

I - Conception et Réalisation

par Jacques NOEL*

I - NÉCESSITÉ D'UN C.A.D

Construit durant l'hiver 1969-1970 par les "Ateliers et Chantiers de la Manche" à Dieppe pour le compte du CNEXO, le navire océanographique "CAPRICORNE" a été confié par cet organisme à l'ORSTOM.

Le navire avait été doté d'un équipement classique tant pour les recherches d'Océanographie physique que pour la navigation. En plus de cet équipement général, l'ORSTOM a estimé nécessaire de le pourvoir d'une sonde *in situ* S.T.D.O. et d'un ordinateur.

L'installation de ce matériel à bord étant réalisée, le problème du stockage des données fournies et de leur utilisation ultérieure s'est posé. L'expérience acquise à bord des navires équipés de sondes *in situ* avait enseigné que les véritables problèmes ne se posent pas au moment de l'utilisation d'appareils très sophistiqués mais bel et bien au niveau de l'exploitation des données recueillies.

Le volume des informations fournies par la sonde S.T.D.O. est en général beaucoup plus important que nécessaire pour les programmes de recherche entrepris. En outre, le stockage sans contrôle et sans tri préalable des données a pour effet d'accroître la difficulté des traitements ultérieurs. Il fallait donc réaliser un ensemble qui permette d'interroger la sonde suivant un programme répondant aux nécessités de l'étude envisagée, de stocker les mesures sous une forme déjà élaborée et de restituer ces mesures en les traitant ultérieurement. Un ordinateur travaillant *on-line* avec la sonde répondait parfaitement au problème posé.

Les multiples emplois possibles d'un ordinateur et sa grande capacité de travail ont eu pour conséquence d'inverser la hiérarchie de la chaîne de mesure et de considérer la sonde comme un des périphériques du système. La réalisation d'un centre d'acquisition de données (C.A.D.) contrôlant des périphériques de mesure, de stockage et de restitution permettait un emploi réfléchi des appareils de levée de données et un accès immédiat aux résultats élaborés de la recherche entreprise.

Nous voyons là un processus de construction d'une chaîne d'acquisition de données dont les structures nécessaires ont des conséquences directes sur la manière de s'en servir.

* Océanographe physicien au Centre de Recherches océanographiques d'Abidjan.

Les problèmes que peuvent résoudre des moyens d'investigation puissants tels la sonde S.T.D.O. ne se posent plus dans les mêmes termes : la formulation des questions doit se faire au préalable et non au vu des résultats et ce n'est certes pas la chose la plus facile car elle modifie radicalement nos méthodes de travail.

Une telle évolution ne pouvait se faire instantanément et actuellement, un an et demi après la réception du matériel, il est encore difficile d'organiser le travail en fonction de ces critères nouveaux. En effet, ce laps de temps a presque été uniquement employé à adapter le matériel et à élaborer les programmes nécessaires à l'acquisition des données.

2 - STRUCTURE DU C.A.D

2.1 - Description du système

L'organe de contrôle, de traitement et de gestion du système est l'ordinateur qui se trouve au carrefour de toutes les actions de transit des données.

Nous distinguerons les trois niveaux d'utilisation du C.A.D. :

- acquisition,
- stockage,
- restitution.

2.1.1. - *L'acquisition* représente le premier niveau de traitement des données. Les données se présentent sous trois formes dans le cas de mesures océanographiques : mesures codifiées continues (modulation de fréquence pour la sonde S.T.D.O.), mesures analogiques simples (courantomètres, indications météorologiques, technicon, etc.), mesures discrètes (données hydrologiques classiques, chimie, étiquettes...).

A ces trois formes de données vont correspondre trois voies de traitement :

- les mesures de la sonde seront d'abord discriminées, car elles se présentent à partir de la sonde sous la forme de quatre fréquences modulées et mélangées, puis une partie sera convertie en analogique afin d'être restituée sous forme de graphiques de contrôle (contrôle simple car ces données n'ont subi aucun traitement et sont brutes de mesure). Une autre partie sera digitalisée à l'aide d'un fréquencemètre digital à quatre voies qui alimente directement l'ordinateur. A ce niveau les données passent sous le contrôle d'un programme et, suivant leurs qualités, sont, soit rejetées, soit enregistrées sur bande magnétique après traitement.

Nous voyons apparaître à ce niveau un travail en temps réel.

- les mesures analogiques continues sont tout d'abord digitalisées avant de transiter par l'ordinateur où elles sont contrôlées par un programme. Elles sont ensuite dirigées soit vers l'enregistreur magnétique, soit vers le télétype où elles peuvent être imprimées et simultanément perforées sur bande de papier pour utilisation future.

- les données discrètes sont introduites directement au clavier du télétype sous contrôle de l'ordinateur pour être enregistrées sur la bande magnétique (en-tête des stations, météo, etc.). Elles peuvent être préalablement perforées sur bande papier à l'aide du télétype travaillant *off-line* pour être ensuite introduites dans le système à l'aide d'un lecteur optique de bande à haute performance (la méthode *off-line* est recommandée dans le cas d'un grand nombre de données à introduire dans le système, comme c'est le cas pour les mesures chimiques, car la correction d'une faute de frappe est aisée).

2.1.2 - *Le stockage* doit répondre à un certain nombre de critères parfois contradictoires. Les formes en seront variées suivant le type de support envisagé et l'objectif recherché.

Le support doit être sûr, c'est-à-dire ne pas modifier la précision de la mesure, ni s'altérer avec le temps, traitable, c'est-à-dire adapté à des périphériques d'acquisition de l'ordinateur plus ou moins performants, contrôlable, c'est-à-dire présenter une forme visuelle des résultats.

Ces qualifications différentes seront remplies par des supports différents.

2.1.3 - *La restitution* des données est toujours sous contrôle de l'ordinateur. Ce dernier appelle les mesures de la bande magnétique ou du ruban optique, les traite sous contrôle d'un programme pour ensuite les diriger, soit à nouveau sur le dérouleur magnétique où elles sont stockées sous une forme évoluée, soit vers le télétype où elles peuvent être listées et perforées, soit vers un convertisseur digital-analogique dont les sorties analogiques peuvent servir de commande à des enregistreurs graphiques.

Nous retrouvons encore là les mêmes critères que pour le stockage : visualisation, contrôle, traitement ultérieur.

2.2 - *Réalisation du système* (Figure 2)

2.2.1 - *Ordinateur HP2115 et organes de commande*

C'est un ordinateur d'une capacité de 8 000 mots de 16 bits. Les critères ayant déterminé ce choix ont été dans l'ordre d'importance :

- possibilité d'avoir des lecteurs-enregistreurs à bande magnétique de faible densité (200 et 556 b/i),
- existence de périphériques nombreux et simples,
- utilisation souple et facile, ne nécessitant que peu de compétence,
- encombrement réduit.

La cadence de travail est de 500 000 cycles par seconde. Les langages utilisables sont le FORTRAN, l'ALGOL, le BASIC et l'ASSEMBLEUR.

L'ordinateur est commandé par un télétype (10 caractères par seconde) muni d'un lecteur perforateur de bande lent. Pour les entrées de données discrètes ou les chargements de programme, nous disposons d'un lecteur de bande optique (300 caractères par seconde).

L'utilisation du télétype ou du lecteur optique sera conditionnée par le volume des informations à entrer. Dans le cas d'informations individualisées (étiquettes, météo, ..) le dialogue télétype-ordinateur est le plus rapide. Par contre, si l'on désire introduire des données systématiques et nombreuses (analyses chimiques, données régulières, ..) une perforation préalable *off-line* au télétype avec ensuite une lecture optique est de loin préférable.

2.2.2 - *Interfaces.*

Nous disposons dans l'ordinateur d'un certain nombre de cartes interfaces permettant, soit de contrôler des périphériques auxiliaires, soit de transiter des données entre l'ordinateur et d'autres appareils de mesures et cela dans les deux sens.

Les cartes utilisées dans notre système sont les suivantes :

A - Time base generator (Horloge)
Interrompt le système pour un temps déterminé, choisi entre 10^{-4} s et 10^3 s (permet de contrôler le travail en temps réel chaque fois que le temps intervient).

B - General purpose data source interface (acquisition)
Peut être connecté à la sortie de tout appareil fournissant des données en décimal codé binaire (BCD). Permet l'acquisition de deux mots de 16 bits.
Nous disposons de deux cartes de ce type pour l'acquisition des mesures de la sonde (quatre grandeurs : profondeur, température, salinité, oxygène).

C - Convertisseur analogique-digital
Permet l'entrée d'un potentiel comprise entre 0 et 1V ou 0 et 10V. Le potentiel est digitalisé avec une précision de 1/500 (la digitalisation prend 22 microsecondes).

D - Carte relais
Permet le contrôle de 16 relais.
Avec deux cartes de ce type et le convertisseur analogique-digital nous pouvons interroger 32 voies analogiques.

2. 2. 3 - 8200

Fréquence-mètre digitaliseur à quatre voies.

Transforme les quatre fréquences modulées de la sonde en quatre valeurs digitales saisissables par l'ordinateur par l'intermédiaire des interfaces d'acquisition de données.

L'ordinateur a priorité sur le 8200 pour la levée des mesures.

2. 2. 4 - Lecteur-enregistreur magnétique HP2020

Dériveur magnétique à sept canaux, pouvant travailler sur deux densités (200 et 556 b/i).

Les programmes de travail, une bibliothèque de sous-programmes et les données peuvent être enregistrés sur les bandes magnétiques. Les appels de programme et les constantes nécessaires au stockage sont introduits par le télétype.

La lecture ou l'enregistrement se font à 16000 caractères par seconde.

2. 2. 5 - Enregistreurs analogiques de la sonde

Nous disposons de deux enregistreurs analogiques X_1X_2-X pour le contrôle de la sonde. Ils permettent l'enregistrement des courbes T-S en fonction de P et T-O en fonction de P.

L'adjonction d'un enregistreur X-Y permettra de tracer des courbes caractéristiques particulières telles que T-S, T-O.

Il faut remarquer que ces enregistrements, faits en temps réel, sont l'expression des mesures non corrigées et ne sont que de contrôle.

2. 2. 6 - Traceur HP7200 A

Périphérique de restitution, permet de "récupérer" les courbes analogiques après traitement en mémoire centrale.

Peut être connecté sur le TTY pour un travail *off-line* à l'aide de bande perforée.

Programmable en FORTRAN et BASIC.

Précision sur X et Y de 4 digits.

Tracé lent mais précis.

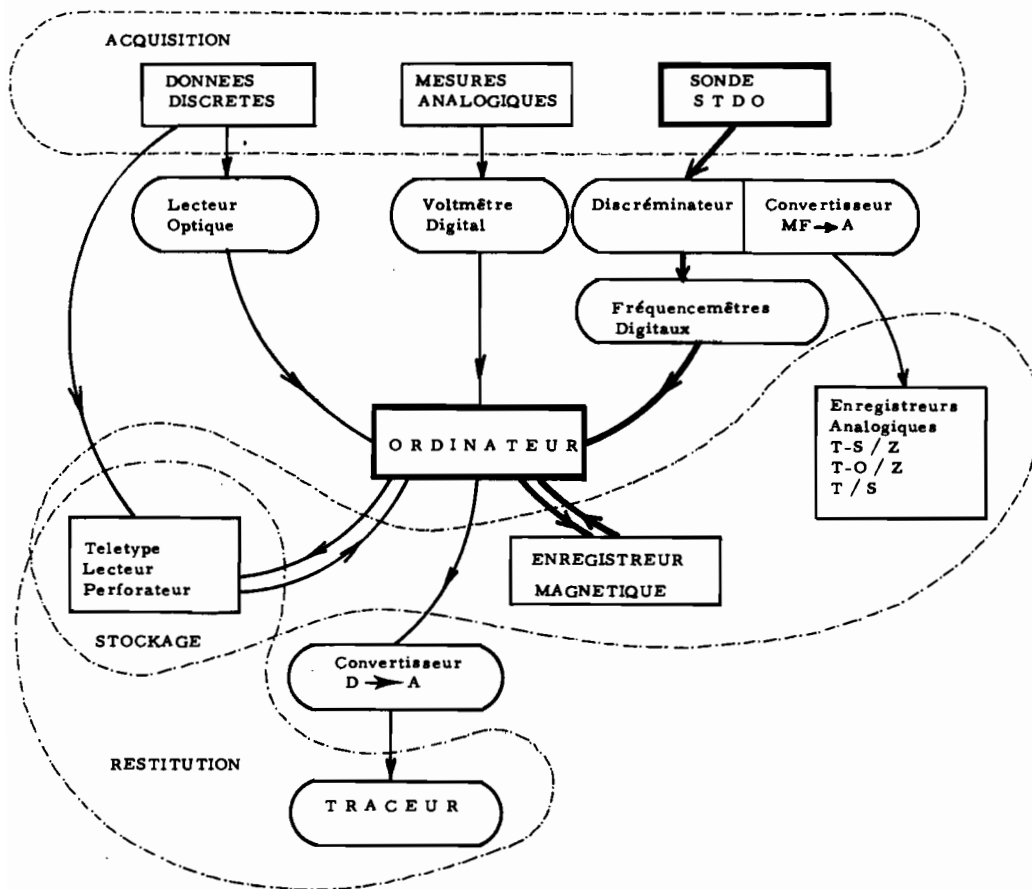


Figure 1 - Structure du C . A . D .

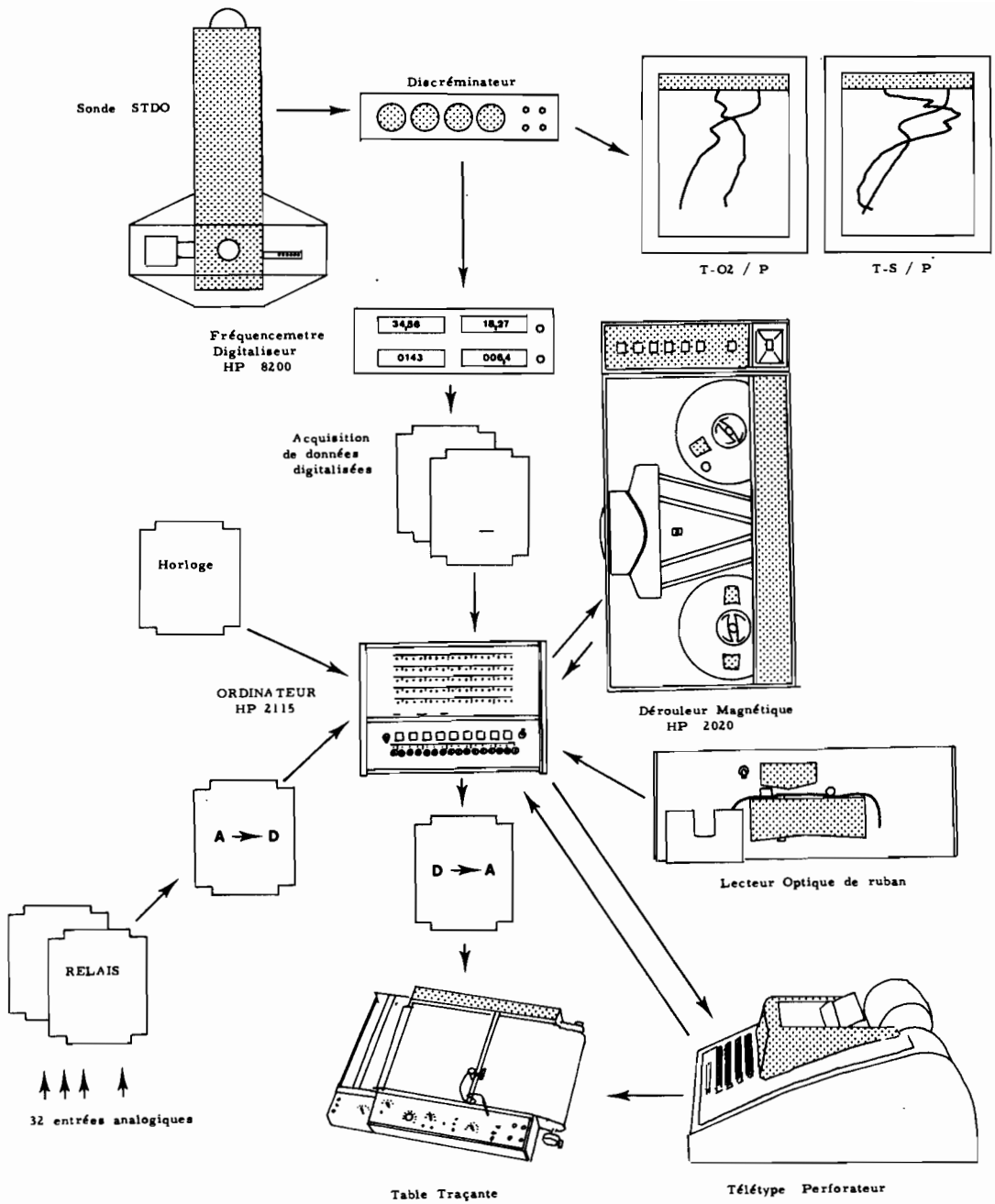
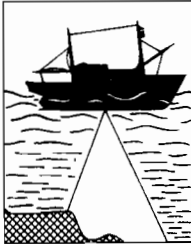


Figure 2 - Réalisation du C . A . D .

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER



**LE CENTRE D'ACQUISITION DES DONNÉES
(C A D)
N. O. "CAPRICORNE"**

I - Conception et Réalisation

par Jacques NOEL

II - Mise en œuvre et Utilisation

par Alain MORLIERE et Jacques NOEL



.....
" La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41 ,
" d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du co-
" piste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les
" courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduc-
" tion intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit
" ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1er de l'article 40).

" Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc
" une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal."
.....

LE CENTRE D'ACQUISITION DES DONNÉES

(C A D)

N. O. "CAPRICORNE"