14 ans d'enregistrements de 1964 à 1977.

L'histogramme des hauteurs significatives présenté sur la figure 4 montre la prédominance des hauteurs voisines de 0,4 m. La proportion des hauteurs significatives supérieures à 1,5 m est de 6% contre 8% selon [2].

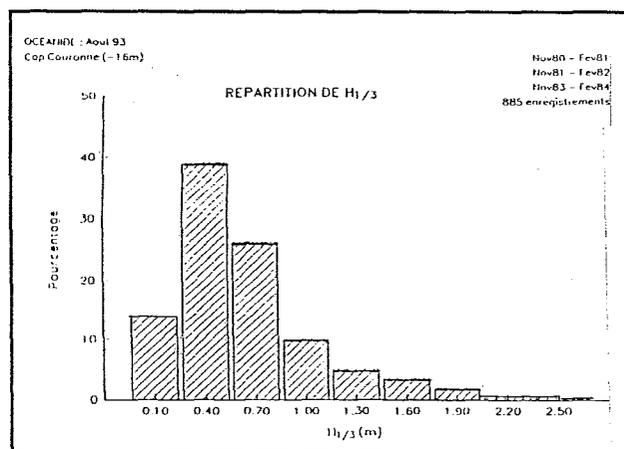


Fig. 4 : Répartition des valeurs de $H_{1/3}$

III.4. Perspectives

L'étape suivante concerne l'analyse de deux années pleines afin d'évaluer l'opportunité et la représentativité des périodes hivernales vis-à-vis des houles extrêmes, d'une part, et des houles usuelles de l'autre.

Une procédure d'homologation de cette nouvelle méthode de saisie est en cours avec le Service Technique de la Navigation Maritime et des Télécommunications de l'Équipement (STNMTE).

Remerciements :

Nous remercions Messieurs Vezinhet et Izaute du Port Autonome de Marseille pour la confiance qu'ils nous ont témoignée tout au long de l'étude de faisabilité.

Références

- [1] Digitalisation par scanner et traitement statistique d'enregistrements de houle. Port Autonome de Marseille, Rapport d'études et annexes, OCEANIDE, Août 93.
- [2] SOGREAH. 1978. Golfe de Fos, Conditions de houle au Cap Couronne. Rapport R 350656-2.