

COLLOQUE NATIONAL SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 21 JUIN 75



ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
OCEANOGRAPHIQUES

G. Fredj *, Ph. Maïssa **, T.E. Stern ***

LABORATOIRE DE SIGNAUX ET SYSTEMES - I.U.T. 95, avenue de Fabron - 06041 NICE CEDEX

RESUME

L'archivage, la disponibilité immédiate et l'analyse des données expérimentales constituent un aspect de plus en plus important des recherches océanographiques. Les systèmes déjà existants répondant à ces objectifs utilisent généralement des ordinateurs de grande capacité et des moyens d'accès conventionnels.

Pour un certain nombre de raisons, il est très souhaitable de pouvoir réaliser ces opérations sur un navire travaillant en mer. Bien qu'il y ait déjà des ordinateurs embarqués dans ce but sur certains gros navires de recherche, cette solution n'est pas réalisable de façon économique, en particulier lorsqu'il s'agit de petites unités.

Cette communication est consacrée à une autre approche possible : l'établissement d'un réseau de traitement des données océanographiques reliant des terminaux embarqués sur des navires aussi bien que des bouées inhabitées d'acquisition de données à un centre de calcul à terre. Le réseau de communication proposé utilise des liaisons radio pour connecter des engins opérant en mer Ligurie à un ordinateur situé à Nice. Il consiste en un canal phonique fonctionnant en duplex intégral : les données sont transmises par diffusion générale depuis l'ordinateur jusqu'aux stations en mer alors qu'un mode mixte de polling et d'accès aléatoire est employé pour transmettre les données en sens inverse. On montre qu'un tel système peut comporter un nombre de terminaux et de bouées convenable pour les besoins actuels ou futurs des chercheurs dans la zone envisagée. Des expériences, utilisant un équipement radio VHF, sont en cours pour déterminer la qualité de la transmission de données que l'on peut attendre d'un tel système en fonction de la position

SUMMARY

Modern oceanographic research is heavily dependent on the computer for data storage and retrieval as well as for analysis of experimental data. Present systems for performing these functions generally use large scale computers with conventional means of access.

For a number of reasons it is very desirable to be able to realize these operations aboard ship. Although certain large research vessels carry computers for this purpose, this is not an economically feasible approach particularly for small vessels.

This paper presents another possibility : an oceanographic data processing network connecting remote computer terminals aboard ships as well as unmanned buoys for data acquisition, to a computer center ashore. The proposed communication network uses radio links to connect stations in the Ligurian Sea to a computer in Nice. It consists of a full duplex voice-grade channel carrying data in a broadcast mode outbounced from the computer center, and using a combination of polling and random access to carry information inbound from the sea stations. It is shown that such a system should be able to support a number of terminals and buoys that corresponds well with present and projected needs of oceanographers. Experiments are currently underway using VHF radio equipment to determine the quality of data transmission that can be expected in this system as a function of geographic location and other factors. The results of these experiments should enable us to evaluate the feasibility of the proposed network.

COLLOQUE NATIONAL SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 21 JUIN 75



ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
OCEANOGRAPHIQUES

G. Fredj *, Ph. Maïssa **, T.E. Stern ***

LABORATOIRE DE SIGNAUX ET SYSTEMES, I.U.T. 95, avenue de Fabron - 06041 NICE CEDEX

RESUME

géographique des engins en mer et d'autres facteurs.

Les résultats obtenus permettront d'évaluer
les possibilités de réalisation du réseau projeté.

* Groupe d'Ecologie Marine et d'Océanographique,
U.E.R.D.M. Université de Nice - Campus Valrose
06034 NICE CEDEX

** Laboratoire de Signaux et Systèmes
Université de Nice - IUT 95, avenue de Fabron
06041 NICE CEDEX

*** Columbia University, N.Y., N.Y. 10027 (U.S.A.)
Professeur associé à l'Université de Nice
1974-1975
Laboratoire de Signaux et Systèmes
IUT 95, avenue de Fabron - 06041 NICE CEDEX

SUMMARY

ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
OCEANOGRAPHIQUES

G. Fredj, Ph. Maïssa, T.E. Stern

I. INTRODUCTION ET BUT DE L'ETUDE : L'acquisition, l'archivage, la disponibilité immédiate des informations stockées et l'analyse des données constituent un aspect de plus en plus important des recherches océanographiques. Ceci s'est traduit au cours des dernières années par :

- la création, dans les pays industrialisés, de gros centres nationaux (NATIONAL OCEANOGRAPHIC DATA CENTER [1], CANADIAN OCEANOGRAPHIC DATA CENTER [2], BUREAU NATIONAL DE DONNEES OCEANOGRAPHIQUES [3]...), internationaux (WORLD DATA CENTER (A), WASHINGTON ; W.D.C. (B), MOSCOU) destinés à assurer le stockage, le traitement et l'échange des données océanographiques ;
- la réunion, par les instances concernées, de commissions internationales ou de groupes de travail sur les questions d'informatique en océanographie ;
- le développement de la recherche universitaire dans ce domaine, qu'il s'agisse de l'exploitation des données de terrain ou de l'adaptation de méthodes mathématiques ;
- la naissance et le développement d'une technologie et d'une instrumentation océanographique dont l'utilisation est impossible sans l'intervention de calculateurs (matériel autonome et automatique d'acquisition de données tel que bouées...). Les systèmes déjà existants répondant à ces objectifs utilisent généralement des ordinateurs de grande capacité et des moyens d'accès conventionnels. L'analyse effectuée par l'un de nous [4] des différents modes d'acquisition des données océanographiques montre que, à l'exception des mesures ou prélèvements exigeant des manipulations à l'aide d'appareillage non embarquable, une grande variété d'autres paramètres (y compris des données biologiques) pouvait être stockée ou traitée en temps réel. Bien qu'il y ait déjà des ordinateurs embarqués dans ce but sur quelques navires de recherche, cette solution n'est pas généralisable de façon économique et ne peut concerner les petites unités qui constituent la majeure partie de la flotte océanographique. Ceci nous a amenés à étudier et mettre en oeuvre, pour établir une liaison directe avec le (s) navire (s) travaillant en mer, une autre solution qui consiste à relier par radio des terminaux embarqués à un ordinateur à terre qui effectuerait le traitement. Ceci présente un certain nombre d'avantages, comme, par exemple, permettre :

- de réorienter, à partir des informations ou résultats obtenus, une campagne de recherche au cours de son déroulement ;
- de consulter de gros fichiers préexistants, ce qui peut s'avérer difficile ou impossible même si l'on dispose d'un ordinateur embarqué ;

- d'informer en permanence des responsables de la recherche à terre ;
- de coordonner le travail de plusieurs navires engagés dans une action concertée (problèmes de pollution ou de surveillance de zones déterminées) avec, en outre, l'intérêt d'une centralisation des résultats au moment même où ils sont obtenus ;
- d'équiper de petits bâtiments de façon économique.

Dans la mesure où la zone à couvrir a une certaine importance, un tel projet comporte plusieurs étapes successives mais suppose, dès l'abord, la réalisation d'un réseau de communications utilisant des liaisons radio. Ce réseau doit non seulement permettre la connexion de terminaux embarqués avec un ordinateur à terre, mais aussi assurer ces liaisons avec les appareils automatiques d'acquisition des données susceptibles de se trouver dans la même zone et pour lesquels il devient inutile de prévoir un réseau particulier.

Les liaisons radio sont depuis longtemps utilisées pour la transmission de données et au moins un réseau de télétraitement utilisant ce moyen de communications entre des stations terrestres existe actuellement [5]. Cependant, à notre connaissance, aucun réseau de télétraitement ne fonctionne actuellement pour les besoins de la recherche océanographique.

Dans ce qui suit, nous adaptons un certain nombre de techniques employées avec succès dans d'autres domaines au problème du télétraitement en océanographie. Après une brève discussion des caractéristiques des liaisons radio, c'est à l'étude préliminaire d'un réseau reliant terminaux embarqués et bouées inhabitées opérant en mer Ligure à un centre de calcul situé à Nice qu'est consacrée cette communication.

II. LIAISONS RADIO : Dans la conception du réseau proposé, nous avons recherché la simplicité, la souplesse et la sûreté de fonctionnement. Ces considérations nous ont amenés à bâtir le système à partir de l'équipement phonique déjà existant chaque fois que cela est possible. Bien que certaines portions du réseau soient susceptibles d'emprunter les lignes téléphoniques, les liaisons avec le matériel à la mer doivent nécessairement se faire par radio. La bande de 30 à 500 MHz (VHF ou basses UHF) apparaît comme la plus adaptée à nos besoins. Certes, la transmission dans cette bande de fréquence est théoriquement limitée à la portée optique, mais un canal dans cette bande est plus facilement disponible qu'à des fréquences plus basses, les problèmes de fading ne sont pas primordiaux et une grande variété d'équipements compacts et relativement peu onéreux existe sur le marché. Pour tester l'adaptation de ce matériel à l'utilisation prévue et pour étudier statistiquement le taux d'erreurs ou d'inter-



ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
OCEANOGRAPHIQUES

G. Fredj, Ph. Maïssa, T.E. Stern

ruptions dans la transmission, des expériences sont actuellement en cours entre un navire de l'Institut Océanographique de Monaco travaillant en Méditerranée et un ordinateur situé à Nice au Laboratoire de Signaux et Systèmes. L'appareillage embarqué consiste en un terminal (télétype) relié par l'intermédiaire d'un modem FSK à un radiotéléphone VHF modulé en fréquence et fonctionnant en duplex intégral. Les caractéristiques du radiotéléphone, en ce qui concerne le modem, sont comparables à celles d'une ligne téléphonique classique. Le radio téléphone émet vers une station côtière reliée au calculateur par l'intermédiaire du réseau téléphonique commuté. Au moment où nous écrivons, il est trop tôt pour donner les résultats complets de notre expérimentation. Néanmoins, nos premiers essais joints à l'expérience d'autres utilisateurs de liaisons radio VHF ou UHF pour la transmission de données nous permet de penser que ces liaisons ne se heurtent à aucune difficulté insurmontable. Nous postulerons, dans tout ce qui suit, l'existence de communications radio aux caractéristiques analogues à celles d'une bonne ligne téléphonique, c'est-à-dire susceptibles de transmettre des données à des vitesses atteignant 2.400 bits/sec. avec des taux d'erreurs par bit de l'ordre de 10^{-5} .

III. CARACTERISTIQUE DU RESEAU DE COMMUNICATION PROJETE

III-1 Structure du réseau : le réseau d'acquisition, de télémessures et télétraitement des données océanographiques décrit dans cette section est conçu pour couvrir la mer Ligure soit approximativement 200.000 km². La figure 1 montre l'une des implantations géographiques possible d'un tel réseau.

Le système consiste en deux canaux phoniques : un canal "Aller" (A) où les données circulent depuis le centre de calcul jusqu'aux stations en mer et un canal "Retour" (R) de circulation de l'information dans le sens opposé. Les stations à terre sont situées aux noeuds N1 à N5 et leurs zones de couverture indiquées par des secteurs circulaires. Tous les émetteurs placés à terre desservent le même canal (aller) ; il est donc possible de les faire tous fonctionner avec la même fréquence porteuse f_a , sauf en cas d'interférences dans les zones de recouvrement. Dans notre exemple, trois fréquences de transmission différentes suffisent pour éviter des interférences dans des zones adjacentes. En ce qui concerne le canal "retour", une fréquence porteuse commune f_r peut être utilisée par tous les émetteurs fonctionnant en mer (les moyens d'éviter des interférences sont discutés dans la section III-3). La couverture d'un émetteur récepteur a été examinée en

utilisant des calculs de portée optique dans lesquels la hauteur des antennes pour les appareils opérant en mer a été fixée à 5 mètres tandis que les hauteurs des antennes à terre étaient déterminées par les altitudes des points accessibles dans la région considérée (500-1500 m). Les noeuds N₁, N₂, N₃ assurent une double fonction : communiquer avec les stations en mer et relayer les signaux dans les connexions internes du réseau. Celles-ci peuvent être des lignes téléphoniques ou des liaisons radio, ce qui dépend essentiellement de considérations d'ordre pratique (coût, disponibilité des lignes, etc...).

III-2 Appareils opérant en mer

Ils peuvent être de deux types :

- Bouées : il s'agit là d'engins autonomes inhabités utilisés pour mesurer diverses variables météorologiques ou hydrologiques telles que vitesse du vent, température de l'air ou de l'eau, pH...etc... Dans le cadre de ce travail, nous considérerons que ces bouées envoient des séries de mesures d'environ 200 bits à des intervalles égaux ou supérieurs à 10 minutes.
- Terminaux embarqués : Nous supposons qu'il s'agit de terminaux à clavier classique (par exemple télétypes) permettant à un utilisateur en mer de communiquer directement en mode conversationnel avec le centre de calcul travaillant en temps partagé. Nous supposons également que ces engins transfèrent des données de façon asynchrone à des taux allant jusqu'à 10 caractères/sec avec 8 bits par caractère. Bien que ceci implique un taux maximum de 80 bits/sec., il est bien connu, dans les applications classiques, que le taux moyen de ce type de terminal se situe aux environs de 0,6 b.p.s. dans le canal R. Dans le réseau proposé, la circulation des données se fait uniquement entre ces deux catégories d'engins et le centre de calcul, c'est-à-dire qu'aucune communication directe n'a lieu entre les diverses stations en mer.

III-3 Transmission des données :

La structure décrite en III-1 est l'équivalent d'un canal phonique en duplex intégral desservant les besoins de toutes les stations en mer sur le plan des communications. Examinons les diverses utilisations possibles de ce canal : il est évident que, si un grand nombre de stations fonctionnent simultanément, un multiplexage ou une concentration des données devient nécessaire sur le canal de retour. Le fait que les terminaux embarqués puissent être assez largement dispersés (et pour certains en mouvement) ainsi que le besoin de liaisons radio aboutit à ce que les méthodes conventionnelles de multiplexage par partage des temps ou des fréquences ne paraissent pas particulièrement



ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
OCEANOGRAPHIQUES
G. Fredj, Ph. Maïssa, T.E. Stern

adaptées. Des concentrateurs pourraient être utiles pour rassembler les données des bouées dans le cas où le réseau fonctionnerait à la limite de sa capacité. Cependant, dans les conditions de fonctionnement envisagées ici, la concentration de données introduirait un coût et une complexité inutiles. Le canal de retour doit simultanément répondre à une double fonction : l'acheminement des données acquises par les bouées et la transmission des messages des terminaux embarqués : Pour ce qui est des bouées, l'interrogation avec répétition de message (polling) sous le contrôle de l'unité centrale est la plus adaptée. Les intervalles d'interrogation peuvent être relativement longs (une bouée équipée d'une mémoire tampon de 600 bits peut être interrogée toutes les 30 minutes) et les délais introduits par cette opération sont acceptables. Pour les terminaux embarqués, si l'on considère que leur nombre est variable et que les délais de réponses doivent être, du point de vue des utilisateurs, les plus courts possibles, un système de communication en accès aléatoire semble préférable en ce qui les concerne. Sur le canal "aller", une seule source (l'ordinateur) est en communication avec une ou plusieurs stations à distance, ce qui conduit à utiliser ce canal pour une diffusion simultanée vers tous les périphériques (avec un adressage approprié). En se fondant sur les considérations précédentes, nous décrirons donc un système dans lequel les données sont transmises en "paquets", le canal "aller" fonctionne en diffusion générale et le canal "retour" selon une procédure mixte de polling et d'accès aléatoire. Dans l'analyse, nous utiliserons les techniques de communication par accès aléatoire qui ont déjà été appliquées avec succès par d'autres utilisateurs. Un exemple notable d'une telle application est le système ALOHA [5] qui présente quelques unes des caractéristiques du système décrit ici.

Paquets de données : Les périphériques embarqués fonctionnent classiquement à des vitesses beaucoup plus lentes que le taux utile maximum de données dans un canal phonique. Ceci, joint au fait que des informations supplémentaires (synchronisation, identification, contrôle d'erreurs) sont nécessaires pour chaque transmission, conduit à grouper les données en paquets de dimension convenable pour la transmission. Les paquets pourront avoir une longueur variable mais n'excédant pas 700 bits avec 30 bits pour l'en-tête, 20 pour le contrôle de parité et le reste pour les données proprement dites. Le paquet de longueur maximum est ainsi assez grand pour correspondre à une

ligne complète de télétype (80 caractères) ou à 3 séquences de données de 200 bits à partir d'une bouée.
Canal "aller" : Si l'on veut diriger la recherche en cours, assurer le contrôle des appareils d'acquisition de données et la gestion du réseau de communication, il est souhaitable que toutes les opérations soient sous la dépendance de l'ordinateur central. Pour assurer ce contrôle et simultanément répondre aux terminaux embarqués, différents types de signaux doivent être transmis aux appareils ou navires en mer :

- commandes de polling (pour les bouées),
- accusés de bonne réception des paquets,
- ordres de commande des stations,
- résultats ou réponses (pour les terminaux).

Tous les messages de l'ordinateur sont envoyés sous forme de paquets contenant l'adresse du (des) destinataire (s) et sont diffusés simultanément par tous les noeuds de transmission. Sur chaque terminal ou bouée en mer, un récepteur réglé sur la fréquence f_a de sa zone démodule chaque paquet qui est transmis à une interface où il est stocké dans une mémoire tampon. Si l'adresse examinée dans l'interface est correcte, le paquet est transmis à l'équipement terminal associé. L'usage de tampons est essentiel pour ajuster la vitesse de transfert aux terminaux à celle de transmissions du canal.

Canal "retour" : Les paquets provenant de tous les appareils en mer sont modulés à une fréquence porteuse commune f_p . L'en-tête de chacun d'eux doit contenir l'adresse de l'engin émettant le message ainsi que diverses autres données de contrôle. La transmission depuis les bouées jusqu'à l'ordinateur central en réponse aux ordres de polling est relativement bien connue et ne sera pas davantage détaillée. Par contre, la communication en accès aléatoire depuis les terminaux mérite d'être étudiée plus longuement. La figure 2(a) montre l'une des combinaisons possibles. Le terminal est supposé transmettre les caractères de façon asynchrone à l'interface qui les stocke dans le tampon jusqu'à ce qu'une ligne soit complétée et y ajoute l'en-tête et les bits de contrôle de parité comme le montre la figure 2(b). A une commande du terminal (par exemple "line feed") le paquet assemblé est transmis à la vitesse du canal (1200 à 2400 b.p.s.) au modem et à l'émetteur qui module respectivement les données dans la bande phonique puis à la fréquence porteuse. Bien que les deux opérations de modulation ne soient pas nécessaires et ne permettent pas une utilisation optimale du canal radio disponible, ce système est pratique au départ car il emploie des composants déjà existants. Des 4 composants nécessaires



ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES

OCEANOGRAPHIQUES

G. Fredj, Ph. Maïssa, T.E. Stern

pour chaque terminal embarqué (Console, Interface, Modem, Emetteur-récepteur), tous sont des engins commerciaux courants mise à part l'Interface et, en fait, il est possible d'utiliser différents appareils de façon interchangeable (par exemple console de visualisation au lieu de télétype). L'interface doit comporter les tampons d'entrée/sortie nécessaires et assurer un certain nombre de fonctions de contrôle. Il faut noter que, contrairement à ce qui se passe pour les bouées, les paquets transmis par les terminaux embarqués, surviennent à des intervalles irréguliers, à la volonté des utilisateurs, et, par conséquent, de façon indépendante de l'ordinateur central. Il est donc possible, et même probable, que les paquets en retour se recouvrent dans le temps. Ceci entraîne inévitablement des interférences, soit au niveau du récepteur radio à terre, soit au niveau de l'un des noeuds intermédiaires sur le trajet en direction de l'ordinateur central. Pour réduire au minimum les interférences radio, les émetteurs en mer doivent rester en sommeil sauf lorsqu'un paquet de données est émis. Les interférences liées au recouvrement des paquets sont traitées dans le paragraphe suivant.

Contrôle d'erreur dans le canal "retour" : si l'on s'en tient aux paramètres du système fixés plus haut, la probabilité d'une erreur aléatoire de transmission (dans n'importe quelle direction) se situe dans un ordre de grandeur inférieur à la probabilité de recouvrement dans le temps de paquets provenant de deux engins différents en mer. Si tous ces émetteurs utilisent le même canal, le recouvrement causera certainement la mutilation des paquets en question. Dans un tel cas, un codage pour la correction d'erreurs apparaît sans utilité. Cependant, si nous supposons que les 20 bits de contrôle de parité de chaque paquet sont utilisés pour la détection d'erreur, que chaque bit du paquet mutilé vaut 0 ou 1 avec une probabilité de 0,5 et que ceci est statistiquement indépendant des bits émis aussi bien que de tous les autres bits reçus, la probabilité P_e qu'une mutilation ne soit pas détectée est égale à la probabilité qu'un paquet choisi au hasard satisfasse aux relations de contrôle de parité, c'est-à-dire $P_e = 2^{-20}$. Ceci convient certainement dans l'application étudiée. Lorsqu'une mutilation est détectée, le paquet doit être retransmis. Nous adoptons une méthode de détection-retransmission couramment employée : l'ordinateur central transmet un signal de bonne réception chaque fois qu'un paquet est correctement reçu. En l'absence de ce signal, au terme d'un temps déterminé, la bouée ou le terminal

retransmet le paquet (les intervalles entre les retransmissions doivent être différents pour chacun des engins en mer pour éviter l'interférence des paquets retransmis).

III-4 Analyse du trafic du canal de retour

Dans le but de déterminer le nombre d'engins en mer que le système peut desservir, examinons les statistiques du flux de données dans le canal de retour (Le canal Aller, sous dépendance totale de l'ordinateur central, ne constituant pas le facteur limitant). Une analyse exacte du système décrit ci-dessus dépasse le cadre de cet article. Mais on peut parvenir à une image approximative de la circulation des données dans le système en considérant les temps initiaux de tous les paquets en retour comme suivant une Loi de POISSON, tous les paquets ayant une longueur fixée T . En dépit de cette simplification très poussée, les résultats de simulation pour des systèmes similaires [5] semblent bien ajustés avec le modèle de POISSON pour la gamme d'opérations envisagée. Posons :

$$\lambda = \text{trafic moyen du canal en paquets/sec.} = \lambda_m + \lambda_r$$

où :

λ_m = taux moyen de paquets en excluant la répétition des paquets ; λ_r = taux moyen des répétitions.

De la distribution des écarts entre les arrivées suivant la loi de POISSON, la probabilité P qu'un paquet donné soit recouvert (et par conséquent répété) est :

$$p = 1 - e^{-2\lambda T} \quad (1)$$

Ce qui donne :

$$\lambda_r = \lambda(1 - e^{-2\lambda T})$$

et :

$$\lambda_m = \lambda e^{-2\lambda T} \quad (2)$$

L'équation (2) présente un maximum pour $\lambda T = \frac{1}{2}$ pour lequel $\lambda_m T \approx 0,18$ et $p \approx 0,63$

Si l'on tente de fonctionner au-delà de cette limite, le nombre de retransmissions devient infini et, en fait, les études de simulation déjà citées montrent que la limite supérieure raisonnable de $\lambda_m T$ pour un fonctionnement fiable est 0,15. De plus, la relation (1) montre que pour limiter la probabilité de retransmission de façon acceptable, une valeur encore plus petite de $\lambda_m T$ doit être retenue. Pour interpréter ces résultats, prenons un exemple concret. Supposons que la probabilité de retransmission ne doit pas être supérieure à 0,2. De (1) et (2), nous tirons : $\lambda T \leq 0,11$

$$\lambda_m T \leq 0,088$$

La durée d'un paquet peut s'exprimer :

$$T = \frac{m}{R} + T_0 \quad \text{où : } m = \text{nombre de bits par paquet ;}$$

R = taux de transmission du canal en bits par seconde;

T_0 = temps de mise en fonction du canal en secondes.

Pour avoir une évaluation prudente du nombre limite de

stations en mer, prenons $m = 700$, ce qui correspond à la longueur maximum d'un paquet et $R = 1200$ bits/sec. Evaluons le temps de mise en fonction du canal (nécessaire à différentes procédures de synchronisation) à 84ms, ce qui donne : $T = \frac{2}{3}$ sec.

$$\lambda_m \leq 0,132 \text{ paquet/sec.}$$

Si : N_b = Nombre de bouées

N_t = Nombre de terminaux

λ_b = Taux moyen des paquets/bouée

λ_t = Taux moyen des paquets/terminal,

nous avons : $\lambda_m = N_b \lambda_b + N_t \lambda_t \leq 0,132$ (3)

On peut déduire d'études statistiques [6], qu'une valeur raisonnable pour λ_t correspond à 1/80 paquet/sec., tandis que la vitesse d'échantillonnage d'une bouée donne $\lambda_b = 1/1800$. De (3), on tire qu'une des répartitions possible des appareils en mer est : $N_b = 35$ $N_t = 9$. En fait, ces chiffres, à cause des suppositions de départ, sont très sous-estimés. Par exemple, la longueur moyenne d'un paquet à partir d'un terminal embarqué pourrait correspondre à 25% de la dimension maximum prise dans les calculs. De plus, il ne devrait pas être difficile de concevoir les interfaces de façon à éviter les recouvrements entre les paquets provenant des terminaux et des bouées.

IV. CONCLUSION : Nous venons d'établir les grandes lignes d'un réseau de données océanographiques, utilisant un canal phonique en duplex intégral et un équipement radio VHF-UHF pour assurer une liaison entre divers appareils ou navires répartis sur une vaste zone géographique marine et un centre de calcul à terre. Indépendamment des utilisations classiques (acquisition de données et accès à distance à un calculateur), un certain nombre d'autres fonctions peuvent être envisagées. Par exemple, l'ordinateur pourrait libérer le canal pour l'attribuer entièrement à l'une des stations en mer qui disposerait de cette façon d'une liaison phonique pour une communication radio classique. Une liaison de terminal à terminal peut également être ménagée, par l'intermédiaire du centre de calcul, en transmettant des messages entre stations éloignées. Enfin, une liaison de ce réseau à un réseau d'ordinateurs plus vaste tel que CYCLADES pourrait permettre aux terminaux embarqués d'avoir accès à un ensemble de moyens plus importants que ceux d'un seul centre de calcul. De même, en optimisant l'utilisation des liaisons radio, un plus grand nombre de terminaux à plus grand débit de données pourrait être envisagé. Pour conclure, il est clair qu'un tel réseau peut éventuellement répondre aux besoins de vastes communautés

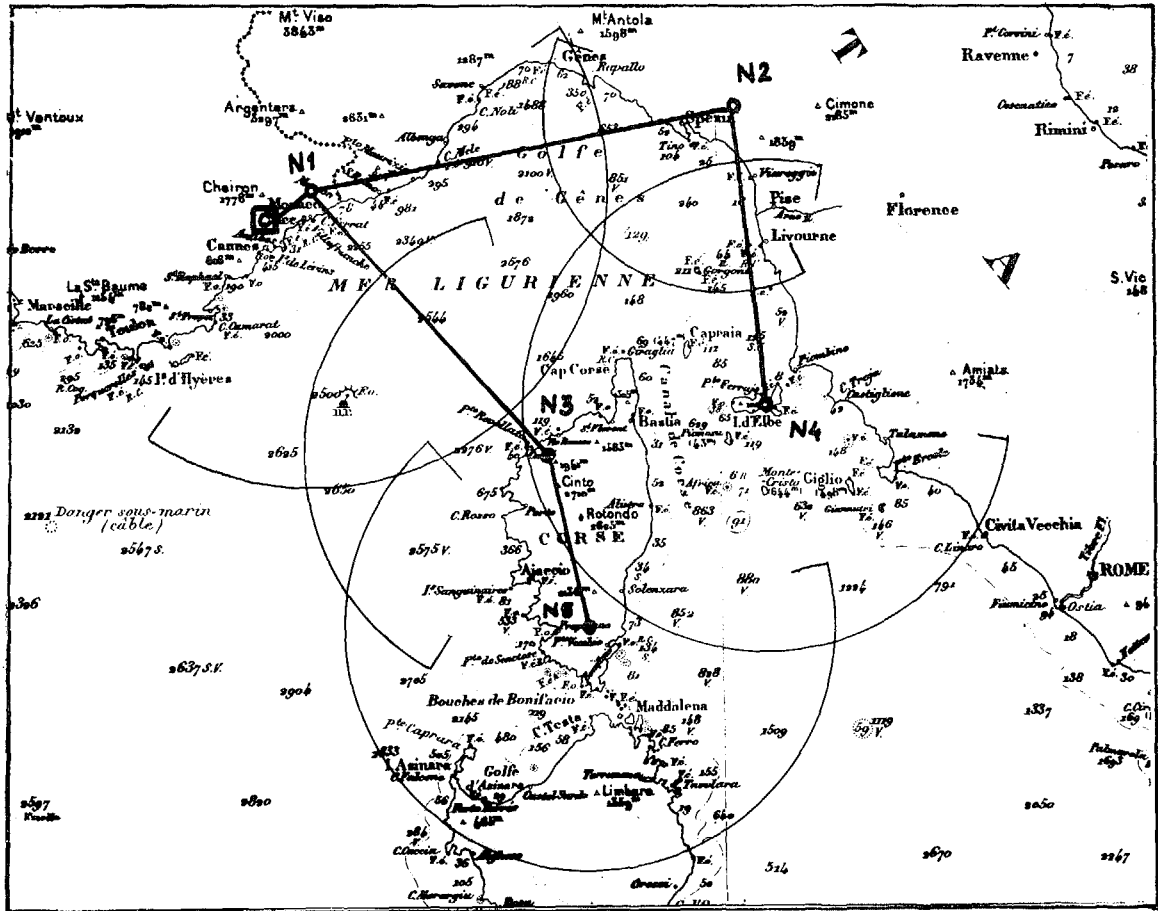
d'utilisateurs dans le domaine de la pêche ou du contrôle des pollutions.

REMERCIEMENTS : Nous voudrions remercier ici tous ceux qui nous ont apporté leurs conseils ou leur aide matérielle dans la réalisation de nos expériences, en particulier, le Commandant ALINAT, Directeur-Adjoint du Musée de MONACO, Monsieur JACQUENOUD et le personnel de la station côtière de MONACO-RADIO, Monsieur BLYTT, Directeur technique de la Société STORNO à PARIS, Monsieur MARTINO de la Société DI.CO.MA.BE. à TOULON ainsi que Messieurs BELLOT, POUGET, ROCCA du Centre Interuniversitaire de Calcul et Monsieur DEMARTINI du Laboratoire de Signaux et Systèmes de l'Université de Nice.

- [1] USER'S GUIDE FOR NODC'S DATA PROCESSING SYSTEMS, COMPILATED BY S. SCHUYLER. Publ. Nat. Oceanogr. Data Cent. G., 15 (1969)
- [2] SWEERS, H.E., OCEANS IV : A PROCESSING, ARCHIVING AND RETRIEVAL SYSTEM FOR OCEANOGRAPHIC STATION DATA - Manuscript Report Series n° 15 Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada (1970)
- [3] Présentation et guide général d'utilisation du Service Données Océanographiques du BNDO - Bureau National de Données Océanographiques, COB Brest [Miméo.], (1973).
- [4] FREDJ G., Stockage et exploitation des données en Ecologie marine - B. Collecte des données en mer et archivage (stations ponctuelles dans l'espace et dans le temps) Mém. Inst. Océanogr. Monaco, 5, (1973) 60 p.
- [5] ABRAMSON, (N.), The ALOHA System dans : Computer Communication Networks, ABRAMSON N. and KUO F.F. (Ed.) Prentice-Hall, N.J. (1973), 501-517
- [6] FUCHS, E. JACKSON, P.E., Estimates of Distributions of Random Variables for certain Computer Communication Traffic Models, Commun. ACM, 13 (Dec. 1970) 752-757



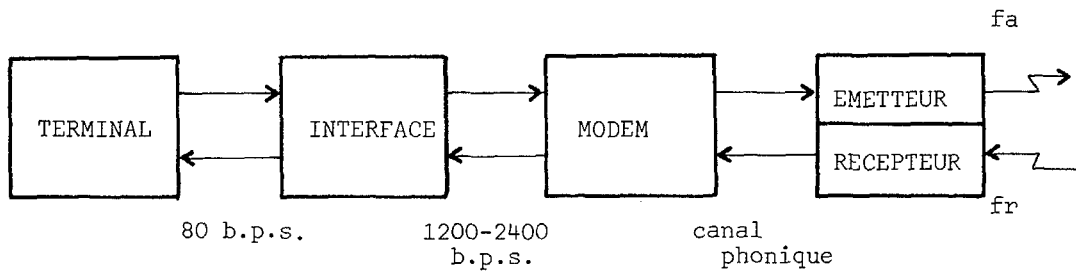
ETUDE PRELIMINAIRE D'UN SYSTEME DE TELETRAITEMENT DES DONNEES
 OCEANOGRAPHIQUES
 G. Fredj, Ph. Maissa, T.E. Stern



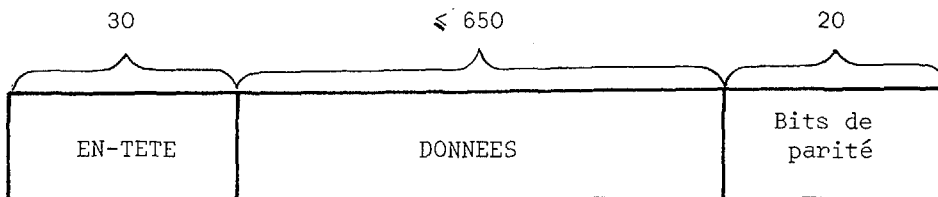
C : Centre de Calcul

N : Noeuds du réseau

Figure 1 : Une des implantations géographiques possibles de réseau



(a) Schéma d'un terminal en mer



(b) Format d'un paquet de données

Figure 2