

DÉPOUILLEMENT AUTOMATIQUE DES DONNÉES HYDROGRAPHIQUES

par le Contre-Amiral H. Arnold KARO
Directeur du Coast and Geodetic Survey

*Article présenté à la 8^e Conférence Hydrographique Internationale,
Monaco, 8-19 mai 1962*

Le volume et la précision des données recueillies par les navires hydrographes ont considérablement augmenté en raison du perfectionnement rapide et continu du matériel de bord mais les procédés de dépouillement n'ont pas suivi les mêmes progrès. En fait, les procédés employés en cartographie n'ont pas sensiblement été modifiés au cours des récentes années. Il en résulte qu'un nombre important de levés n'est pas exploité et que le cartographe est noyé dans une avalanche toujours plus considérable de données inutilisées.

Dans le but d'alléger quelques-unes des tâches de vérification, révision et rédaction qui incombent au cartographe on a essayé d'effectuer davantage de dépouillement au cours même des levés. On a cherché à faire produire sur place par les missions des minutes de rédaction aussi complètes et exactes que possible et à réduire au minimum le nombre des données surabondantes. L'intention était, non pas de faire supporter aux exécutants des levés la responsabilité qui est celle du bureau de dépouillement, mais de trouver de nouveaux procédés.

Toutefois, quand les minutes de rédaction sont exploitées par le bureau central, on s'efforce de profiter du travail supplémentaire qui a été effectué à bord. On évite en particulier de révérifier les enregistrements des sondes et les positions des points. Sauf en ce qui concerne les régions douteuses, on cherche à ne pas réviser ce qui l'a été sur le terrain.

Il est encore trop tôt pour juger les résultats de ces tentatives mais il est évident que ces expériences, si elles peuvent trouver tout au plus un allègement au problème, sont incapables d'y apporter la solution. C'est pourquoi on a entrepris, il y a déjà trois ans environ, d'étudier la façon d'employer des procédés destinés à collecter, dépouiller et rédiger les données hydrographiques. On comptait réaliser en deux ans un système collecteur de données ainsi qu'un traceur de minutes de rédaction. On espérait qu'après ce délai les données des levés pourraient être automatiquement collectées et portées sur des minutes. L'échéance prévue approche et l'on s'attend à ce que le programme soit tenu.

En premier lieu, un navire hydrographe sera muni du système collecteur qui enregistrera et emmagasinerà toutes les données utiles des levés sous une forme qui permette leur exploitation par un ordinateur. Après avoir dépouillé les données, l'ordinateur établira des programmes pour commander le traceur automatique. L'ordinateur et le traceur seront installés tous deux à terre, dans un centre qui traitera toutes les données automatiquement collectées.

La conception de ce matériel n'exclut pas la possibilité de rédiger à bord, si on le désire. Mais le centre de calcul et de dessin peut dépouiller les données plus rapidement que l'on peut le faire à bord; et le système sera capable d'exploiter des données collectées par plusieurs missions. On voit donc que le procédé le plus économique consistera à faire exploiter par un seul centre de calcul et de dessin les données fournies par un certain nombre de navires munis chacun d'un système collecteur de données.

Un prototype d'un tel système est maintenant prêt à être essayé à la mer. Son fonctionnement a été rendu automatique autant que le permettent les perfectionnements techniques actuels. On introduit à la main les corrections relatives à la marée, à la vitesse du son et au tirant d'eau du navire, et cela n'exige que peu de temps puisque ces corrections varient lentement. Une fois qu'elles sont introduites, ces corrections interviennent automatiquement quand la bande perforée pénètre dans l'ordinateur.

L'exploitation automatique des sondes a été particulièrement difficile à réaliser mécaniquement du fait que les valeurs des sondes ne doivent absolument pas être douteuses. Sinon il faudrait vérifier soigneusement toutes les sondes et on perdrait l'avantage de l'automatisation. Les difficultés sont dues à trois causes : le rapport signal bruit, les réflexions qui proviennent des différentes régions du fond, et les faux échos provoqués par des leurres tels que poissons ou sargasses.

Quoique le système destiné à traiter automatiquement les sondes soit encore au stade expérimental, il a été décidé de ne pas retarder tout le programme jusqu'à ce que ce point particulier soit résolu. Dans le système du Coast and Geodetic Survey, on introduit les sondes à la main, et les recherches concernant l'automatisation des sondes se poursuivent par ailleurs.

Une autre étude qui est poursuivie parallèlement est relative à un transducer stabilisé à faisceau étroit pour sondages profonds. Comme le son ne débordera pas un cône de faible ouverture dirigé verticalement sous le navire, les faux échos sur leurres seront moins nombreux. On pense que la réalisation d'un tel transducer constituera le premier stade de la mise au point d'un système susceptible de traiter automatiquement les sondes.

Les laboratoires du Coast and Geodetic Survey font des expériences sur la réception des signaux du sondeur. Des procédés sont en essai, tels qu'un déclenchement périodique de l'enregistrement aux seuls instants qui correspondent à la réception des échos exploitables. On s'attend aussi à ce que des méthodes de corrélation dans le dépouillement des signaux donnent de bons résultats.

Le système d'enregistrement numérique pour l'hydrographe qui a été conçu par le Coast and Geodetic Survey et qui est actuellement prêt à être essayé à la mer, peut absorber des données de différents types présentées

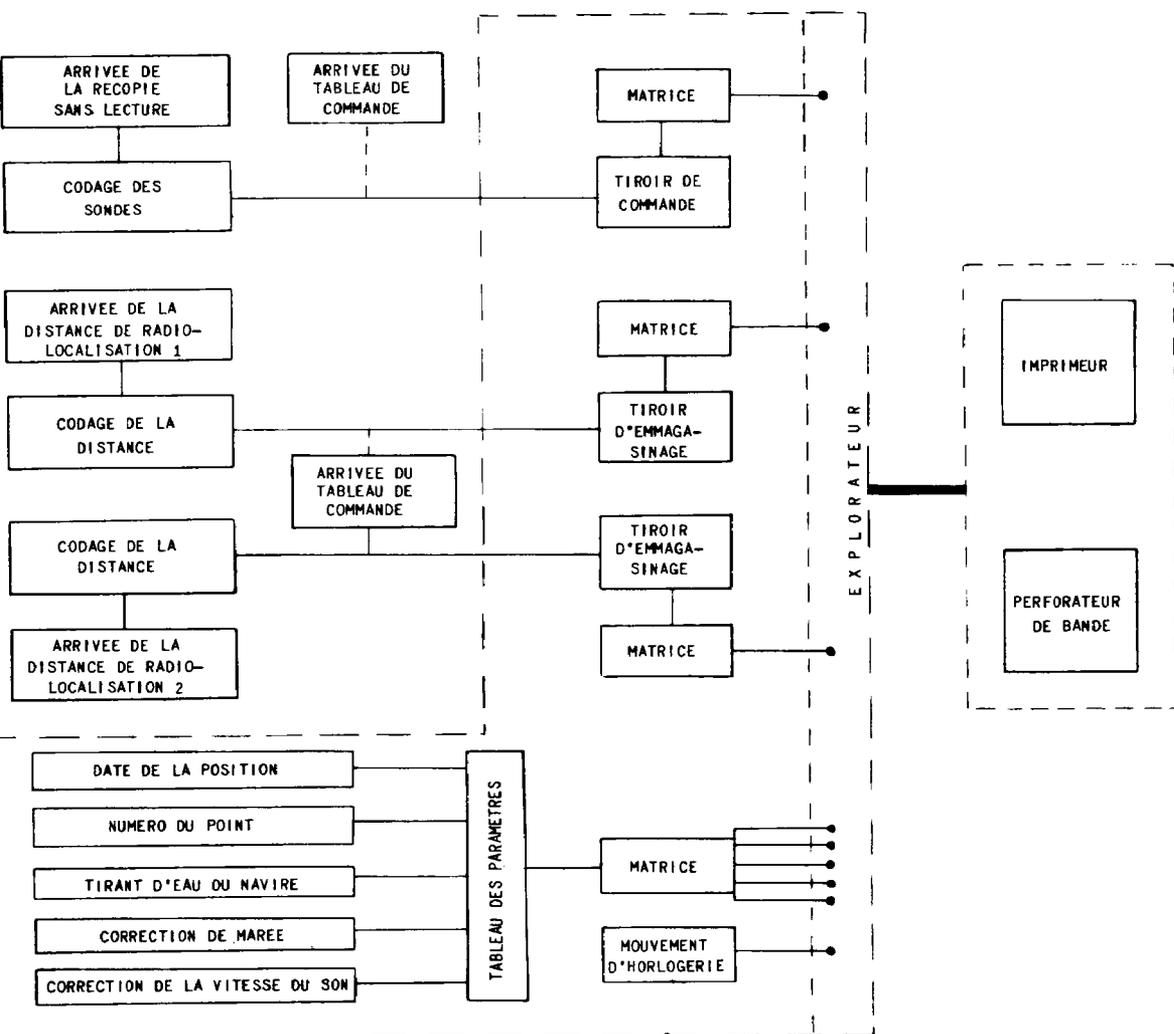
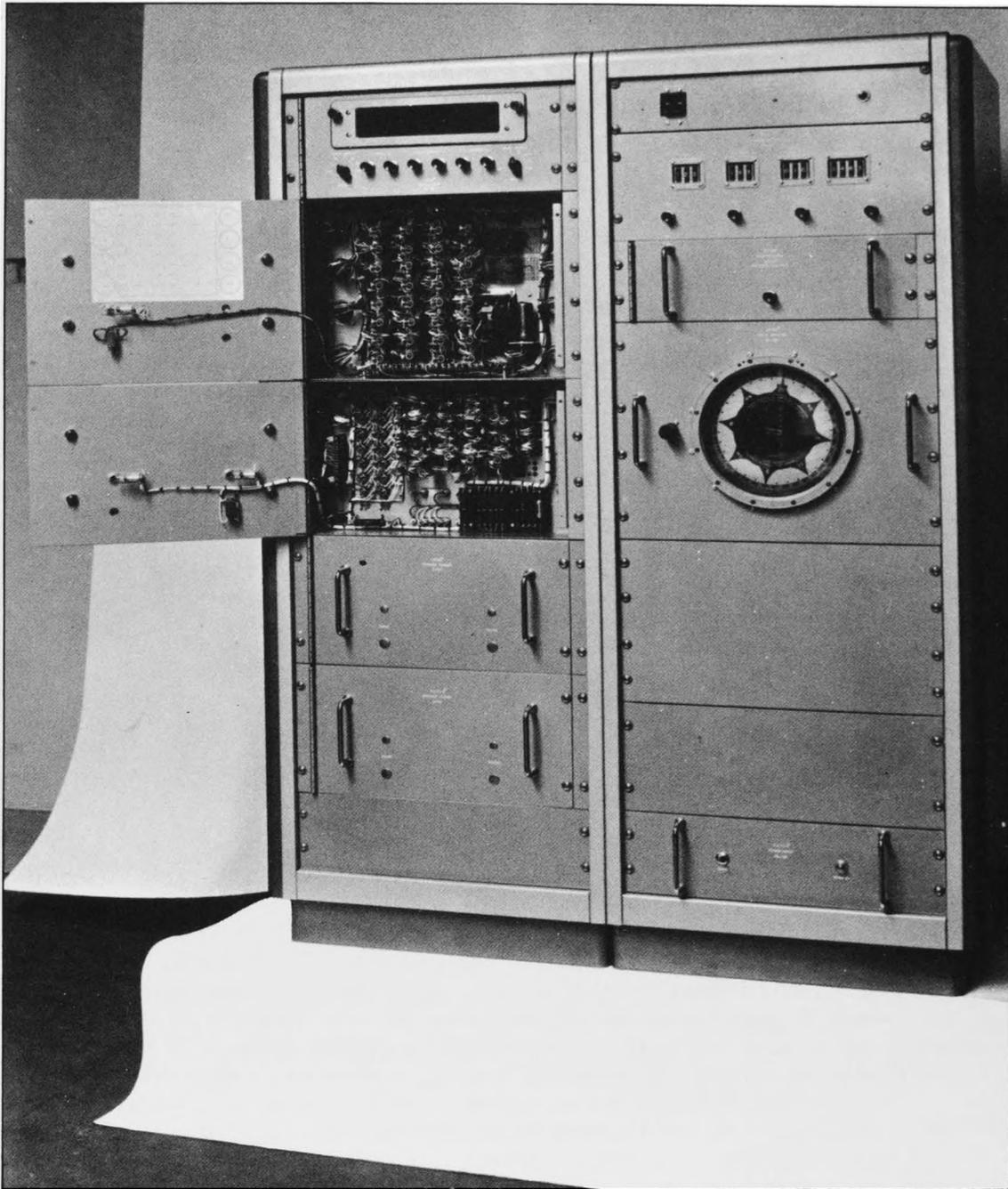


Schéma de principe

sous diverses formes; il les convertit selon un code unique et fournit une bande de papier perforée qui sert à alimenter l'ordinateur. Les données que l'on introduit dans le système sont celles qui sont nécessaires pour déterminer la position du navire, identifier chaque point et exprimer la valeur des sondes. Les corrections relatives au tirant d'eau, à la marée et à la vitesse du son sont introduites à la main, comme on l'a déjà dit.

Le principal élément de l'équipement est le meuble qui, en général, sert à commander le fonctionnement du système. Les intervalles auxquels sont enregistrés les sondes et les points sont commandés par un mouvement d'horlogerie qui se trouve dans le meuble. Des boutons permettent de régler les intervalles de temps à 5, 10, 15, 20, 30 ou 60 secondes pour les sondes et à 1, 2, 5, 10, 20 ou 30 minutes pour les points. On peut entretemps enregistrer un point ou une sonde en pressant un bouton spécial placé sur le panneau de face. Si on le désire on peut faire fonctionner le système à la main.



Meuble de commande du système de dépouillement

Les valeurs des sondes sont données par le sondeur à écho. Sur ce sondeur est monté un axe muni d'un faisceau lumineux dont les rayons vont converger en un point précis. Un opérateur suit le sondage avec le faisceau lumineux, ce qui a pour résultat de coder la valeur de la sonde en fonction de la rotation de l'axe. La valeur de la sonde est ensuite convertie dans le meuble pour obtenir la valeur codée dans le système de numération binaire qui sera portée sur la bande perforée.

Une autre méthode consiste à introduire les données de sonde à la main en utilisant un appareil à coder commandé par une manivelle. Le servant du sondeur lit la valeur de la sonde sur l'enregistreur et se sert de la manivelle pour agir sur un compteur. Cette valeur est alors prête à être absorbée par le système collecteur soit automatiquement soit à la demande.

Les données concernant le point sont fournies par un système à deux distances et comparaison de phase. Les distances aux deux stations à terre sont exprimées en chiffres dans le système décimal. Ces valeurs sont transformées dans le meuble en valeurs codées binaires.

Chaque point est identifié par la date, l'heure et le numéro du point. Le dispositif qui fournit ce numéro est placé à 1 au début de chaque journée et il avance automatiquement d'une unité quand un point est enregistré. La date et le facteur de correction sont introduits à la main.

A la sortie du meuble les données font, sous leur forme nouvelle, fonctionner automatiquement un ensemble comprenant une machine à écrire et un perforateur qui fournissent une bande lisible et une bande perforée. La première procure les données immédiatement utilisables pour la navigation ou pour l'hydrographie; la deuxième est perforée sous la forme codée binaire que pourra assimiler l'ordinateur.

Durant la période des essais les données collectées par le prototype seront exploitées par un ordinateur en location temporaire. Le choix final d'un ordinateur et d'un programme de calcul ne peut avoir lieu avant que l'on ait établi ce que devra recevoir le système traceur. L'ordinateur devra pouvoir assimiler les bandes perforées provenant du système d'enregistrement du navire, introduire des corrections d'après les facteurs déterminés postérieurement au levé et faire les calculs nécessaires pour transformer les données en commandes de fonctionnement du système traceur.

L'ordinateur déterminera pour chaque point la position géographique et la transformera en coordonnées x et y qui serviront au traceur. Il fournira les éléments qui assureront l'inscription correcte des sondes et l'identification des points. Il procure au traceur les données sous forme de rubans ou de cartes perforées.

Le traceur est capable d'opérer avec des minutes de rédaction de diverses dimensions pouvant atteindre 36×54 inches. Il est capable, dans ces limites, de tracer un canevas rectangulaire et de porter les positions des points à une précision de $0,005$ inch. Les intersections du canevas et les points sont portés comme s'ils étaient piqués par une aiguille qui serait placée avec précision dans la position voulue. Lorsque les points ont été ainsi piqués, une tête imprimante est substituée à l'aiguille : les points sont alors entourés d'un cercle et identifiés par un nombre imprimé.

Etant donné la rapidité de la construction graphique (qui atteint plus de trente points par minute) toutes les positions qui sont à porter sur une minute de 36×54 inches le seront avant que le papier subisse des défor-

mations. Les numéros d'identification des points seront imprimés en employant des chiffres d'un certain corps (cinq points). Les valeurs des sondes seront écrites avec des chiffres d'un corps différent (huit points) et seront inscrites par rapport à la position de la sonde à un emplacement différent de celui de l'identification. Les positions des sondes seront portées à une précision de 0,01 *inch*. Les chiffres employés pour l'identification et pour les sondes n'étant pas de même corps et leur emplacement étant différent, il faudra disposer de deux têtes imprimantes interchangeables. Le traçage sera effectué en trois temps : piquage des points d'intersection du canevas et des positions des points; mise en place et impression des numéros d'identification des points; mise en place et impression des valeurs des sondes.

Le traceur comporte des dispositifs qui permettent : de lui fournir et de lui faire porter des renseignements qui n'étaient pas compris dans les données initiales; de manœuvrer à la main la tête imprimante; et de modifier l'échelle de rédaction sans être obligé de lui fournir à nouveau les données. Le système de traçage est assez souple pour que l'on puisse estimer la qualité de toutes les données et, si nécessaire, les rectifier à chacun des stades de l'opération.

Un essai de fonctionnement du système d'enregistrement est prévu pour cet été à bord du navire *Hydrographer* du Coast and Geodetic Survey. Ce navire utilise normalement des méthodes classiques, mais il se servira aussi et en même temps d'un système d'enregistrement numérique pour l'hydrographie. Une minute de rédaction sera établie avec les données obtenues selon l'un et l'autre procédés; et les deux minutes seront comparées pour juger les résultats du système automatique.

Le système d'enregistrement numérique pour l'hydrographie n'a pour but que d'enregistrer avec rapidité et sous une forme qui convienne à une exploitation automatique. La précision de l'enregistrement des sondes sur le ruban perforé dépend entièrement de celle avec laquelle l'opérateur recopie les lectures du sondeur; et, quant aux données qui parviennent automatiquement au système, il y a des dispositifs qui permettent de les introduire manuellement. On a la possibilité d'éliminer des erreurs manifestes ou d'effectuer des corrections ou mises au point en rectifiant les cartes ou bandes perforées. Le succès final de l'ensemble du levé et de la rédaction repose encore sur le talent et le bon sens de l'hydrographe et du cartographe.

Pour décharger l'hydrographe et le cartographe du plus grand nombre possible de tâches matérielles, les données de toute nature utilisées en hydrographie seront automatisées. En outre, en vue de l'exploitation automatique des sondes, on s'efforce de hâter la détermination des données concernant la marée et la vitesse du son afin de les rendre plus rapidement utilisables au cours même du levé.

Un système qui fait parvenir à distance au navire les informations de marée est déjà en fonction. La marée est observée aux emplacements convenables dans la région du levé et les observations sont transmises au navire par radio. Un article décrivant ce système paraîtra bientôt dans la Revue Hydrographique Internationale.

Le vélocimètre du *Bureau of Standards* a apporté une aide efficace pour la correction de vitesse du son affectant les sondes. Un procédé con-

siste à partager la région à lever en zones de mêmes dimensions dans chacune desquelles le navire hydrographe détermine un profil vertical des valeurs de la vitesse du son. On en déduit des zones, qui sont souvent très vastes, à l'intérieur desquelles on peut appliquer une même correction, la valeur de celle-ci ne variant pas de plus d'un pour cent d'une valeur moyenne commune à toute la zone. Les profils sont vérifiés toutes les semaines environ. Chaque vérification ne dure guère plus du temps qu'il faut pour immerger l'appareil de mesure de vitesse.