



CETIGRE-ITCWRM

CENTRE OF FORMATION
INTERNATIONAL VIA CENTRES
DE RESSOURCES EAU

INTERNATIONAL TRAINING
CENTRE FOR WATER
RESOURCE MANAGEMENT

OMM - WMO

ORGANISATION
MÉTÉOROLOGIQUE
MONDIALE

WORLD METEOROLOGICAL
ORGANIZATION

ORSTOM

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE OUTRE-MER

**COMPTES RENDUS ET MÉMOIRES
DU SÉMINAIRE SUR
LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE
DES DONNÉES HYDROLOGIQUES
APPLIQUÉE AUX PAYS EN DÉVELOPPEMENT**

**PROCEEDING AND REPORTS
OF THE SEMINAR ON
SATELLITE TELETRANSMISSION
OF HYDROLOGICAL DATA
APPLIED TO DEVELOPING COUNTRIES
REQUIREMENTS**

CERAM
SOPHIA ANTIPOLIS — ALPES-MARITIMES — FRANCE
(DU 29 AU 31 MAI 1979)

ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE DE FORMATION INTERNATIONALE À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU
INTERNATIONAL TRAINING CENTRE FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT
SOPHIA ANTIPOLIS - FRANCE

CEFIGRE

Le Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources en Eau, le CEFIGRE, a été créé conjointement par le Gouvernement Français et le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) afin de répondre aux besoins de la communauté internationale pour assurer la maîtrise des ressources en eau.

Les principaux objectifs du CEFIGRE sont les suivants :

- Mettre à la disposition de la communauté internationale un foyer de rencontres pour susciter des échanges de vues et organiser des séminaires et colloques sur toutes les questions intéressant les décideurs dans le domaine de la gestion de l'eau.
- Organiser des stages d'information et des sessions de formation pour les aménageurs et les gestionnaires de l'eau.
- Favoriser la formation des formateurs dans tous les domaines et à tous les niveaux de la gestion des eaux.
- Offrir aux spécialistes de haut niveau, aux aménageurs, aux enseignants, et aux chercheurs, une structure d'accueil leur permettant de mener à bien, dans le cadre d'un séjour de longue durée, une étude, un travail de synthèse ou de recherche sur un thème intéressant leur pays, leur région géographique ou la communauté internationale.
- Inventorier, rassembler, classer et mettre à disposition des décideurs, gestionnaires et techniciens, une documentation appropriée.

Cet ensemble d'objectifs intéresse en particulier les pays en développement.

Le CEFIGRE est un organisme de droit français; il est dirigé par un Conseil d'Administration, assisté par un Conseil Scientifique international, dont les membres, au nombre d'une trentaine, sont :

- pour un tiers, délégués par les organisations internationales, gouvernementales ou non, travaillant sur des problèmes liés à l'eau, notamment ceux des Organes et Institutions spécialisées des Nations Unies concernés par ces questions,
- et, pour les deux autres tiers, choisis à part égale parmi les personnalités étrangères et françaises connues pour leur action dans les domaines concernés par la gestion des ressources en eau.

La structure permanente du CEFIGRE est implantée à Valbonne - Sophia Antipolis, dans le sud de la France, à proximité de Nice, dont l'aéroport international dessert les principaux pays du monde.

Le CEFIGRE, dont la création a été annoncée à la Conférence Mondiale de l'Eau de Mar del Plata en mars 1977, a débuté ses activités en janvier 1978.

OMM

L'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) est une institution spécialisée des Nations Unies qui compte 149 Etats et Territoires membres.

Les buts de l'Organisation sont les suivants :

- faciliter la coopération internationale en vue de l'établissement de réseaux de stations effectuant des observations météorologiques et hydrologiques, et de centres chargés de fournir une assistance météorologique et hydrologique;
- encourager l'établissement et le maintien de systèmes permettant un échange rapide des renseignements météorologiques et connexes;
- encourager la normalisation des observations météorologiques (et connexes) et assurer la publication uniforme d'observations et de statistiques;
- encourager les applications de la météorologie à l'aviation, à la navigation maritime, aux problèmes de l'eau, à l'agriculture et à d'autres activités humaines;
- encourager les activités dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle et favoriser une étroite coopération entre services météorologiques et services hydrologiques;
- encourager les recherches et l'enseignement en météorologie, et selon les besoins, dans les domaines connexes.

L'Organisation se compose des organes suivants :

- Le *Congrès météorologique mondial* est l'organe suprême de l'Organisation. Il réunit tous les quatre ans les représentants de tous les pays Membres afin d'arrêter la politique générale à suivre pour atteindre les buts de l'Organisation.

- Le *Comité exécutif* se compose de 24 directeurs de services météorologiques ou hydrométéorologiques nationaux; il se réunit au moins une fois par an pour mettre en œuvre les décisions prises par le Congrès.

- Les six *Associations régionales* (Afrique, Asie, Amérique du Sud, Amérique du Nord et Amérique Centrale, Pacifique du Sud-Ouest et Europe) coordonnent les activités météorologiques et connexes dans leurs Régions respectives.

- Les huit *commissions techniques* (systèmes de base, instruments et méthodes d'observation, sciences de l'atmosphère, météorologie aéronautique, météorologie agricole, météorologie marine, hydrologie, et applications spéciales de la météorologie et de la climatologie) sont composées d'experts désignés par les Membres et sont chargées d'étudier les systèmes opérationnels, les applications et les activités de recherche en météorologie et en hydrologie.

- Le *Secrétariat*, dont l'adresse est au 41, avenue Giuseppe Motta à Genève (Suisse), sert, à l'Organisation, de Centre Administratif, de Centre Documentaire et de Centre d'Information. Le Secrétariat travaille en étroite collaboration avec l'Organisation des Nations Unies et les autres organisations spécialisées.

ORSTOM

L'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer est un établissement public français à caractère administratif, sous la tutelle conjointe du Ministère de la Coopération et du Ministère des Universités.

Conformément à sa vocation statutaire, l'ORSTOM réalise des recherches fondamentales hors de la zone tempérée (zone intertropicale et bassin méditerranéen) en vue d'acquérir les données relatives aux facteurs physiques, biologiques et socio-économiques dont la connaissance conditionne la mise en œuvre de plans de développement nationaux ou régionaux. Les informations acquises sur le milieu naturel, dans les pays où l'ORSTOM a été appelé à intervenir, sont mises à la disposition de ces derniers et également utilisées sur le plan français par les Instituts de recherche spécialisés, en particulier le GERDAT, dans le cadre de leur mission de recherche appliquée, ainsi que par les organismes de développement pour promouvoir les ressources, qu'elles soient biologiques ou minérales.

Principalement menées jusqu'à ces dernières années en Afrique et dans les TOM-DOM, les activités de l'Office se sont depuis largement diversifiées géographiquement et s'étendent aujourd'hui à de nombreux pays de l'étranger traditionnel, essentiellement en Amérique latine (Bolivie, Brésil, Colombie, Équateur, Mexique, Pérou, Venezuela), ainsi que dans le Sud-Est asiatique, en particulier en Indonésie. L'éventail des activités s'est, d'autre part, progressivement élargi au cours de la dernière décennie dans les cinq domaines scientifiques des Sciences de la Terre, des Sciences Biologiques (milieux terrestres), de l'Océanographie et de l'Hydrobiologie (milieux aquatiques), des Sciences Humaines, enfin de l'Hygiène publique et de la Santé.

Pour assurer sa mission, l'ORSTOM a mis en place un dispositif scientifique comprenant 50 implantations composées de :

- Centres lui appartenant en propre,
- Centres nationaux qu'il gère au nom de pays hôtes,
- Missions auprès d'organismes ou établissements étrangers,
- Laboratoires et Services communs généralement situés en métropole.

L'effectif de l'ORSTOM est de 1 500 personnes, dont 700 chercheurs.



***COMPTES RENDUS ET MÉMOIRES
DU SÉMINAIRE SUR LA
TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE
DES DONNÉES HYDROLOGIQUES
APPLIQUÉE AUX PAYS
EN DÉVELOPPEMENT***

***PROCEEDING AND REPORTS
OF THE SEMINAR ON
SATELLITE TELETRANSMISSION
OF HYDROLOGICAL DATA
APPLIED TO DEVELOPING
COUNTRIES REQUIREMENTS***

CERAM

SOPHIA ANTIPOLIS — ALPES-MARITIMES — FRANCE

(DU 29 AU 31 MAI 1979)

ORGANISATION MÉTÉOROLOGIQUE MONDIALE
WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE DE FORMATION INTERNATIONALE À LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU
INTERNATIONAL TRAINING CENTRE FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT
SOPHIA ANTIPOLIS - FRANCE

1979

Édition : J. MOLINARI
© 1980, CEFIGRE
ISBN 2-86412-012-1
ISSN 0151-1653 Comptes rendus CEFIGRE
ISSN 0151-1661 Mémoires CEFIGRE

NOTE

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part du CEFIGRE, de l'ORSTOM et du Secrétariat de l'OMM, aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉS (Anglais, Espagnol, Français)	7
AVANT-PROPOS (Anglais, Français)	10
PRÉSENTATION DES TRAVAUX DU SÉMINAIRE (Anglais, Français)	14

0. SÉANCE INAUGURALE

Doc. 0.1. Chairman's Introduction - Introducción del Presidente - Exposé introductif du Président Sir Norman ROWNTREE	19
Doc. 0.2. Allocution du Secrétaire Général de l'ORSTOM . . . Michel GLEIZES	31 F 3282
Doc. 0.3. Compte rendu de la Séance inaugurale d'après les Notes de séances de Janina FORKASIEWICZ et de Marc LAKHDARI	33

1. PREMIERE SÉANCE ATELIER : OBJECTIFS ET PRINCIPES DE LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE

Doc. 1.1. Objectifs et principes de la télétransmission par satellite. Rapport introductif Marcel ROCHE	39F 3283
Doc. 1.2. Satellite data collection systems. Hydrological application. Michel TAILLADE-CARRIERE	49F 3284
Doc. 1.3. Le Système Météosat. Mission collecte de données. Georges FERRAND	79F 3285
Doc. 1.4. Compte rendu de la première séance inaugurale d'après les notes de séances de Janina FORKASIEWICZ et de Marc LAKHDARI	95F 3286

2. SECONDE SÉANCE ATELIER : EXPERIENCE ACQUISE. PROJETS IMMEDIATS

Doc. 2.1. Expérience acquise et projets immédiats. Rapport-synthèse Claude PESANT	105F 3287
Doc. 2.2. L'expérience québécoise en télémétrie. Claude PESANT	119F 3288
Doc. 2.3. Télétransmission par satellite des données hydrométéorologiques. L'expérience de l'ORSTOM au Sénégal Jacques CALLEDE	133F 3289

Doc. 2.4.	Télétransmission par satellite des données hydrologiques au Brésil. Situation actuelle et plans pour le futur	Nelson da Franca RIBEIRO DOS ANJOS	147 F3230
Doc. 2.5.	La transmission par satellite des mesures de la couche de neige	Pierre GUILLOT	155 F3291
Doc. 2.6.	Selection of appropriate systems for teletransmission of hydrological data in developing countries	Wulf KLOHN	163 F3292
Doc. 2.7.	The WMO Sahel Agrhyment Programme	Wyndham Gethin OWEN	171 F3293
Doc. 2.8.	The river Niger Basin and data teletransmission	Gabor KIENITZ	173 F3294
Doc. 2.9.	Télétransmission des données hydrologiques et lutte contre les vecteurs aquatiques d'endémies tropicales, le cas de l'onchocercose . . .	René LE BERRE	175 F3295
Doc. 2.10.	Observations et conclusions sur les travaux de la seconde séance atelier	Claude PESANT	179 F3296

3. TROISIEME SÉANCE ATELIER : PROBLEMES DES UTILISATEURS

Doc. 3.1.	Réflexions sur la télétransmission par satellite des données hydrolo- giques appliquée aux pays en développement	Mayaou GAGARA	185 F3297
Doc. 3.2.	Infrastructures et moyens des Services Hydrologiques du Niger et pro- blèmes posés par la collecte des données	Bagnan BEIDOU	191 F3298
Doc. 3.3.	Possibilities of using satellite teletransmission for hydrological data collection in Ghana	Nii Boi AYIBOTELE	199 F3299
Doc. 3.4.	Hydrological data as applied to the river Nile	Sarwat H. FAHMY	209 F3300
Doc. 3.5.	Requirements for transmission of hydrological data for flood fore- casting in India	Pritam SINGH	217 F3301
Doc. 3.6.	Le réseau hydrométrique du Ministère Français de l'Agriculture. Organisation, situation et perspectives d'avenir	Michel COLIN de VERDIERE	221 F3302
Doc. 3.7.	Rapport général sur la troisième séance atelier	René LE BERRE	231 F3303

4. QUATRIEME SÉANCE ATELIER : ASPECTS TECHNIQUES DES POSSIBILITES ACTUELLES OU RAPIDEMENT ENVISAGEABLES

Doc. 4.1.	Esquisse d'inventaire des questions de caractère technique devant faire l'objet d'échanges de vues	Jacques CRUETTE	239 F3304
Doc. 4.2.	Data collection systems using satellites from the World Weather Watch Programme. First operational experiences and a supplier's point of view	M.E. CLEVERLEY	243 F3305
Doc. 4.3.	Position of satellite transmission of environmental data in the design of operation data collection networks as seen by Plessey Radar Limited	William Angus GRINSTED	263 F3306

Doc. 4.4.	Analyse et performances d'une station autonome de réception Argos Alain MONIER	265 F 3307
Doc. 4.5.	Présentation des balises Argos Michel PEBERAY	271 F 3308
Doc. 4.6.	Need for developing and standardizing automatic sensors Gyorgy KOVÁCS	279 F 3309
Doc. 4.7.	Instrumentations océanographiques, météorologiques et hydrologiques développées par la Société Safare-Crouzet Jean-Jacques PESANDO	283 F 3310
Doc. 4.8.	Quelques remarques concernant le matériel de mesure de niveau. Germain DELAGE	289 F 3311
Doc. 4.9.	Quelques remarques d'un constructeur concernant la formation du personnel d'exploitation Germain DELAGE	293 F 3312
Doc. 4.10.	Sources d'énergie pour balise Argos. Alain BIGOT	297 F 3313
Doc. 4.11.	Réflexions sur le matériel des plateformes d'émission Jacques CALLEDE	301 F 3314
Doc. 4.12.	Compte rendu de la quatrième séance d'atelier ... Jacques CALLEDE	303 F 3315

5. EXPOSITION DE MATÉRIEL DE TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE ET DEMONSTRATIONS TECHNIQUES

Doc. 5.1.	Compte rendu de l'exposition Jacques CALLEDE	313 F 3316
Doc. 5.2.	Fiches documentaires sur les exposants Constructeurs	317

6. TABLE RONDE ET SÉANCE DE CLÔTURE

Doc. 6.1.	Compte rendu de la table ronde et de la séance de clôture. Jacques MOLINARI	341
Doc. 6.2.	Conclusions et recommandations adoptées en séance de clôture Ensemble des participants	347
LISTE DES PARTICIPANTS.		351

SUMMARY

The present publication contains the introductory reports papers and communications, as well as the proceedings of the debates and the technical exhibition, of the Seminar on Satellite Teletransmission of Hydrological Data Applied to Developing Countries Requirements. This seminar was organized in may 1979 by CEFIGRE and the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM) under the auspices of the World Meteorological Organization.

The information thus received is presented as themes which successively dealt with the following subjects :

- Objectives and principles of satellite teletransmission. Current systems of satellite teletransmission (ARGOS system, TIROS-N satellite in polar orbit ; METEOSAT system with geostationary meteorological satellites),*
 - Acquired experience (Canada and Senegal) and possible projects for specific needs (measurement of snow layers, fight against tropical disease vectors), or regional needs (developing countries, the Amazon Basin, the Niger Basin),*
 - Users' problems and an examination of the possibility of satellite teletransmission in different physiographic, technological and socio-economic configurations (the case of developing countries, of Egypt, France, Ghana, India and Niger),*
 - Instrumentation, the viewpoint of manufacturers and the preoccupations of potential users (space equipment, their reliability and their durability ; satellite receiving ground-stations ; data collection platforms, data processing and teletransmission, hydrological data formatting and sensors,*
 - Exhibition of equipment and technical demonstrations [in addition to a range of hydrological data sensors, of encoders and of interfaces ; there were also four operating data collecting platforms (ground-satellite transmission) and one receiving ground station (satellite-ground transmission)],*
 - Conclusions of exchanges of views and debates, formulation of recommendations in order to facilitate decision-making in this field.*
-

RESUMEN

Este volumen reúne todos los informes de introducción, las presentaciones y comunicaciones, así como las actas de los debates y de los planteamientos técnicos, relacionados con el Seminario acerca de la Teletransmisión por Satélite de Datos Hidrológicos Aplicada a los Países en Vías de Desarrollo, seminario organizado en mayo de 1979 por el CEFIGRE y el Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) patrocinado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

El conjunto de datos así recogidos es presentado por temas que tratan, sucesivamente, de los aspectos siguientes :

- Objetivos y principios de la teletransmisión por satélite. Sistemas actuales de teletransmisión por satélite (sistema Argos, satélite TIROS-N de trayecto polar ; sistema METEOSAT, satélites meteorológicos geoestacionarios) ;*
 - Experiencia lograda (Canadá y Senegal) y proyectos previsibles para necesidades específicas (medición de las capas de nieve, lucha contra los vectores de endemias tropicales), o regionales (países en vías de desarrollo, Amazonia, y cuenca del Níger) ;*
 - Problemas de los utilizadores y examen de la oportunidad de la teletransmisión por satélite en distintas configuraciones fisiográficas, tecnológicas y socioeconómicas (casos de los países en vías de desarrollo y casos de Egipto, de Francia, de Ghana, de India y de Níger) ;*
 - El equipamiento. Punto de vista de los constructores y preocupaciones de los utilizadores potenciales (equipos espaciales, su confiabilidad y su perennidad ; las estaciones (balizas) en tierra, el tratamiento y la teletransmisión de los datos ; los captadores y los codificadores) ;*
 - Exposición de equipos y demostraciones técnicas [además de un conjunto de captadores de datos hidrológicos, de codificadores y de «interfaces», han sido presentados en funcionamiento cuatro sistemas de balizas de emisión (comunicaciones tierra - satélite), así como una estación de recepción autónoma (comunicaciones satélite - tierra)] ;*
 - Conclusiones respecto a los intercambios de puntos de vistas y debates y formulación de recomendaciones con miras a facilitar la toma de decisión en este campo.*
-

RÉSUMÉ

Cet ouvrage réunit les rapports introductifs, exposés et communications, ainsi que les comptes rendus des débats et de l'exposition technique, relatifs au Séminaire sur la Télétransmission par Satellite des Données Hydrologiques Appliquée aux Pays en Développement, séminaire organisé en mai 1979 par le CEFIGRE et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (ORSTOM), sous le patronage de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

L'ensemble des informations ainsi recueillies est présenté par thèmes traitant successivement des sujets suivants :

- Objectifs et principes de la télétransmission par satellite. Systèmes actuels de télétransmission par satellite (système ARGOS, satellite TIROS-N à défilement polaire ; système METEOSAT, satellites météorologiques géostationnaires) ;*
- Expérience acquise (Canada et Sénégal) et projets envisageables pour des besoins spécifiques (mesure des couches de neige, lutte contre les vecteurs d'endémies tropicales) ou régionaux (pays en développement, Amazonie, Bassin du Niger) ;*
- Problèmes des utilisateurs et examen de l'opportunité de la télétransmission par satellite dans différentes configurations physiographiques, technologiques, et socio-économiques (cas des pays en développement, de l'Égypte, de la France, du Ghana, de l'Inde et du Niger) ;*
- L'appareillage, le point de vue des constructeurs et les préoccupations des utilisateurs potentiels (les équipements spatiaux, leur fiabilité et leur pérennité ; les stations (balises) au sol, le traitement et la télétransmission des informations ; les capteurs et les codeurs) ;*
- Exposition de matériel et démonstrations techniques [outre un ensemble de capteurs de données hydrologiques, de codeurs et d'interfaces, étaient présentés en fonctionnement quatre systèmes de balises d'émission (liaison sol-satellite) ainsi qu'une station de réception autonome (liaison satellite-sol)].*
- Conclusions des échanges des vues et débats, et formulation de recommandations en vue de faciliter la prise de décision en ce domaine.*



PRÉFACE

This seminar fits into the framework of the technical subjects of information and training adopted during the seminar devoted to the Administration and Management of Data Useful for Water Policy, organized in May, 1978 by CEFIGRE under the auspices of the World Meteorological Organization*.

The subject partially covers the study themes on the means of availability of real time information, a need which is often expressed in the field of water resource management. It enlarges these themes to the more general problem of the acquisition and collection of hydropluviometric data when distances, difficulties of access and shortage of specialized personnel render these operations, as well as control of systems, difficult if not impossible.

Its choice is supported by the assistance offered by the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) and the interest shown by Space Agencies, manufacturers of specialized material, researchers and potential users. It is also based on the interest of some International Organizations of the United Nations, system in particular by the World Meteorological Organization, as shown by its sponsorship.

The objectives defined by the organizers were to allow :

- space agencies and manufacturers, to inform potential users of system possibilities and to describe the transmission system (sensors, data collection platforms, satellites, ground data station, message processing) ;
- researchers, to inform of their successes and failures ;
- users, to analyze and present their needs in the field of hydrological data acquisition for projects and for control, by explaining the potential applications of this technology.

This concern for opening a dialogue to all information and know-how holders conferred a particular character to this seminar. It was distinguished from prior CEFIGRE meetings by the important role given to technology and by a scientific and technical exhibition, combined with life-size and real time demonstrations.

The seminar was held between May 29 and 31, 1979, at Sophia Antipolis. The CERAM generously accorded its facilities to CEFIGRE, while the latter awaited the inauguration of its definitive quarters, which occurred a few weeks later.

* The proceedings of this seminar were published in two volumes entitled :

- Comptes rendus du Séminaire sur la Gestion de Données Utiles à la Politique de l'Eau. CEFIGRE CR/S-04-F (1979), ISBN 2-86412-007-0, 80 pages.
- Mémoires du Séminaire sur la Gestion des Données Utiles à la Politique de l'Eau. CEFIGRE M/S-04-F, (1979), ISBN 2-86412-008-9, 166 pages.

The chairman of this meeting was Sir Norman ROWNTREE, professor at the University of Manchester (U.K.), and the cochairman was Mr. Marcel ROCHE, Head of the Hydrology Department of ORSTOM. There were nearly 70 participants from 14 countries and there were also the official representatives of four International Organizations (the World Meteorological Organization, the World Health Organization, the United Nations Development Program and the European Community Commission) and two Space Agencies (the French National Space Study Center and the European Space Agency) (ESA).

The seminar was organized into five half-day workshops :

- objectives and principle of satellite teletransmission
- experience already acquired and immediate projects.
- users' problems
- technical aspects of current possibilities or those possible in the near future
- guided visit of the exhibition and technical demonstrations

each led by specialists in the particular field and supported by representatives of administrators and decision-makers of developing nations, of Space Agencies and of International Organizations.

To leave more time to actual discussion, Rapporteurs were designated to prepare syntheses of thirty communications, giving to authors the possibility of clarifying and developing the content of their communication.

These exchanges of views enabled :

- Space Agencies and manufacturers to inform potential users of the possibilities of two systems currently in service : polar orbit (ARGOS system, TIROS-N satellite) and geostationary orbit (meteorological satellites, METEOSAT) and to describe the transmission system,
- researchers, to inform of their successes and failures,
- users, to express their needs by analyzing to what extent the systems proposed could partially satisfy them.

The various technical demonstrations of sensors, data collection platforms and ground collection stations* involved actual direct ground-satellite and satellite-ground transmissions which enabled all the participants to test, evaluate and compare the various techniques currently in use. Each participant also got the chance to appreciate the problems of other workers.

The publication of the seminar proceedings in the present form responds to the wishes of the participants, as adopted in the recommendations of the closing session, who realized the importance of rapidly making available to potential users the information and decision-making elements concerning techniques which could effectively contribute to water resource management.

* There were 16 exhibitors from the United States, United Kingdom, German Federal Republic and France. In addition to presenting a range of hydrological data sensors, they also exhibited encoders and interfaces, four systems of data collection platforms (ground-satellite transmission) as well as an autonomous ground receiving station (satellite-ground transmission), all of them being in function.

AVANT-PROPOS

Ce séminaire s'inscrit dans le cadre de thèmes techniques d'information et de formation retenus lors du Séminaire sur l'Administration et la Gestion des Données Utiles à la Politique de l'Eau organisé en mai 1978 par le CEFIGRE avec le patronage de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM)*.

Le sujet recouvre en partie les thèmes de réflexion sur les moyens de disposer d'information en temps réel, besoin souvent exprimé en matière de gestion des ressources en eau. Il élargit ces thèmes au problème plus général de l'acquisition et de la collecte des données hydropluviométriques, lorsque les distances, les difficultés d'accès et la pénurie en personnels spécialisés, rendent difficiles, sinon impossibles, ces opérations ainsi que la surveillance des réseaux.

Son choix s'appuie sur le concours offert par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) et l'intérêt manifesté à la fois par les Agences Spatiales, les constructeurs de matériel, les expérimentateurs ainsi que par les utilisateurs potentiels. Il repose également sur l'attention témoignée par les organisations internationales du Système des Nations Unies, et notamment par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) qui a bien voulu accorder son patronage.

Les objectifs que s'étaient assignés les organisateurs étaient de permettre :

- aux agences spatiales et aux constructeurs, d'informer les utilisateurs potentiels des possibilités des systèmes et de décrire la chaîne de transmission (capteur, plateforme d'émission, satellite, station de collecte au sol, traitement des messages) ;
- aux expérimentateurs, de faire part de leurs réussites et de leurs insuccès ;
- aux utilisateurs, d'analyser et d'exposer leurs besoins en matière d'acquisition des données pour les projets et pour la surveillance de régimes hydrologiques, en faisant apparaître les applications potentielles de cette technologie.

Ce souci d'ouverture des débats à tous les détenteurs d'informations et de savoir faire a conduit à conférer un caractère particulier à ce séminaire qui se distinguait des manifestations précédemment organisées par le CEFIGRE par la place importante accordée à la technologie et par la tenue d'une exposition scientifique et technique assortie de démonstrations en vraie grandeur et en temps réel.

* Les actes de ce séminaire ont été édités sous la forme de deux tomes intitulés respectivement :

- Comptes rendus du Séminaire sur la Gestion des Données Utiles à la Politique de l'Eau. CEFIGRE CR/S-04-F, (1979), ISBN 2-86412-007-0, 80 pages.
- Mémoires du Séminaire sur la Gestion des Données Utiles à la Politique de l'Eau. CEFIGRE M/S-04-F, (1979), ISBN 2-86412-008-9, 166 pages.

Le séminaire s'est déroulé du 29 mai au 31 mai 1979 à Sophia Antipolis dans les locaux que le CERAM a mis à la disposition du CEFIGRE dans l'attente de la mise en service de ses bâtiments définitifs survenue dans les semaines qui ont suivi.

Cette rencontre a réuni, sous la Présidence de Sir Norman ROWNTREE, Professeur à l'Université de Manchester (Royaume Uni), et la Coprésidence de Monsieur Marcel ROCHE, Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM, près de 70 participants en provenance de 14 pays ainsi que les représentants mandatés de quatre Organisations Internationales (Organisation Météorologique Mondiale - OMM -, Organisation Mondiale de la Santé - OMS -, Programme des Nations Unies pour le Développement - PNUD -, Commission des Communautés Européennes - CEE -) et deux Agences Spatiales (Centre National d'Études Spatiales - CNES -, et l'Agence Spatiale Européenne - ASE -).

Le séminaire s'est déroulé sous la forme de cinq séances ateliers d'une demi-journée :

- objectifs et principes de la télétransmission par satellite,
 - expérience acquise et projets immédiats,
 - problèmes des utilisateurs,
 - aspects techniques des possibilités actuelles ou rapidement envisageables,
 - visite commentée de l'exposition et démonstrations techniques,
- animées chacune par des spécialistes des questions traitées, épaulés par des représentants de gestionnaires et décideurs des pays en développement, des Agences Spatiales et des Organisations Internationales.

Afin d'accorder plus de place aux débats, il avait été donné pour tâche aux Rapporteurs de présenter des synthèses de la trentaine de communications adressées par les participants, en laissant toute latitude à nombre d'entre eux d'explicitier le contenu et la portée de leur document.

Les échanges de vue ont permis :

- aux Agences Spatiales et aux constructeurs d'informer les utilisateurs potentiels des possibilités de deux systèmes en service : à défilement polaire (système ARGOS ; satellite TIROS-N) et géostationnaire (système des satellites météorologiques ; satellite METEOSAT), et de décrire la chaîne de transmission ;
- aux expérimentateurs de faire part de leur réussite et de leurs succès ;
- aux utilisateurs, d'exposer leurs besoins en analysant dans quelle mesure ils peuvent être partiellement satisfaits par les systèmes proposés.

Ces débats, ponctués de diverses démonstrations techniques mettant en œuvre des capteurs, des plateformes d'émission et des stations de collecte au sol* permettant d'établir sur les lieux de l'exposition des liaisons directes sol satellite et retour ont fourni à tous les participants l'opportunité d'éprouver, d'apprécier et de confronter entre elles les différentes techniques actuellement utilisables, les divers participants s'imprégnant mutuellement des problèmes que se posent leurs multiples partenaires.

L'édition des actes du séminaire sous la forme du présent ouvrage répond aux vœux de tous les participants qui ont insisté, dans les recommandations adoptées en séance finale, sur l'intérêt de mettre rapidement à la disposition des utilisateurs potentiels les informations et éléments de décision sur ces techniques susceptibles de contribuer efficacement à la gestion et à la maîtrise des ressources en eau.

* L'exposition réunissait 16 exposants en provenance des États-Unis, du Royaume Uni, de République Fédérale Allemande et de France. Elle présentait, outre un ensemble de capteurs de données hydrologiques, des codeurs et interfaces, quatre systèmes de balises d'émission (liaison sol-satellite) ainsi qu'une station de réception autonome (liaison satellite-sol), tous en fonctionnement effectif.



PRESENTATION OF WORK ACCOMPLISHED DURING THE SEMINAR

The results of the seminar are published as a single volume which contains the exchanges of views, discussion and workshop debates, includes all the introductory reports, communications and case studies, and reviews the principal characteristics of the systems and equipment presented during the scientific and technical exhibition held conjointly with the seminar.

The presentation adopted respects the order of the sessions, which was perfectly suitable for the needs of the organizers and of the participants :

- to examine the different aspects of satellite teledetection during the first three workshops devoted to :
 - objectives and principles of satellite teletransmission
 - acquired experience and immediate projects
 - users' problems
- then to proceed to a critical and detailed examination during the workshop entitled «Technical aspects of current possibilities or those possible in the near future» and during the guided visit of the exhibition and the demonstration,
- to reach the first conclusions during the last round table and the closing session.

The major characteristic of this seminar was that it brought together people with extremely different backgrounds, levels of competence, preoccupations and origins. It is thus not surprising that the documents at our disposal reflect these differences. This diversity is the proof of the great freedom of expression and the richness of the exchange of views punctuating these debates and which benefitted all the participants. Without worrying about cohesion and homogeneity, all documents were included which did not present insuperable problems within the deadline adopted.

PRÉSENTATION

DES TRAVAUX DU SÉMINAIRE

Les actes de ce séminaire sont édités sous la forme d'un ouvrage unique qui rend compte des échanges de vues, discussions et débats des réunions de travail, regroupe l'ensemble des exposés introductifs, communications et études de cas, et rappelle les principales caractéristiques des systèmes et équipements présentés dans le cadre de l'exposition scientifique et technique associée au séminaire.

La présentation adoptée respecte l'ordre de déroulement des séances qui s'est avéré parfaitement approprié à la démarche des organisateurs et aux préoccupations des participants ;

- examiner la télédétection par satellite sous ses différentes facettes au cours des trois premières séances-atelier consacrées aux thèmes suivants :
 - objectifs et principes de la télétransmission par satellite,
 - expérience acquise et projets immédiats,
 - problèmes des utilisateurs ;
- procéder ensuite à un examen critique approfondi lors de la séance-atelier «Aspects techniques des possibilités actuelles ou rapidement envisageables», et à l'occasion de la visite commentée de l'exposition accompagnée de démonstrations techniques ;
- et dégager des premières conclusions au cours de la table ronde et de la séance de clôture finales.

La caractéristique essentielle de ce séminaire résidant dans le rassemblement de personnalités de disciplines, de compétences, de préoccupations et d'origines extrêmement diverses, il en résulte que les textes et documents dont nous disposons ressortissent à des formes d'expression différentes et portent la marque de leurs auteurs. Cette diversité reflète la grande liberté d'expression et la richesse des échanges de vues qui ont présidé à ces débats au bénéfice de tous les participants, et l'on s'est appliqué à faire figurer, sans se soucier de leur cohésion et de leur homogénéité, tous les documents dont la reproduction ne soulevait pas de difficultés insurmontables dans les délais d'édition impartis.



0. SÉANCE INAUGURALE

(première partie de la matinée du mardi 29 mai 1979)

Président : Sir Norman ROWNTREE
Professor University of Manchester

Co-Président : M. Marcel ROCHE
Chef du Service Hydrologique à l'ORSTOM

Assesseurs : M. Wulf KLOHN
Fonctionnaire Scientifique à l'OMM
M. Michel GLEIZES
Secrétaire Général de l'ORSTOM
M. Pierre Frédéric TENIERE BUCHOT
Directeur de la Formation au CEFIGRE

SOMMAIRE

Document 0.1.

Chairman's introduction — Introducción del Presidente — Exposé introductif du Président
..... **Sir Norman ROWNTREE**

Document 0.2.

Allocution du Secrétaire Général de l'ORSTOM **Michel GLEIZES**

Document 0.3.

Compte rendu de la séance inaugurale
..... *d'après les notes de séance de Janina FORKASIEWICZ et de Marc LAKHDARI*

DOCUMENT 0.1.

**CHAIRMAN'S INTRODUCTION
INTRODUCCIÓN DEL PRESIDENTE
EXPOSÉ INTRODUCTIF DU PRÉSIDENT**

Sir Norman ROWNTREE

*Professor of Civil Engineering
University of Manchester
Manchester, UNITED KINGDOM*

CHAIRMAN'S INTRODUCTION

01. It is with great pleasure that I welcome the delegates to this Seminar on a subject which to me is extremely fascinating as it demonstrates the opportunity for the latest electronic and space technology, properly applied to be of its greatest value in the least developed areas of the world. I hope your discussions and inspection of the exhibition taken together will be of benefit to water resource development in developing countries.

02. Where as conventional methods of communication by land line and earth bound radio are well established in the industrial countries of the world, there are large areas, urgently in need of water resource development, where projects are inhibited by the difficulties in transmitting essential data to the operational organisations. Water resource development and management are dependent for success, economy and reliability on adequate hydrological and meteorological data collected over a lengthy time period as well as for data instantaneously available for the successful management of water systems.

03. A great deal of work has been done during the last 50 years on the development of devices for measuring rainfall, river flow and underground water levels as well as for the development of weather stations for the estimate of evaporation, but all such devices are dependent upon good communications for the economical collection of the information leading to its useful interpretation.

04. Those countries most in need of good information are very often those places where communication can be the most difficult, and the opportunity now presented of rapidly transmitting large quantities of hydrological information via satellite, offers wonderful opportunities for accurate and efficient water resource development and management if the systems can be well designed and the interpretation of the data economically organised.

05. Associated with this seminar we have an exhibition of the latest devices available to achieve these purposes and perhaps even more importantly we have with us representatives of the organisations and industries who have developed these devices. I hope that all of you will make full use of this exceptional opportunity provided by the combined efforts of CEFIGRE, ORSTOM and the World Meteorological Organisation.

06. Those people who saw the importance of this subject for the developing countries, are to be congratulated. There is unlikely to be a great surge of enthusiasm in those countries who are already well equipped with telecommunications of a conventional type, but the opportunity to collect from remote areas, measurements of rainfall, river flow and ground

water levels, give great opportunities for the design and control of all types of water use and the objectives of comprehensive water resource management become a real possibility where most needed. All of you must readily imagine the advantages to be gained, not only to domestic water supply, but to water users, irrigation, hydro-electric power and industry, as well as for flood control.

07. Nevertheless these new facilities create their own problems. The ability to obtain records from remote sites implies that the devices for measuring will be completely reliable. The structures built to measure river flow, the boreholes to measure water level, and other works of civil engineering construction, must be designed to have a permanent reliability whatever forces of nature may be imposed upon them. The sensors collecting the raw data, must have a degree of reliability not often achieved at present. This will involve the design of apparatus using a minimum of electrical energy, with no moving parts likely to lead to mechanical problems and made of materials which will withstand unfavourable weather conditions. As is so often the case a major new discovery will involve radical new thinking about conventional devices. The problems are likely to be resolved, but the difficulty is to anticipate those problems well in advance so that the necessary development can take place. I hope that this conference will make a major contribution to this aspect.

08. Experience has shown that given the opportunity to receive hydrological data there is a considerable tendency to collect too much and not necessarily the most useful types of information. It is very easy to get «information indigestion». Too much data can make the cost of its interpretation so great that nothing is done about it. Furthermore, it is important to ensure that only the information that will be useful will be collected. There is a considerable tendency to collect large amounts of that data which is most easily collected, rather than that which is most usefully collected. There is, therefore, a considerable need to develop methods for decision making about the information systems which should be set up, not only to design the nature of the information to be collected, but to design the organisation needed for its collection and the probable cost of doing it. By organisation, we mean the design of the system, the management of the system and most importantly the maintenance of the system at a high level of efficiency.

09. It is as well to be clear on those fields of water resource management for which satellite transmitted data will be needed. Applications can be analysed in two distinct and complementary ways. Firstly the obvious distinction to which I have already referred to, of the priority water requirements in particular zones, for example, irrigation or water supply, or hydro-electric generation. Secondly in preparing the necessary schemes for whatever purpose, there are three phases for which useful and relevant hydrological data will be required, (a) Planning, (b) Design, and (c) Operation. The form of data will be somewhat different for each of these purposes and the suppliers of such sophisticated systems as we are now contemplating, must be well instructed on the purposes which must be achieved.

10. I have already referred to the importance of equipment maintenance, but I think this aspect is too often neglected. It is easy to forget that the quality of maintenance of equipment depends on the quality of the manpower and organisations available to service it. These qualities are dependent ultimately on an educational system which must be continuous in its application, organisations such as CEFIGRE should be useful in initiating the education and the studies, but they must ultimately be carried out in the areas for which they are required.

Probably, the biggest problem facing the developing countries in the field of water resource development at the present time is the provision of skilled technicians together with supervisors to keep in good order the modern water resource facilities which are now available.

11. All of these factors cannot be satisfactorily carried out without considering the cost involved. Satellite communication offers the opportunity economically to solve transmission problems, but the whole system of hydrological information management must be efficiently designed to achieve the full benefits.

The subject we are going to consider is an exciting and wonderful opportunity and I hope the various working sessions will be fully successful and lead to great benefits in the future.

INTRODUCCIÓN DEL PRESIDENTE

01. Con gran placer doy la bienvenida a los delegados a este Seminario sobre un tema que es extremadamente fascinante para mi, ya que muestra que la última tecnología electrónica espacial, propiamente aplicada, es de un gran valor en las áreas de menor desarrollo del mundo. Espero que sus discusiones y visita a la exposición, tomadas en conjunto, sean beneficiosas para el desarrollo del recurso agua en los países en desarrollo.

02. Mientras los métodos de comunicación terrestre alámbrica y por radio están bien establecidos en los países industriales del mundo, hay grandes áreas, urgentemente necesitadas del desarrollo del recurso agua, donde los proyectos se ven limitados por la dificultad de transmitir datos esenciales a las organizaciones operacionales. El desarrollo y manejo del recurso agua son dependientes, para su éxito, economía y confiabilidad, de datos hidrológicos y meteorológicos adecuados, recolectados en un largo período así como de datos disponibles en forma instantánea, permitiendo una exitosa administración de los sistemas de agua.

03. Se ha realizado gran cantidad de trabajo durante los últimos 50 años desarrollando aparatos para medir lluvia caída, caudales fluviales y niveles de agua subterránea así como para el desarrollo de estaciones meteorológicas para estimar evaporación, pero todos estos aparatos dependen de buenas comunicaciones que permitan una recolección económica de la información y una interpretación útil de ella.

04. Aquellos países con mayor necesidad de buena información son muy a menudo aquellos en donde la comunicación puede ser muy difícil. Ahora es posible transmitir rápidamente, vía satélite, grandes cantidades de información hidrológica, lo que ofrece excelentes oportunidades para el desarrollo y manejo eficientes y exactos del recurso agua, si se diseñan bien los sistemas y se organiza económicamente la interpretación de datos.

05. Asociada a este Seminario tenemos una exposición de los últimos aparatos disponibles para lograr estos propósitos, y aún más importante, tenemos con nosotros representantes de las organizaciones e industrias que han desarrollado estos aparatos. Espero que todos Uds. hagan extenso uso de esta excepcional oportunidad, lograda gracias a los esfuerzos combinados de CEFIGRE, ORSTOM y la Organización Meteorológica Mundial.

06. Debe felicitarse a aquellas personas que vieron la importancia de este tema para los países en desarrollo. Es hipotético que haya un gran surgimiento de entusiasmo en aquellos países que ya están bien equipados con telecomunicaciones convencionales. Pero ahora es

posible recolectar de zonas remotas, medidas de lluvia caída, caudal fluvial y niveles de agua subterránea, lo que da grandes oportunidades para el diseño y control de todo tipo de usos del agua. Además, el objetivo de un manejo completo del recurso agua se convierte en una posibilidad real donde más se lo necesita. Todos Uds. pueden imaginarse en forma inmediata las ventajas a obtenerse ; no sólo para el suministro de agua domiciliaria, sino que para los usuarios del agua, riego, potencia e industria hidroeléctrica, así como para el control de inundaciones.

07. Sin embargo, estas nuevas facilidades crean sus propios problemas. La habilidad de obtener datos de sitios remotos implica que los dispositivos de medida sean completamente confiables. Las estructuras para medir el caudal fluvial, los pozos de sondeo para medir niveles de agua, y otros trabajos de ingeniería civil, deben ser diseñados para lograr una confiabilidad permanente, cualesquiera sean las fuerzas de la naturaleza que se impongan sobre ellos. Los sensores que recolectan datos esenciales deben tener un alto grado de confiabilidad, que muy a menudo no se logra hoy en día. Esto implicará el diseño de aparatos que usen un mínimo de energía eléctrica, sin partes móviles que conduzcan a problemas mecánicos, y hechos de materiales que resistan desfavorables condiciones climáticas. Como a menudo es el caso, un nuevo e importante descubrimiento implicará un pensamiento nuevo y radical sobre los aparatos convencionales. Los problemas probablemente se resolverán, pero la dificultad es anticiparse esos problemas con bastante adelanto, de modo que pueda tener lugar un necesario desarrollo. Yo espero que esta conferencia será una importante contribución en este aspecto.

08. La experiencia ha demostrado que, teniendo la oportunidad de recibir datos hidrológicos, hay una considerable tendencia a recoger demasiado, y no necesariamente los tipos de información de más utilidad. Es muy fácil lograr una «indigestión de información». Demasiados datos pueden elevar tanto el costo de su interpretación, que nada se hace con ellos. Más aún, es importante asegurarse que solamente se recolecte la información que sea útil. Hay una considerable tendencia a recolectar gran cantidad de aquellos datos que son mas fáciles de recolectar, en vez de aquellos que son más útiles de recoger. Hay por lo tanto, gran necesidad de desarrollar métodos de toma de decisiones acerca de los sistemas de información que deben establecerse. No solo para diseñar la naturaleza de la información a recolectar, sino diseñar la organización necesaria para su recolección y el costo probable de hacerlo. Por organización entendemos el diseño del sistema, su manejo y, lo mas importante, su mantención en un alto nivel de eficiencia.

09. Es importante aclarar aquellos campos de la administración del recurso agua donde serán más necesarios los datos transmitidos vía satélite. Las aplicaciones pueden ser analizadas en dos formas distintas y complementarias. Primero, la obvia distinción a la que ya me he referido, en cuanto a la prioridad de los requerimientos de agua de áreas particulares, por ejemplo, riego o abastecimiento de agua, o generación hidroeléctrica. Segundo, al preparar los esquemas necesarios para cualquier propósito, hay tres fases para las cuales serán requeridos datos hidrológicos útiles y relevantes : (a) Planificación, (b) Diseño, y (c) Operación. La forma de los datos será algo diferente para cada uno de estos propósitos y los proveedores de dichos sistemas, tan sofisticados como estamos pensando, deben estar bien informados de los objetivos a lograr.

10. Ya me he referido a la importancia de la mantención de los equipos, pero pienso que este aspecto es muy a menudo descuidado. Es fácil olvidar que la calidad de la mantención del equipamiento depende de la calidad del potencial humano y de las organizaciones disponibles para mantenerlo. Estas cualidades dependen en última instancia de un sistema educacional que debe ser continuo en su aplicación. Organizaciones como CEFIGRE debieran ser útiles en iniciar la educación y los estudios, pero ellos deben en definitiva realizarse en las áreas en los cuales son requeridos.

Probablemente, el problema mayor que enfrentan los países en desarrollo en el campo del recurso agua es, en estos momentos, el contar con técnicos adiestrados junto con supervisores que mantengan en buen estado las modernas instalaciones hoy disponibles.

11. Todos estos factores no pueden ser satisfactoriamente solucionados sin considerar los costos envueltos. La comunicación vía satélite ofrece la oportunidad de resolver los problemas de transmisión en forma económica, pero todo el sistema de manejo de información hidrológica debe ser diseñado eficientemente para lograr todos los beneficios.

El tema que vamos a considerar es excitante y maravilloso y yo espero que las numerosas sesiones de trabajo serán totalmente fructuosas y conducirán a grandes beneficios en el futuro.

EXPOSÉ INTRODUCTIF DU PRÉSIDENT

01. C'est avec un grand plaisir que je souhaite la bienvenue aux délégués de ce séminaire, qui traite d'un thème qui me fascine particulièrement, car il démontre les possibilités des plus récentes technologies électroniques et spatiales et montre comment ces technologies, correctement appliquées peuvent être utilisées au mieux, dans les régions du monde les moins développées. J'espère que vos discussions ainsi que votre visite de l'exposition serviront au développement des ressources en eau dans les pays en voie de développement.

02. Alors que dans les pays industrialisés du monde, les moyens de communication courants, tels que les liaisons fil et les liaisons radio-électriques, sont bien établis, il existe de vastes régions dans le monde ayant un besoin urgent du développement des ressources en eau, et où ces projets sont bloqués par la difficulté même de la transmission des informations essentielles aux organisations opérationnelles. Le développement et la gestion des ressources en eau dépendent, pour leur succès, pour leur rentabilité et pour leur fiabilité, des données adéquates en hydrologie et en météorologie rassemblées sur une longue période de temps ; mais aussi pour une bonne gestion des systèmes d'eau, des données instantanément disponibles.

03. Pendant les cinquante dernières années, d'importants travaux ont été réalisés pour développer les équipements de mesure de la pluviométrie, du débit des rivières et du niveau des eaux souterraines. On a également développé les stations météorologiques pour la mesure de l'évaporation. Mais tous ces équipements sont tributaires de la qualité des communications : un regroupement rentable des informations conduirait à des interprétations utiles.

04. Les pays qui ont le plus grand besoin de bonnes informations sont justement ceux où les problèmes de communication peuvent être les plus grands, aussi la possibilité actuellement présentée de transmettre rapidement par satellite de grandes quantités d'informations hydrologiques ouvre de merveilleuses possibilités pour une gestion et un développement précis et efficace des ressources en eau, si toutefois les systèmes sont bien aménagés et si l'interprétation des données est organisée d'une façon rentable.

05. Associée à ce séminaire, nous avons une exposition des appareils les plus récents qui sont actuellement disponibles pour réaliser ces projets. Et ce qui peut être encore plus important, nous avons avec nous des représentants des organismes et des industries qui ont développé ces appareils. J'espère que chacun de vous utilisera au maximum cette occasion exceptionnelle, mise en place grâce aux efforts conjugués du CEFIGRE, de l'ORSTOM et de l'OMM.

06. Ces personnes, qui ont compris l'importance de ce sujet pour les pays en voie de développement, méritent toutes d'être félicitées. Il est peu probable que cela soulève l'enthousiasme des pays déjà bien équipés en moyens de télécommunication conventionnels ; par contre, s'il est possible de rassembler depuis des régions isolées, des mesures de pluviométrie, de débit des rivières et de niveau des eaux souterraines, de grandes chances s'offrent dans l'aménagement et le contrôle de tous les types d'utilisation de l'eau ; et dans ces endroits isolés, qui en ont le plus grand besoin, les objectifs d'une gestion intégrale des ressources en eau deviennent une réelle possibilité. Les avantages à gagner doivent apparaître évidents à chacun d'entre vous, non seulement en ce qui concerne l'alimentation en eau à usage domestique, mais aussi en ce qui concerne les utilisateurs d'eau : l'irrigation, les centrales hydro-électriques et l'industrie, et également en ce qui concerne le contrôle des crues.

07. Néanmoins, ces facilités nouvelles créent leurs propres problèmes. La capacité d'obtenir des observations dans les régions isolées implique la fiabilité absolue des appareils de mesure. Les dispositifs aménagés pour mesurer le débit des rivières, les forages pour mesurer les niveaux d'eau, et tous autres travaux de génie civil, doivent être conçus pour apporter une fiabilité constante quelles que soient les forces que la nature puisse exercer sur eux. Les capteurs recueillant les informations brutes doivent avoir un degré de fiabilité rarement atteint jusqu'à présent. Ceci implique la conception d'appareillages utilisant un minimum d'énergie électrique, sans éléments mobiles susceptibles d'entraîner des problèmes mécaniques, et fabriqués dans des matériaux résistant à des conditions météorologiques défavorables. Comme c'est souvent le cas, une découverte de grande importance impliquera une conception radicalement nouvelle des équipements conventionnels. Ces problèmes seront vraisemblablement résolus, mais la difficulté est d'anticiper bien à l'avance pour que les développements nécessaires puissent être mis en œuvre. J'espère que cette conférence apportera largement sa contribution à cet aspect du thème.

08. L'expérience a montré que si l'on a la possibilité de recevoir des données hydrologiques, il y a une très grande tendance à en rassembler trop et pas obligatoirement celles qui seront les plus utiles. Il est très facile d'arriver à une « indigestion d'informations ». Trop de données peuvent tellement élever le coût de leur interprétation, qu'elles restent inutilisées. Je dirai même plus, il est important de s'assurer que seules les informations utiles seront rassemblées. Il y a une forte tendance à amasser en grandes quantités les informations les plus faciles à recueillir. Il existe donc un besoin urgent de développer des méthodes pour décider quels systèmes d'informations devront être mis en place, non seulement pour délimiter la nature de l'information à recueillir, mais également pour définir l'organisation nécessaire à sa collecte, ainsi que le coût probable de cette opération. Par organisation, nous entendons l'aménagement du système, sa gestion, et, le plus important, son entretien à un haut niveau d'efficacité.

09. Peut-être serait-il bon également d'être clair sur les domaines de la gestion des ressources en eau, qui auront besoin des informations transmises par satellites. Les applications peuvent être analysées de deux façons distinctes et complémentaires. En premier lieu, la distinction évidente à laquelle référence a déjà été faite, sur les priorités des besoins en eau dans des zones spécifiques, par exemple, l'irrigation ou l'alimentation en eau, ou la production du courant électrique. Ensuite, en préparant les projets dans quelque but que ce soit, il y a trois phases pour lesquelles des données utiles et d'un rapport direct seront

exigées : (a) planification, (b) élaboration, (c) fonctionnement. La forme des données diffèrera quelque peu pour chacun des objectifs, et les fournisseurs de systèmes aussi sophistiqués que ceux que nous observons devront être instruits des objectifs à atteindre.

10. Je me suis déjà référé à l'importance de l'entretien des équipements, mais je pense que cet aspect est trop souvent négligé. Il est facile d'oublier que la qualité de l'entretien des équipements dépend de la qualité de la main-d'œuvre et de celle de l'organisme à disposition pour ce service. Ces qualités dépendent finalement d'un système de formation qui doit être appliqué de façon continue. Les organismes comme le CEFIGRE devraient servir à donner cette impulsion à la formation et aux études, mais celles-là doivent être finalement mises en œuvre dans les endroits mêmes où elles sont nécessaires.

Probablement, le plus grand problème auquel les pays en voie de développement doivent faire face actuellement, dans le domaine du développement des ressources en eau, est le contingent de techniciens spécialisés, ainsi que de personnel d'encadrement, pour maintenir en bon état les possibilités modernes des ressources en eau actuellement offertes.

11. Sans considération préalable des coûts envisagés, aucun de ces facteurs ne peut être mis en place de manière satisfaisante.

La communication par satellite offre la possibilité de résoudre les problèmes de transmission d'une manière économique, mais le système entier de la gestion de l'information hydrologique doit être aménagé d'une manière efficace afin d'obtenir les meilleurs effets. Le sujet que nous allons aborder est passionnant et merveilleux et j'espère que les différentes sessions de travail réussiront pleinement et conduiront à de grands bénéfices futurs.



DOCUMENT 0.2.

**ALLOCUTION DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL
DE L'ORSTOM**

Michel GLEIZES

*Secrétaire Général
ORSTOM
Paris, FRANCE*



F 3 082

01. Je suis heureux, au nom du Directeur Général de l'ORSTOM, retenu à Paris par des obligations impératives, et qui m'a prié d'exprimer ses regrets, de participer à l'ouverture de ce séminaire sur la télétransmission des données hydrologiques par satellite. Je voudrais souligner toute l'importance que notre Office attache à la mise en œuvre des techniques de pointe dans tous les domaines d'activité scientifique qui lui sont propres. Ceux d'entre vous qui connaissent l'ORSTOM savent quelle en est la variété : sciences de la terre, sciences de la vie, sciences de l'homme. Dans cet éventail, l'hydrologie a toujours tenu une place importante. La spécificité de cette discipline, où l'observation de phénomènes variables dans le temps est à l'origine de toute réflexion, pousse les hydrologues à rechercher des techniques de plus en plus efficaces pour assurer le continu de cette observation, puis l'acquisition, le stockage et le traitement des données qui en découle.

02. Outre cela, la vocation propre de l'ORSTOM le pousse, dans tous les domaines qui sont de sa compétence, à prêter son concours aux pays de formation récente afin de contribuer, bien modestement, à leur développement scientifique et technique. L'inventaire des ressources naturelles fait partie de ces préoccupations, et parmi elles, l'eau tient une place prépondérante. La maintenance et l'exploitation de réseaux d'observations hydrologiques dans les pays tropicaux, souvent peu peuplés, ayant des voies d'accès difficiles et des moyens financiers limités, a toujours été le souci constant de nos hydrologues, et c'est ce qui les incite aujourd'hui à s'associer aux efforts de leurs collègues du monde entier pour utiliser à ces fins la technologie puissante et prometteuse de la télétransmission par satellite.

03. La Direction Générale de l'ORSTOM se félicite de ce que leurs travaux leur aient permis de participer, avec nos amis du CEFIGRE, à la mise sur pied de ce séminaire sous le patronage de l'OMM, séminaire auquel je souhaite tout le succès que mérite un tel sujet. Mais il est visible que ce succès est assuré à voir le nombre, la qualification et la diversité des participants.



DOCUMENT 0.3.

COMPTE RENDU DE LA SÉANCE INAUGURALE

(première partie de la matinée du mardi 29 mai 1979)

d'après les notes de séance
de Janina FORKASIEWICZ
et de Marc LAKHDARI

Chargés de Mission au CEFIGRE

PRÉSENTATION DU BUREAU ET EXPOSÉ INTRODUCTIF DU PRÉSIDENT

01. La séance est ouverte par le Président Sir Norman ROWNTREE qui présente les animateurs de cette première réunion :

- MM. Marcel ROCHE, Co-Président du séminaire, Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM, Wulf KLOHN, Fonctionnaire scientifique à l'OMM ;
- M. Michel GLEIZES, Secrétaire Général de l'ORSTOM ;
- M. Pierre Frédéric TENIERE BUCHOT, Directeur de la Formation du CEFIGRE.

02. En souhaitant la bienvenue aux participants, le Président présente les excuses des personnalités empêchées et notamment celles de :

- Monsieur le Ministre Lamine KEITA, Ministre du Développement Industriel et du Tourisme au Mali qui s'est fait représenter par Monsieur Jean-Pierre LAMAGAT, Conseiller Technique au Ministère du Développement Industriel et du Tourisme ;
- M. Mayaou GAGARA, Directeur du Comité Interafricain d'Études Hydrauliques à Ouagadougou (Haute-Volta) ;
- M. Sarhouat FAHMI, Project Supervisor General, Ministry of Irrigation, UN Project for Water Master Plan, Cairo (Egypt) ;
- M. RIBEIRO DOS ANJOS, Assesor Hidrologo-Departamento de Geracao Centrais Eletricas Brasileiras, ELECTROBRAS, Rio de Janeiro (Brasil) ;
- M. SAKHO, Directeur de l'Infrastructure, Office de la Mise en Valeur de la Vallée du Fleuve Sénégal, Dakar (Sénégal) ;

dont on trouvera, pour certains d'entre eux, les communications qu'ils ont pris le soin de faire parvenir aux organisateurs.

ALLOCUTION DU REPRÉSENTANT DE L'OMM

03. Après avoir présenté son exposé introductif (cf. Document 1.1.), le Président cède la parole au Représentant de l'Organisation Météorologique Mondiale, M. KLOHN.

04.. Monsieur KLOHN présente la bienvenue aux participants de ce séminaire organisé par le CEFIGRE et l'ORSTOM, et auquel l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) a apporté son soutien financier, attestant ainsi l'intérêt que l'OMM n'a pas cessé de témoigner aux programmes spatiaux pacifiques depuis leurs débuts.

Il est d'ailleurs bien connu que les satellites et les stations de réception sont utilisés pour prévoir le temps et qu'ils jouent ainsi un rôle dans l'amélioration de la sécurité des transports, et dans la prévention des effets néfastes des calamités météorologiques. Leur vitesse de fonctionnement ainsi que leur fiabilité augmentant, les satellites de télécommunication autorisent maintenant la détermination des conditions atmosphériques à l'échelle mondiale. Une autre application est la transmission des données. Elle est bien entendu d'un intérêt évident pour le perfectionnement du système de communication global qui est à la base du système de collection des données météorologiques.

05. La réalisation de ces projets, concrétisée par les satellites, tels Météosat, Tiros N et GOES, ouvre la voie à une application qui découle des précédentes, celle de la collecte des données hydrologiques.

La technologie de collecte des données sur plateforme, et pour des fins hydrologiques, a été éprouvée et s'est déjà développée dans les pays industrialisés. Un des buts de l'OMM est de rendre cette technologie avancée, efficace et peu onéreuse, disponible pour les pays en voie de développement afin de collecter les données, notamment celles qui permettent la prévision des inondations et la gestion des ressources en eau. D'une façon assez inattendue, des difficultés dont il sera débattu plus tard, ont été rencontrées.

06. Ces raisons, qui peuvent en partie s'expliquer par la carence d'échanges de vues entre concepteurs, constructeurs et utilisateurs, ont conduit l'OMM à patronner le séminaire, lequel, assure l'orateur, devrait permettre d'éclaircir de nombreux points et faciliter la mise à disposition de la technologie spatiale existante au bénéfice des pays en voie de développement.

ALLOCUTIONS DES REPRÉSENTANTS DE L'ORSTOM ET DU CEFIGRE

07. A la tribune, lui succède M. GLEIZES qui transmet à l'assistance les vœux de succès du Directeur de l'ORSTOM empêché (cf Document 1.2.).

08. A son tour, M. TENIERE BUCHOT, qui s'exprime également au nom de M. VALIRON, Administrateur Délégué Chargé de la Direction Générale du CEFIGRE, souhaite la bienvenue aux participants et remercie tous ceux qui ont contribué à l'organisation de cette manifestation et tout particulièrement les organisateurs à l'ORSTOM : MM. ROCHE, CALLEDE et CRUETTE, et au CEFIGRE : MM. MOLINARI et PFISTER.

09. L'orateur, qui exprime le point de vue de la Direction du CEFIGRE, rappelle le but principal de ce séminaire qui réside dans la *confrontation entre une certaine offre et une certaine demande* :

«... ici, l'offre est une technique très sophistiquée ; quant à la demande, elle est très particulière puisque l'on doit surtout considérer celle des pays en voie de développement.»

Le séminaire vise donc les objectifs suivants :

- (1) améliorer la gestion des eaux en rendant disponibles un certain nombre de données ; à ce propos, M. TENIERE BUCHOT rappelle le Séminaire sur la Gestion des Données Utiles à la Politique de l'Eau, au cours duquel il avait été souligné que la télétransmission constituait un moyen important d'améliorer la gestion et devait être retenue comme thème d'un futur séminaire.
- (2) définir les moyens de parvenir le plus efficacement aux objectifs fixés :
 - information adaptée aux buts par la publication des documents utiles,
 - formation : le CEFIGRE peut organiser des stages et des cours ainsi que des séminaires dont on conviendra qu'ils ont un impact pratique moindre,
 - études appliquées réalisées par des praticiens venant de pays en voie de développement.

10. Le Directeur de la Formation au CEFIGRE signale ensuite des obstacles que l'on devrait s'efforcer de contourner pendant ce séminaire :

— «il serait dommage de sombrer dans une discussion sur les technologies des appareils ; il faut savoir à quoi sert une technologie et non de quoi elle est constituée».

- «ne pas oublier l'aspect de la gestion, l'efficacité, le délai pour obtenir l'information, les critères économiques (coût, y a-t-il un marché potentiel, etc.)».
- «ne pas oublier non plus le contexte dans lequel ces techniques seront appliquées (prendre notamment en considération l'incidence que l'introduction de la télétransmission peut avoir sur le développement technique dans les pays en voie de développement)».

Pour clore son commentaire, M. TENIERE BUCHOT souhaite le plein succès à ce séminaire qui devrait aboutir à la formulation, à l'adresse du CEFIGRE, de recommandations d'actions de formation et de recherches.



1. PREMIÈRE SÉANCE ATELIER

OBJECTIFS ET PRINCIPES

DE LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE

(seconde partie de la matinée du mardi 29 mai 1979)

Rapporteur : **M. Marcel ROCHE**
Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM

Co-Rapporteurs : **M. Georges FERRAND**
Chef du Segment Sol METEOSAT à l'ESA
M. Michel TAILLADE-CARRIERE
Chef du Service ARGOS au CNES

SOMMAIRE

(a) RAPPORT INTRODUCTIF

Document 1.1.

Objectifs et principes de la télétransmission par satellite. Rapport introductif
. **Marcel ROCHE**

(b) COMMUNICATIONS

Document 1.2.

Satellite data collection systems. Hydrological application.
. **Michel TAILLADE-CARRIERE**

Document 1.3.

Le système Météosat. Mission collecte de données **Georges FERRAND**

(c) COMPTE RENDU

Document 1.4.

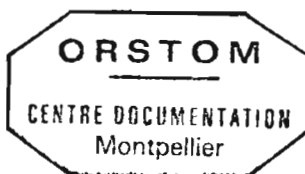
Compte rendu de la première séance atelier
. *d'après les notes de séance de Janina FORKASIEWICZ et de Marc LAKHDARI*

DOCUMENT 1.1.

**OBJECTIFS ET PRINCIPES
DE LA TELETRANSMISSION PAR SATELLITE
RAPPORT INTRODUCTIF**

Marcel ROCHE

*Chef du Service Hydrologique
Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer
Paris, FRANCE*



F 32 83

RELATION OUTIL-OBJECTIF

01. Le choix des relations outil-objectif est toujours dominé par une alternative :
- l'objectif développe des besoins qui se traduisent par la création d'un outil précédée ou non par une phase de recherche ;
 - une phase de recherche a priori aboutit à la création d'un outil et on cherche à quoi il pourrait bien servir (champ d'application d'une recherche préexistante).

02. La première branche de l'alternative se rapporte plutôt à un objectif relativement complexe et suffisamment important pour que cela vaille la peine de développer une recherche méthodologique et/ou technologique. Les composants de l'outil sont alors en général assez simples. En s'en tenant au domaine de l'eau, c'est le cas par exemple de la mise au point de protocoles de mesure (prélèvements et laboratoire) pour la connaissance de la qualité chimique de l'eau ; toute l'action de recherche est axée vers un objectif fixe et parfaitement défini (nature des ions à doser, souci de prélever des échantillons représentatifs).

03. La seconde branche présente une recherche à caractère fondamental ou appliqué, qui s'attachait à résoudre un problème très général, n'ayant pas forcément un but pratique, et en tout cas ne se rapportant pas à une préoccupation immédiate. Elle peut aussi représenter des conséquences non attendues d'une recherche, un prolongement des possibilités d'un outil créé pour d'autres objectifs.

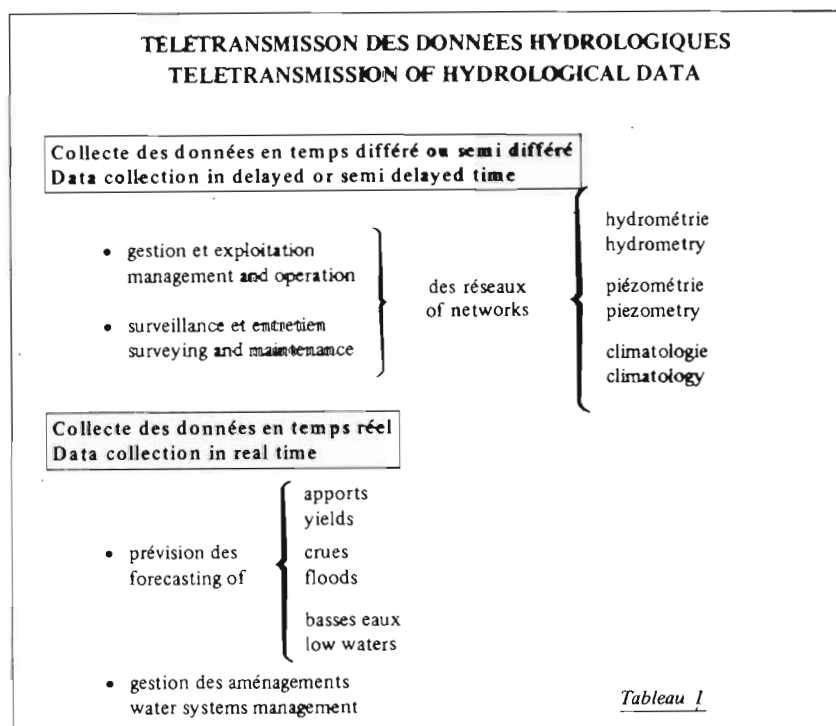
Il s'agit la plupart du temps de techniques avancées, souvent lourdes en apparence, qu'il ne serait pas venu à l'idée de mettre au point pour l'objectif auquel on essaye présentement de les appliquer. C'est bien évidemment le cas de la télétransmission des données hydrologiques par satellite.

DEFINITION DES OBJECTIFS

04. En fait, dans notre cas, la démarche est double en ce sens que, en énumérant les objectifs, qui sont réels et bien «sentis» des utilisateurs, on a déjà une idée sur les possibilités de l'outil dans le domaine d'application où on veut l'utiliser.

La définition des objectifs est donnée clairement dans une communication présentée par M. GAGARA et qui sera discutée en détail sous le thème 3 : «Problème des utilisateurs». L'auteur a lié directement les objectifs aux possibilités de l'outil.

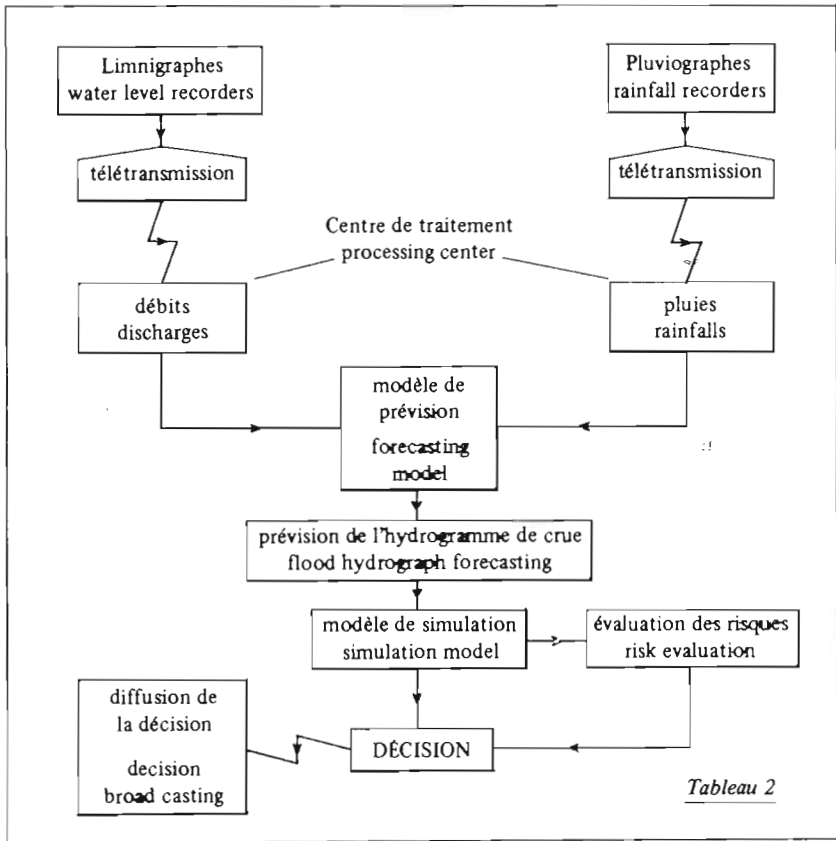
05. Ce qui frappe en premier, dans les performances de la télétransmission, c'est en effet la possibilité d'acquisition des données en temps réel (cf. Tableau 1), qui permet de procéder très rapidement à une élaboration des calculs de prévision, et d'aboutir en temps utile aux prises de décision permettant une gestion optimale des aménagements. On peut passer alors à une chaîne complète, partiellement ou totalement automatisée ; soit, pour donner un exemple concret, un schéma d'élaboration et de prise de décision pour la manœuvre d'un barrage en présence d'une crue ou d'une menace de crue (cf. Tableau 2).



06. Mais l'intérêt de la télétransmission ne réside pas uniquement dans le temps réel. Lorsque les pays sont vastes et peu peuplés, les accès difficiles, longs et a fortiori coûteux, recevoir « à domicile » les hauteurs d'eau d'une rivière, les pluies enregistrées à un pluviographe, constitue un avantage indéniable. Une critique, ou même un simple constat, des données transmises (ou leur absence de transmission) fournit le meilleur moyen de surveiller un réseau ; dans les systèmes actuellement opérationnels dans le monde, et je pense notamment au Grand Nord canadien, cette fonction de surveillance est même le rôle essentiel dévolu à la télétransmission. Elle permet d'intervenir à bon escient et de valoriser des déplacements qui coûtent fort cher. Ce besoin a été souvent perçu par les responsables compétents des pays en développement et M. GAGARA ne manque pas de le signaler.

07. Dans le strict sujet de ce séminaire, il faut exprimer très clairement les critères pouvant guider le choix du système de collecte des données hydro-météorologiques. Pour chaque application spécifique, la prise en considération de ces critères devrait permettre d'évaluer comment, parmi l'ensemble des solutions possibles constituant la stratégie, se place la tactique télétransmission par satellite. Comme l'indique le Tableau 3, ces critères se basent sur les aspects

- technologique,
- réglementaire,
- financier.



TECHNOLOGIE TECHNOLOGY	• capteurs sensors • plateforme (ou balise) data collection platform (DCP) • satellite satellite • récepteur au sol receiving station • SYSTÈME SYSTEM
REGLEMENTATION REGULATION <i>international regional</i>	• accessibilité au satellite access to satellite • réception des balises DCP acceptance
ASPECT FINANCIER FINANCIAL ASPECT	

Tableau 3

08. Bien entendu, la seule analyse de l'instrumentation «satellite» ne suffit pas pour effectuer un choix ; il faut, au moins en théorie, explorer les autres tactiques (ou solutions). Néanmoins, cette exploration peut être grandement simplifiée si des ensembles de sous-systèmes ont déjà été étudiés. Exemples :

- coût et fiabilité d'un ensemble limigraphe-balise-antenne, y compris ses interfaces,
- coût d'une station de réception assortie d'un mini-processeur pour le traitement des données et la production de la prévision,
- coût d'achat et d'installation d'un relais VHF dans les conditions du pays (pour télétransmission au sol),
- estimation des frais récurrents pour tel système d'acquisition.

09. Une préanalyse peut montrer, dans des conditions locales et pour des contraintes de besoins données, une disparité telle dans les avantages, notamment en fiabilité et en coût, de telle solution sur telle autre, que le résultat puisse être considéré comme acquis et transposable. Ce peut être, par exemple, l'affirmation (je ne dis pas qu'elle soit exacte) :

- Dans un bassin de plus de 100 000 km² aux voies d'accès difficiles et au réseau de télécommunications publiques douteux, la fiabilité de télétransmission radio au sol n'est que de 80 % contre près de 100 % pour la solution satellite (compte tenu des difficultés d'entretien).

10. Les systèmes, leur analyse et les conclusions qu'on peut en tirer ne sont pas figés. Ils peuvent évoluer avec :

- les progrès technologiques intrinsèques (non dus à l'application de la technique à notre problème),
- les progrès technologiques dus à la concertation des fabricants des divers matériels entre eux et avec les utilisateurs,
- la conception et l'intégration des systèmes,
- l'évolution des besoins qui ont un impact direct sur la rentabilisation des systèmes.

Ces éléments ne sont pas indépendants et l'effet de leur interaction est capital. Même si cet effet n'est pas toujours numériquement évaluable, il est important de s'en faire au moins une idée qualitative.

ASPECT TECHNOLOGIQUE

11. L'aspect technologique concerne le détail des matériels utilisés aux diverses étapes de fonctionnement du système. Ces matériels sont actuellement d'origine variée et doivent faire appel à des interfaces pour s'insérer dans la chaîne d'acquisition et éventuellement de traitement des données. L'élaboration des interfaces et leur coût dépend en partie du degré de compatibilité des organes entre eux. Il est probable qu'un ensemble de matériel conçu de façon homogène et donc entièrement compatible à la fabrication, devrait être plus fiable et revenir moins cher, à condition toutefois que les débouchés soient suffisants.

12. Au début de la chaîne est le capteur dont le rôle est de mesurer directement une variable liée au phénomène étudié en une grandeur fonction de cette variable, et de la transmettre éventuellement à un enregistreur, ou à un acquiesseur de données, et/ou un

système de télétransmission. Les deux capteurs les plus importants dans le sujet qui nous occupe sont le limnigraphe et le pluviographe.

(a) Le premier est destiné à repérer le niveau de l'eau dans une rivière, un lac ou toute autre surface d'eau libre et à transmettre l'indication

- à un enregistreur à papier,
- à un codeur permettant de la transmettre soit à un enregistreur magnétique ou à bande perforée, soit à un organe de télétransmission.

Le limnigraphe peut être soit à pression, soit à flotteur. La nature du système de repérage et sa réalisation importent peu au système de télétransmission ; par contre, elles peuvent avoir une importance plus ou moins grande sur la précision, la fiabilité, le coût d'achat et d'entretien de la station de mesure.

(b) Le second mesure en continu le volume de pluie capté par une ouverture qu'on appelle surface de réception. Comment ce volume et sa modulation dans le temps sont reliés au phénomène pluie ? C'est un problème qui ne concerne pas ce séminaire. Suivant les types d'appareil, la variation du volume de pluie recueilli se mesure comme une hauteur d'eau, ou par un comptage de volumes élémentaires, auquel cas la donnée du capteur est initialement sous forme digitale.

Tout capteur destiné à la télétransmission doit être assorti d'un codeur dont le rôle est de changer la forme et, la plupart du temps, la nature du signal pour les rendre compatibles avec la forme et la nature de l'élément mesuré, et joue souvent le rôle d'un convertisseur analogique-digital.

13. Dans le cas de la télétransmission par satellite, l'organe de télétransmission est une « balise » ou plateforme qui comporte :

- un émetteur UHF travaillant quasi généralement dans la bande de fréquence des 402 MHz ;
- une horloge pour le déclenchement des émissions ;
- une antenne appropriée au système de transmission.

Entre l'émetteur et le codeur, un interface, qui est souvent et qui devrait toujours être incorporé à la plateforme, assure la compatibilité électronique entre la sortie codeur et l'entrée émetteur. Il peut comporter un microprocesseur et des mémoires.

14. Le satellite peut être soit géostationnaire, c'est-à-dire apparemment fixe dans le ciel pour un observateur terrestre, soit orbital, c'est-à-dire tournant autour de la Terre suivant une orbite elliptique.

Chaque type de satellite pose des problèmes particuliers dont les représentants des agences spatiales voudront bien nous entretenir. Chacun a ses avantages et ses inconvénients ; j'espère que la discussion générale qui suivra les exposés pourra les dégager.

15. Les stations de réception au sol ont une importance notable dans le choix du système. Suivant les besoins réels de l'utilisateur, notamment s'il désire ou non de la collecte en temps réel, dans l'immédiat, de l'ordre de la minute ou de l'heure, on peut souhaiter une maîtrise plus ou moins complète de la réception. La maîtrise totale est donnée par une station individuelle intégrée au projet, qui permet de s'abstraire de tout circuit de télécommunication extérieur ; de plus, ces stations sont pourvues de miniprocesseurs qu'on peut peut-être utiliser pour un traitement au moins partiel des données reçues et peut-être même pour aller plus loin.

ASPECT REGLEMENTAIRE

16. Certaines réglementations doivent être mises en œuvre dans toute utilisation de télétransmission par satellite. Elles sont de deux types :

- Réglementation de l'accessibilité au satellite : autorisation, conditions d'admission, ou liberté d'accès, etc. C'est un point qui peut être réglé dans chaque cas en s'adressant aux agences spatiales.
- Réception des balises. Les fabricants ont tout intérêt à faire accepter leurs plateformes par les propriétaires de satellites, ce qui leur permet de garantir aux clients la conformité du matériel ; il s'agit notamment de reconnaître la compatibilité des éléments du système entre eux et avec le satellite.

ASPECT FINANCIER

17. Il faut enfin que les matériels ne coûtent pas trop cher ; ce sera notre dernier critère de choix mais non le moindre. Ce contrôle du prix s'exerce bien entendu à tous les niveaux de la chaîne d'acquisition des données, du capteur à la station de réception et aux centres de calculs. C'est à chacun de ces niveaux qu'un effort doit être fait pour réduire les coûts. S'il s'agit de comparer des systèmes entre eux, le choix n'est pas très difficile dans la mesure où les prix des matériels et de leur installation sont connus ; encore faut-il ne pas oublier les charges récurrentes, dont les frais d'entretien, et d'effectuer les comparaisons à service rendu et à fiabilité égaux.

Par contre, s'il s'agit de définir l'intérêt de mettre en place un système de télétransmission compte tenu des besoins, en prévision par exemple, il faudrait en toute rigueur estimer le gain d'exploitation par rapport aux dépenses supplémentaires consenties pour l'établissement de ce système. Et c'est bien à ce niveau que se déroule le vrai débat et que réside la vraie difficulté.

CONCLUSION

18. Dans la mesure où un degré de fiabilité acceptable est d'ores et déjà atteint, et l'expérience montre qu'il l'est ; dans la mesure où les prix des éléments composants permettent de constituer des ensembles dont le prix n'est pas prohibitif, et même dans certains cas compétitifs avec des systèmes connus et généralement moins fiables, et je pense qu'ils le sont ; il faut rechercher les marchés potentiels qui permettront :

- d'abaisser les prix de fabrication par augmentation des séries ;
- d'inciter les constructeurs à entreprendre ou pousser les études qui permettront de mieux adapter le matériel aux objectifs et donc d'abaisser encore le prix de revient.

19. Notre séminaire devrait se pencher sur ces problèmes et tenter, par les échanges et les dialogues qu'il rend possible, de dégager des idées directrices en la matière. L'idée majeure est la suivante :

- Il y a des gens qui disposent d'une technique et qui savent fabriquer des matériels. Ils pourraient améliorer cette technique et ces matériels et les mettre

en œuvre à plus bas prix. Mais cela n'est possible que s'ils ont une garantie raisonnable de marché existant ou potentiel.

- Un abaissement des coûts peut, notamment dans certains cas, être obtenu en spécialisant davantage les matériels. Mais il faut pouvoir le faire sans sortir de la série, donc avec un marché d'une ampleur suffisante.
- Il y a d'autres gens qui ont des problèmes de collecte de données en temps réel, notamment pour la gestion des aménagements d'eau, de surveillance et d'exploitation de réseaux hydrométéorologiques. Ils ne connaissent pas forcément tous les avantages qu'ils peuvent tirer de la télétransmission par satellite ; ils sont peut-être parfois effrayés par les coûts de ces techniques qu'ils pensent a priori exorbitants, alors qu'une analyse objective montrera peut-être, pour leur cas précis, que cette solution est la plus économique.

La première chose était, semble-t-il, de faire se rencontrer les différentes parties intéressées. C'est ce que les organisateurs de ce séminaire tentent de faire aujourd'hui.

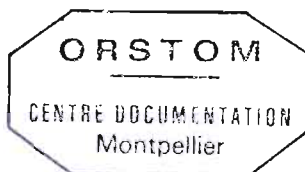


DOCUMENT 1.2.

**SATELLITE DATA COLLECTION SYSTEMS
HYDROLOGICAL APPLICATION**

Michel TAILLADE-CARRIÈRE

*Head of Service ARGOS
Centre National d'Études Spatiales
Toulouse, FRANCE*



F3284

SUMMARY

In the first section, after a rapid definition of data collection by satellite, the author reviews the principal systems created since 1971 and compares the two types, geosynchronous and low polar orbit.

The second portion of the document concerns the application of these systems to hydrology. Using programs in the United States as an example, the author presents the different kinds of needs and the measures taken ; he lists the principal technical elements necessary to compare, in these data collection sites, the possibilities offered by each of the two satellite systems.

Finally by looking at two large North American users, the author demonstrates research and applications already developed in Canada and the U.S.A. for use in hydrology of data collection by satellite.

RÉSUMÉ

Dans une première partie, après une rapide définition de la collecte de données par satellite, l'auteur passe en revue les systèmes réalisés depuis 1971, puis fait une comparaison entre les deux principaux, c'est-à-dire les systèmes géostationnaires et ceux à orbite basse.

La deuxième partie du document traite de l'application de ces systèmes à l'hydrologie. S'appuyant sur l'exemple des États-Unis, l'auteur introduit les différents types de besoins et les mesures effectuées ; il fournit les principaux éléments techniques nécessaires pour juger, sur des exemples de stations de mesures, des possibilités de l'un ou l'autre des deux systèmes.

Enfin, à partir des exemples de deux grands utilisateurs Nord Américains, l'auteur montre les recherches et les applications déjà réalisées dans ces pays pour l'utilisation en hydrologie des systèmes de collecte de données par satellite.

1. DATA COLLECTION DESCRIPTION

In a satellite data collection system, parameters such as temperature, pressure or other variables are sensed at the platform (in situ or direct sensing) and the data encoded, formatted and transmitted to processing facilities via a satellite communications link.

Satellite data collection can be described by several characteristics :

- the technique is used to monitor unattended sensory platforms via telecommunications,
- in situ data is collected data rather than remotely sensed data of the type obtained from radiometers or multispectral scanners,
- the systems employ large quantities (hundreds...) of low cost (\$ 5,000) platforms,
- the platform message durations are short (32 to 1000 bits),
- position location can be accomplished by the measurement of Doppler effect or the measurement of range,
- the systems are compatible with both low and geostationary orbits ; thus possibly offering near real time or real time data as needed.

Many of the applications involve both the tracking of moving platforms (weather balloons, buoys, ice islands, wild animals) as well as the collection of data from fixed sites (moored buoys, water survey stations, volcano surveillance stations...).

In operation, data is relayed from the remote platforms to a satellite either randomly or upon interrogation command.

Data can be stored aboard the satellite for readout over a central receiving site or can be relayed directly to a control processing facility or to a local regional user terminal. Once data is received on the ground, information is formatted and disseminated to users. In the case of position location, the coordinates are computed and disseminated to the user along with the collected sensory information.

2. REVIEW OF EARLY AND PRESENT SYSTEMS

2.1. VARIOUS DATA COLLECTION SYSTEMS

Several systems and techniques have been developed and tested, and others are planned for future launch. Figure 2.1. shows a decision tree for distinguishing various data collection systems.

2.2. INTERROGATION, RECORDING AND LOCATION SYSTEM (IRLS)

The major elements of the system (figure 2.2.) are :

- a central ground processing facility
- a satellite carrying receiving equipment
- the remote platforms

In operation unique addresses or codes identifying the platforms were programmed into the satellite from a ground acquisition facility at the beginning of each orbit.

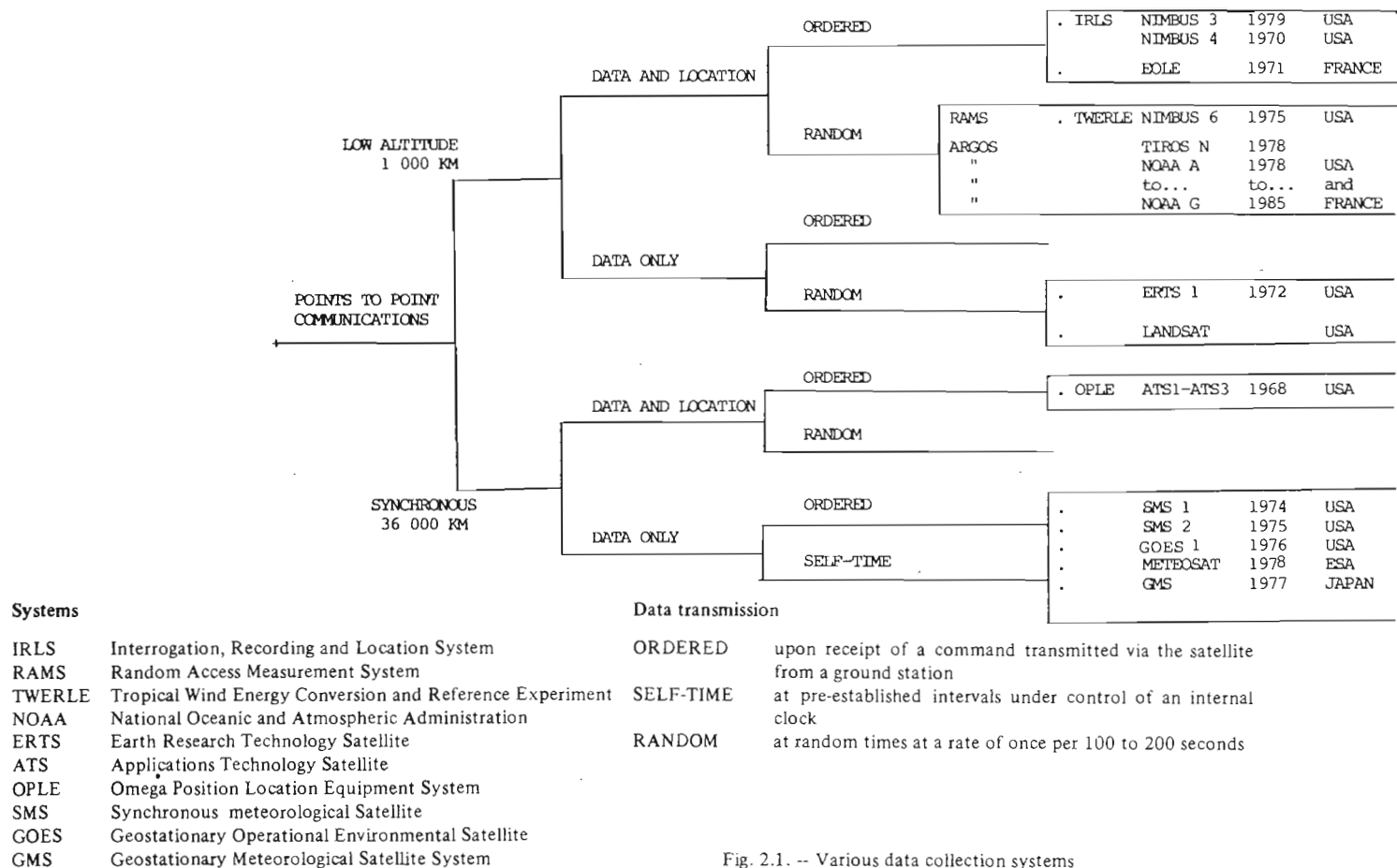


Fig. 2.1. -- Various data collection systems

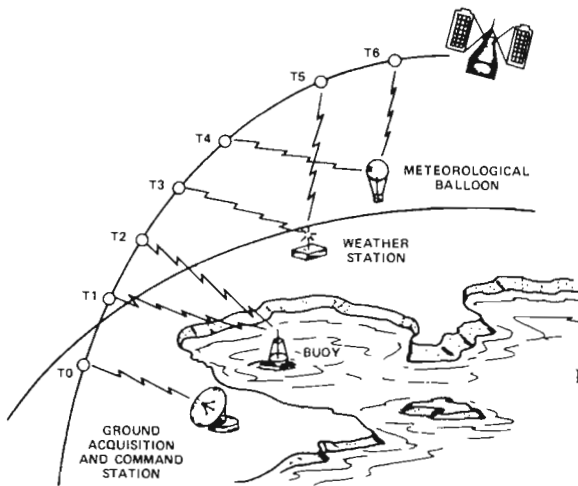


Fig. 2.2. - IRLS Concept
 USA Nimbus 3 1969
 Nimbus 4 1970
 FRANCE Eole 1971-1974
 (Ref. 5)

As orbital time elapsed the platforms were interrogated at predetermined times and the received data was stored aboard the satellite for retransmission to the ground facility at the end of each orbit. Position location was accomplished by a ranging technique with a minimum of two interrogations or range measurements required for each platform.

The IRLS was the first global satellite system that demonstrated the worldwide capabilities of satellite data collection. The IRLS and EOLE were ordered system that utilized *receivers on the platform* to initiate the platform transmission to the satellites. This resulted in substantial cost, size and power consumption requirements for these platforms.

2.3. RANDOM ACCESS DATA SYSTEM

The data collection system developed for the Landsat satellite series was the first random access system. In this system, platforms transmit their sensory information to the satellite randomly. The short duration transmission initiated by platform timers allows multiple platforms to be serviced (capacity for 2000 platforms simultaneously in the satellite field of view with a 95 % probability of data collection from each platform). The Landsat DCS uses an UHF uplink from platforms to the satellite while the data received by the satellite is retransmitted immediately on a S band downlink to the ground terminal.

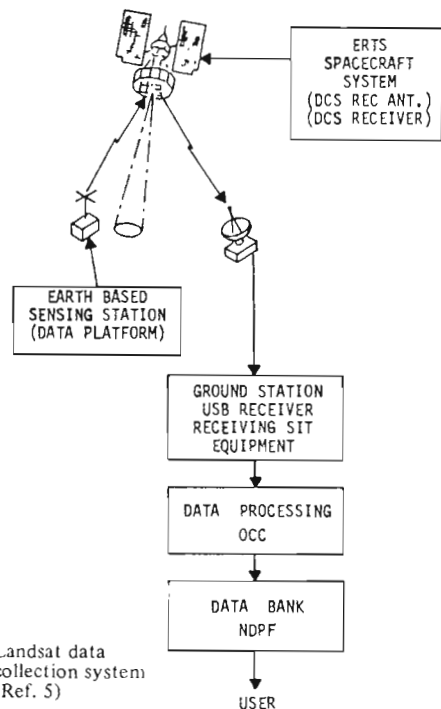


Fig. 2.3. - Landsat data collection system
 (Ref. 5)

2.4. RANDOM ACCESS DATA COLLECTION AND LOCATION SYSTEM

«RAMS» system using the multiple access technique was developed to support the Tropical Wind Energy conversion and Reference Level Experiment (Meteorological Experiment with approximately 400 balloons). RAMS carried by the Nimbus F satellite was launched in 1975 and is still in operation. RAMS permits global scale experiments to be performed utilizing low cost, simple data collection platform equipment.

The platforms transmit a one-second message to the satellite at random times at the rate of once per minute.

The satellite records a Doppler frequency measurement and a time tag and formats the received data. This information is stored aboard the satellite for readout over the Fairbanks, Alaska, ground station and transmission for processing.

The position location coordinates of each platform are computed and the data is transmitted to investigators.

Another application, as shown in fig. 2.4., used the OMEGA system to derive vertical profiles. The Carrier Balloon System (tested in 1975) involved large balloons carrying dropsondes commanded via SMS satellite.

As the sondes were released, they received and relayed the OMEGA signals to the large balloon for retransmission to a processing center via SMS satellite (geosynchronous).

The phase measurements derived from the sondes during descent were used to compute the vertical wind profile from 20 mb levels to the surface.

The position of large balloons were known using RAMS/Nimbus F low altitude satellite.

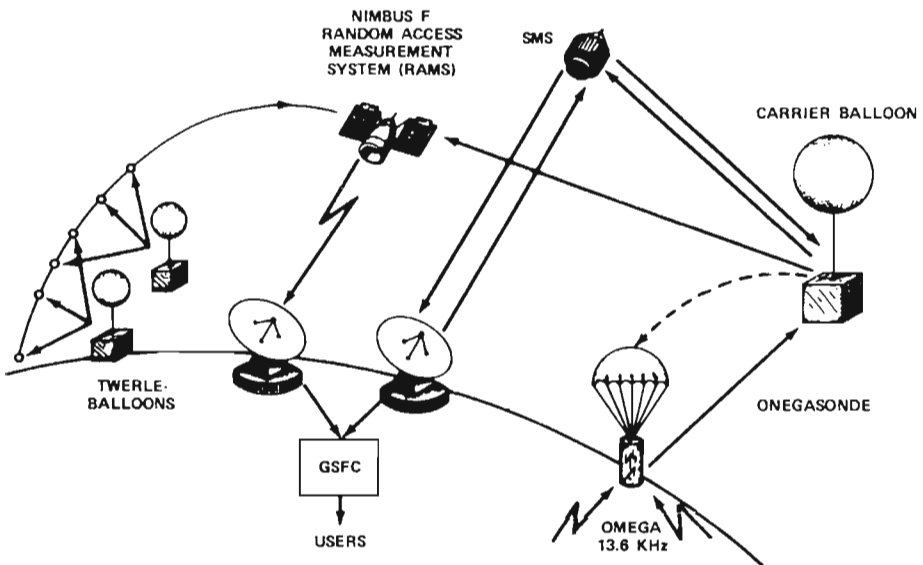


Fig. 2.4. – Nimbus F. RAMS System (Ref. 5)

2.5. ORDERED SYSTEM WITH SELF TIME CAPABILITY

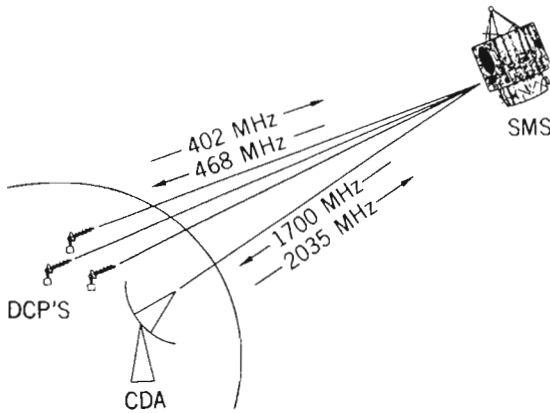


Fig. 2.5. SMS System (Ref. 5)

A self-timed capability allows transmissions at pre-established intervals under control of an internal clock (self-timed DCPs).

The system has a UHF platform to the satellite link and data is received at the ground through an S band downlink. The system is intended for non-moving applications and can handle 10,000 platforms.

The SMS data collection system is principally an ordered system with the interrogations initiated by command.

Interrogated DCPs transmit their data upon receipt of a unique address command transmitted via the satellite from the ground station.

Alarm DCPs transmit an alarm signal when their sensors exceed a specified threshold value. Upon receipt of this alarm signal, the ground station will interrogate the platforms to obtain the actual data.

2.6. COMMERCIAL SYNCHRONOUS SATELLITE DATA COLLECTION PROJECT

In 1977, Comsat General Corporation (USA) engaged in a joint development program with the US Geological Survey (USGS) and Telesat CANADA to collect environmental data via satellite.

This program represented the first use of present-day commercial satellite communications technology to improve the management of resources on earth.

Under a six-month evaluation program, Comsat erected 15 self-timed data collection platforms.

The DCPs automatically transmitted the data (mainly hydrological) in random bursts via Anik satellite operated by Telesat CANADA to control receiving and distribution points.

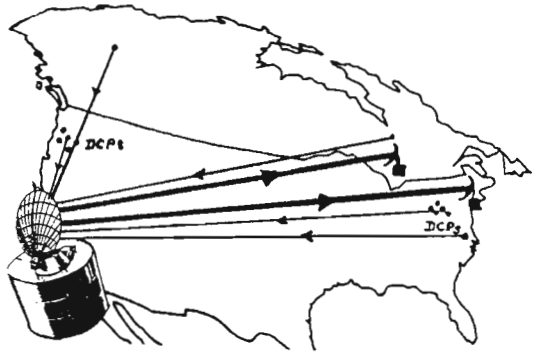


Fig. 2.6. - Comsat experiment (Ref. 11)

NO POSITION LOCATION		1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
USA ERTS-LANDSAT LOW ALT			△ 1		△ 2				△ 3						
USA SMS - GOES (synchronous) (operational)					△ 1	△ 2	△ A	△ B	△ C			under construction			
ESA METEOSAT (synchronous)								△		1 spare					
JAPAN GMS (synchronous)								△		1 spare					
USA COMMERCIAL								Experiment							
POSITION LOCATION															
FRANCE	EOLE		△ low altitude												
USA	NIMBUS/RAMS		low altitude			△									
USA and FRANCE	TIROS N / NOAA (operational)		low altitude												
	ARGOS										△	△	6 under construction		

Table 2.7. - DATA COLLECTION MISSIONS

Two satellite data collection systems will be operational after 1978

- GOES System (still operational from 1976)
- TIROS N / ARGOS System

2.7. LAUNCH SCHEDULE OF DATA COLLECTION MISSIONS

In table 2.7. a launch schedule of early, present and up-coming data collection missions is shown. The systems are grouped on the basis of data collection only and data collection with position location.

Assuming a three-to-five-year lifetime for the synchronous missions and two years for the low altitude, two major operational programmes appeared after 1978.

- **GOES programme** with eight spacecraft which have been approved to data :
 - 5 launched successfully
 - 3 under construction
- **TIROS N/NOAA/ARGOS programme** with eight spacecraft which have been approved to date :
 - the first on launched in november 1978,
 - the second in Mai 1979,
 - 6 others under construction.

2.8. EARTH COVERAGE OF THE MAIN SYSTEMS

2.8.1. Data collection worldwide geosynchronous system

Three GOES satellites form a part of an international array of five geostationary spacecrafts , targeted for the first GARP global experiment, a project under the auspices of the World Meteorological Organisation (WMO) and the International Council of Scientific Unions (ICSU).

The other two satellites, added to the GOES satellites, provide near global coverage from approximately 70° N to 70° S.

- **Meteosat (European Space Agency)** centered over Greenwich Meridian (Eastern Atlantic) and launched in 1977.
- **GMS (Japan)** centered over 140° E (Western Pacific) and launched in 1977.

Figure 2.8.1. shows the coverage of the worldwide geosynchronous Meteorological Satellite System.

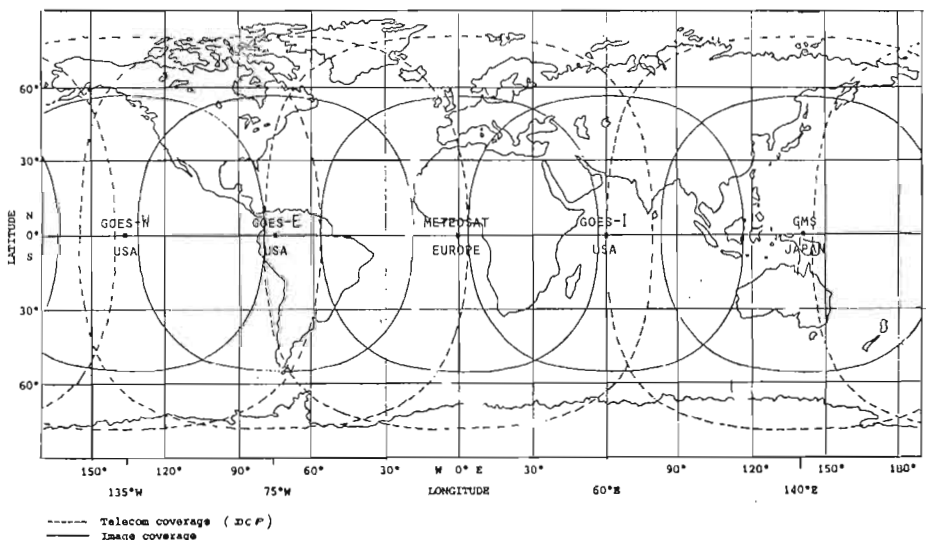


Fig. 2.8.1. - Coverage of the worldwide geosynchronous Meteorological Satellite System (Ref. 8)

2.8.2. NOAA/ARGOS low orbit operational system

The eight satellites will be launched successively in such a way as to keep two of them simultaneously on orbit.

The two satellites provide a worldwide coverage for data collection and location.

2.9. CONCLUSION

Since May 1979, two major data collection satellite systems are available.

- **Geosynchronous system** (data collection ONLY)
with four satellites simultaneously on orbit providing near global coverage.
 - 2 operational GOES [Fig. 2.9. (1)]
 - 2 other satellites :
 - METEOSAT
 - GMS [Fig. 2.9. (2)]
- **Low Polar Orbiting System** (data collection and location)
with eight TIROS-N / NOAA / ARGOS satellites providing an operational system from the end of 1979 to 1986 at least [Fig.2.9. (3) and 2.9. (4)].

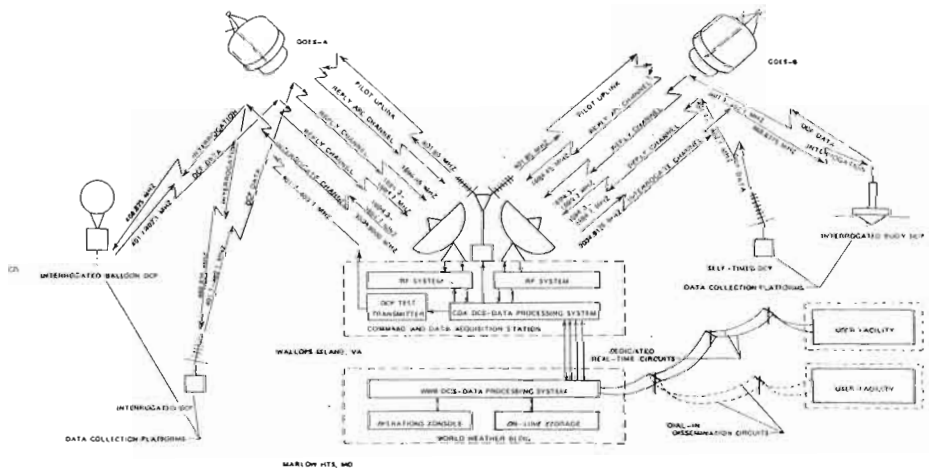


Fig. 2.9. (1) – GOES/DCS system description (Ref. 7)

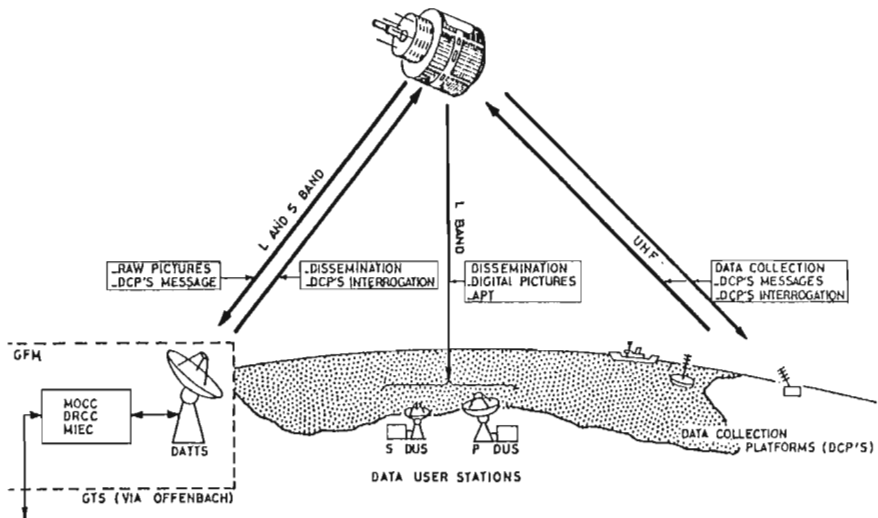


Fig. 2.9. (2) - METEOSAT System description (Ref. 8)

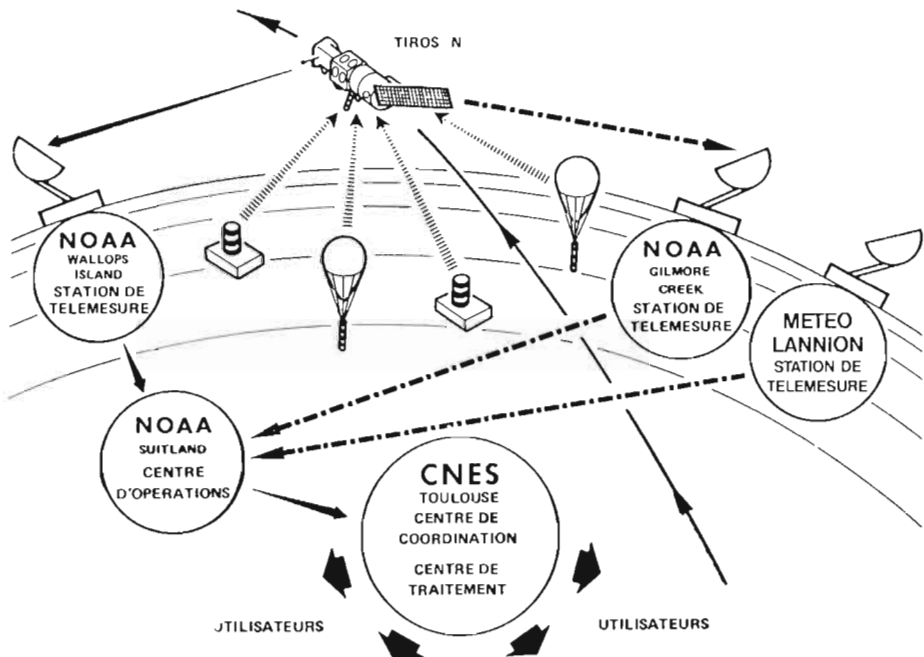


Fig. 2.9. (3) - Low Polar Orbiting System description (ARGOS System)

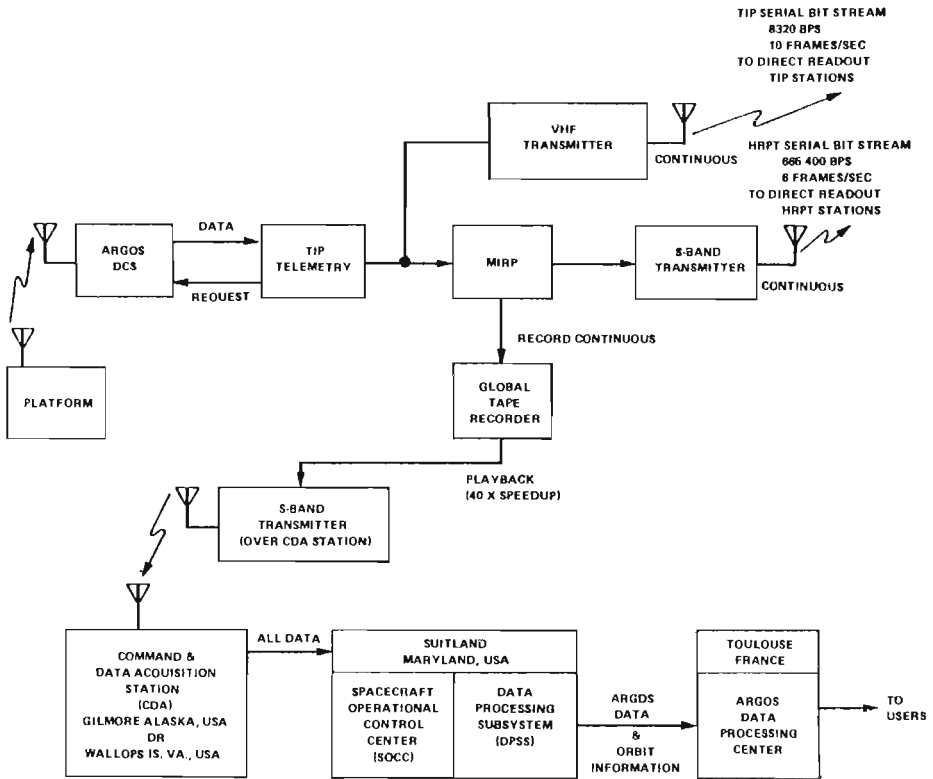


Fig. 2.9. (4) – ARGOS data handling

3. COMPARISON OF THE TWO MAJOR SYSTEMS

The two major systems :

- synchronous system
- low orbit system

are compared in their various parts :

- satellite system
- data collection platform (DCP)
- data processing
- data distribution
- charges

<i>GEOSYNCHRONOUS SYSTEM</i>	<i>LOW ORBIT SYSTEM</i>
3.1. SATELLITE SYSTEM	
Name and authority in charge	
- GOES NOAA (USA) - METEOSAT ESA - GMS..... IMA and NASDA	- TIROS N/ARGOS } - NASA (USA) - NOAA (USA) - CNES (France) - Service Argos - Toulouse, France
Satellite orbit	
Geostationary, equatorial orbit	Near polar
Altitude 36 000 km	Altitude 830 km
In orbit redundancy	
GOES System : Operational with two space-craft on orbit 75° W longitude 135° W longitude 3 others satellites planned	Operational system (1978-1985) - Eight satellites programme 2 satellites simultaneously on orbit (each one able to assume the data collection operation)
METEOSAT : Pre-operationnal - One flight unit : 0° longitude - One spare	
GMS : Pre-operationnal - One flight unit : 140° E longitude - One spare	
Earth coverage	
Near global 70° N to 70° S with the whole system. See figure 2.8.1. for individual satellite coverage	Each satellite provides a global coverage
Capability	
Data collection	Data collection and location
DCP capacity	
10,000 DCP per satellite	16,000 DCP for the system
Data collection access type	
Ordered	Random
Self-timed	
DCP reporting	
On demand (interrogate)	When data collection platform is visible from one satellite (7 times a day at the equator to 28 times per day at the poles).
Per 3-6 hours (self-timed) or less	

<i>GEOSYNCHRONOUS SYSTEM</i>	<i>LOW ORBIT SYSTEM</i>
3.1. SATELLITE SYSTEM (suite)	
DCP radio frequency report channel	
Bandwidths are divided in 3 kHz channels	401.650 MHz
- International DCPs 402 to 402,1 MHz	Unique frequency for all DCPs
- Domestic DCPs	
GOES : 401,7 to 402	
METEOSAT : 402,1 to 402,2	
GMS : 402,2 to 402,4	
Interrogation channel	
International DCPs 468,875 MHz	No interrogation
Domestic DCPs	Random access
GOES : 468,825	
: 468,837	
METEOSAT : 468,925	
GMS : 468,924	
3.2. DATA COLLECTION PLATFORM	
DCP antenna type	
Directional, 15° pointing accuracy	Omnidirectional
Gain 10 db - 13 db	Linear or circular polarization
Circular polarization	
DCP transmitter power	
5 watts with a directional antenna	600 mW to 3 watts depending on antenna polarization and mission
DCP report message	
1. Total duration 10 to 60 sec.	1. Total duration 0,3 to 0,9 sec.
2. Bite rate 100 bits/sec.	2. Bite rate 400 bits/sec.
3. Number of bits for sensor data 2000 to 5200 bits	3. Number of bits for sensor data Less than 256 bits i.e. 32 coded 8 bits analog sensors
DCP power consumption	
Higher than 600 mW (depending on transmitting rate and duration).	About 100 mW for data collection (including transmission periods)

<i>GEOSYNCHRONOUS SYSTEM</i>	<i>LOW ORBIT SYSTEM</i>
3.2. DATA COLLECTION PLATFORM (suite)	
DCP sensor inputs	
- parallel digital - serial digital - analog	- parallel digital - serial digital - analog
3.3. DATA PROCESSING	
GOES system	
The sensor outputs are converted to an ASCII coded serial message by the DCP for transmission to the satellite. Once the message is received the data processing system : - checks for the correctness of the platforms address - examines for error conditions - stores the message on disk in an area allocated to the User (or owner) platform.	The sensor outputs are converted into a binary coded serial message by the DCP for transmission to the satellite. Once the message is received the data processing system : - checks for the correctness of the platform address and errors conditions - processes the data according to the User's need Three types of processing are available in increasing order of complexity : - coding of sensor data in decimal, octal hexadecimal, BCD - conversion into physical parameters using the calibration curve of each sensor with possibility of inside-outside limits checking - special processing (each one must be discussed separately) The results of sensor data processing (and also location if needed) are broken down into «experimenters files» and stored.
Time delay for disponibility of the results (at the processing center)	
Near real time between measurement and distribution	Between 2h to 6h measurement to distribution delay
Locations for the data processing centers and results dissemination outputs	
GOES (SUITLAND) USA METEOSAT (DARMSTAD) GERMANY GMS JAPAN Each center processes and disseminates the data of the DCPs in view of the corresponding satellite.	NOAA/ARGOS Service Argos - Centre Spatial de Toulouse 18 av. Edouard Belin 31055 TOULOUSE CEDEX, FRANCE Unique ARGOS center (Toulouse) processes and disseminates the data of all the DCPs in operation wherever on Earth.

GEOSYNCHRONOUS SYSTEM	LOW ORBIT SYSTEM		
3.3. DATA PROCESSING (suite)			
Charges Data processing GOES : Free of charge Data dissemination At User's charge	Data processing Data collection - raw data (i.e. coding in decimal, octal hexadecimal, free of charge - results in physical parameters : 1\$ per platform per day - Location : 20\$ per platform per day special contracts possible Data dissemination At User's charge		
3.4. DATA DISTRIBUTION			
Once the data is stored, it can be accessed by a User «dialling in» to the system. Alternatively, data can be immediately routed directly to the User via one of the dedicated lines, or stored on magnetic tapes to be sent by mail.	Two cases must be considered : - Real time distribution using : - telephone (call from the USER and direct access to the computer) - international or private telex - computer to computer dedicated lines - Global Telecommunications System of the World Weather Watch (automatic connection in Paris) with agreement of French Meteorological Office (see Fig. 3.4.). - Differed distribution by mail : It applies to listings magnetic tapes obtained through the weekly ending of Data Bank.		
3.5. CONCLUSION			
Major advantages of each system <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 50%;"> - Operational for GOES System. - Data available in real time (alarm possibility at any time). - Data available on interrogation. The rate of reports can be variable on request. - Self-timed DCP capability. Allows DCP to be used without command receiver, lower cost. - 70° N to 70° S near global coverage using international DCP. - Length of sensor data DCP message 2000 to 5000 bits. </td><td style="vertical-align: top; width: 50%;"> - Operational and redundant. - Global coverage. - Simple data collection platform. - Low cost (2000 \$). - Low weight.(1000 g for electronics). - Low consumption : 100 mW in average for 8 sensors data collection platform. </td></tr> </table>		- Operational for GOES System. - Data available in real time (alarm possibility at any time). - Data available on interrogation. The rate of reports can be variable on request. - Self-timed DCP capability. Allows DCP to be used without command receiver, lower cost. - 70° N to 70° S near global coverage using international DCP. - Length of sensor data DCP message 2000 to 5000 bits.	- Operational and redundant. - Global coverage. - Simple data collection platform. - Low cost (2000 \$). - Low weight.(1000 g for electronics). - Low consumption : 100 mW in average for 8 sensors data collection platform.
- Operational for GOES System. - Data available in real time (alarm possibility at any time). - Data available on interrogation. The rate of reports can be variable on request. - Self-timed DCP capability. Allows DCP to be used without command receiver, lower cost. - 70° N to 70° S near global coverage using international DCP. - Length of sensor data DCP message 2000 to 5000 bits.	- Operational and redundant. - Global coverage. - Simple data collection platform. - Low cost (2000 \$). - Low weight.(1000 g for electronics). - Low consumption : 100 mW in average for 8 sensors data collection platform.		

<i>GEOSYNCHRONOUS SYSTEM</i>	<i>LOW ORBIT SYSTEM</i>
3.5. CONCLUSION (suite)	
Major parameters choice between the two systems	
- Low latitudes (70° N to 70° S) DCP operation. - Real time needs. - Alarm need without delay . - Large messages (2000 to 5000 bits) . - Operational (GOES system) .	- Operational 1979-1987. - High latitudes (data collection every 50 minutes in the polar areas and only 7 times per day at the Equator) . - Two to six hours measurements distribution delay acceptable. - Measurement only when satellite in visibility acceptable. - Global scale data collection program - Location needed (moving DCO) . - Less than 256 bits message (32 x 8 bits analogic sensors). - Lower cost of DCPs.

4. HYDROLOGIC DATA COLLECTION

4.1. HYDROLOGIC DATA

The water data collection programs are designed to provide - generally national - water data bases to guide the development and conservation of a critical natural resource. Hydrological data collection can be divided in two groupings :

- that required for archiving for future use (historical data)
- that required for real time decision making (real time data)

Historical water data are used for design of dams, reservoirs, water supply sources, waste treatment facilities, flood prevention structures, irrigation projects, flood-plain management plans, navigation facilities. Or in other words historical hydrologic data are being collected and archived for : planning, designing, constructing, operating water resources systems and for forecasting of hydrologic conditions ranging from droughts to floods.

A small but growing part of the water data collection programs presently is structured to provide *real-time hydrologic data*.

Real time data are being collected for real time decision making and provided to computer models that attempt to predict river conditions and optimize the operation of water resource systems.

These models involve flood control operations, flood warnings and forecasts, and river forecasts, and river forecasts for the management, of electric power generation, navigation, water supply, irrigation and water quality.

Hydrologic data also are collected to support interdisciplinary research, in such as :

- *Agriculture* (rain, snow, hail)
- *Biology* : monitoring of water systems : water flow and temperature for study of migration route of animals and nutrient budget, rates of water release from impoundments influence both warm and cold water fisheries, competing uses of water for man and animals have to be evaluated (Ecosystem cost/use analysis)
- *Ecology* : monitoring water quality parameters : water pollution arising from the activities of man by industrial effluents
- *Meteorology* : precipitation, snow accumulations...

4.2. MAJOR HYDROLOGIC DATA COLLECTION SITES EXISTING IN USA (1975)

Agency	Water stage	Water quality	Ground water	Total
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	1,000			1,000
US Geological Survey (USGS)	18,000	6,000	18,000	42,000
Environmental Protection Agency (EPA)		600		600
Corps of Engineers (COE)	2,000	2,000		4,000
BUREC	200	300	5,000	5,500
STATE	1,500	1,000		2,500
Total	≈23,000	≈10,000	≈23,000	≈57,000

Table 4.2. summarizes the major hydrologic data collection sites existing in the US in the year 1975 by major agency and type of measurement. This table shows the dominant role of USGS hydrologic network which is the largest operated by a single agency.

Not all of the 57,000 sites are potential candidates for telemetry or satellite relay (at some sites, the current state of the art of sensors, and/or budgetary constraints mandate that the data be collected physically. At other sites the data load is so small or is required so unfrequently as to negate investment for telemetry or satellite relay).

For example, for two major users (USGS and EPA respectively) :

- Total of existing sites : 42,000 4,000
- Total of potentially amenable to data telemetry (or satellite relay): 24,000
- Total addressable market (sites already equipped with data storage capability*) : 11,000 4,000

* the addition of telemetry for sites, already equipped with data storage capability represents a relatively manageable expense.

TYPE	USA - CANADA 1975 Total number of sites to be needed	MEASUREMENT		SENSOR		REMARKS
		Sampling rate	Frequency of transmission	LIFE	REPAIR INTERVAL	
Precipitation	$\frac{20,000}{5,000}$	15 minutes	3 hourly 5% - 10% on demand	10 years	1 month	
Water level	$\frac{6,000}{1,200}$	15 minutes	3 hours	<10 years	6 months	5% - 10% required on demand
	$\frac{3,000}{400}$	30 minutes	3 hours	"	"	
	$\frac{3,000}{400}$	1 hour	3 hours	"	"	
Ground water Depth to water table	$\frac{10,000}{< 100}$	1 hour	Daily	10 years	6 months	
Snow depth	$\frac{300}{< 10}$	Daily	Daily	10 years	1 year	
Snow moisture equivalent	$\frac{2,000}{200} \nearrow$	Daily	Daily	5 years	1 year	
Evaporation	$\frac{1,000}{10}$	Daily	Daily	5 years	Weekly	
Water temperature	$\frac{900}{100}$	1 hour	3 hours	1 year	1 week	
Wind direction	$\frac{500}{300}$	5 minutes	1 hour	5 years	6 months	
Wind velocity	$\frac{500}{300}$	5 minutes	1 hour	5 years	6 months	
Soil moisture	$\frac{500}{< 10}$	12 hours	12 hours	5 years	1 month	
Specific conductance	$\frac{400}{75}$	1 hour	3 hours	1 year	1 month	
Ice thickness	$\frac{300}{< 10}$	Daily	Daily	5 years	1 year	
Air temperature	$\frac{300}{300}$	1 hour	1 hour	10 years	1 year	
Dew point-frost point	$\frac{300}{300}$	1 hour	1 hour	10 years	6 months	
Dissolved oxygen	$\frac{200 \nearrow}{50}$	1 hour	3 hours	6 months	1 week	
PH	$\frac{150 \nearrow}{50}$	1 hour	3 hours	1 year	1 week	
Water velocity	$\frac{100}{< 10}$	6 minutes	3 hours	5 years	1 month	USA only
Incoming solar radiation	$\frac{50}{< 10}$	Daily	Daily	1 year	1 month	
Net radiation	$\frac{25}{10}$	Daily	Daily	6 months	1 month	
River discharge	$\frac{10}{5}$	3 minutes	3 hours	5 years	6 months	
Ice presence	5	Daily	Daily	1 year	1 year	

Table 4.3. - Types of hydrological parameters and estimate of the total number of stations of each type to be needed in North America in 1975.

4.3. TYPES OF HYDROLOGIC PARAMETERS AND ESTIMATE OF THE TOTAL NUMBER OF STATIONS OF EACH TYPE TO BE NEEDED IN NORTH AMERICA IN 1975

The hydrologic parameters listed in table 4.3. are essential to measure the phenomena described in paragraph 4.1. The numerator under the heading «Total number of sites» is the estimate of the total number of stations of that parameter type, to be needed in North America in 1975. The denominator is the estimate of the number of stations of that parameter type where real time data is required.

The table 4.3. gives also :

- **For measurement :**
 - The sampling rate : number of measurements taken from a single sensor per unit time.
 - Frequency of transmission : number of measurement (or collection) transmissions per unit time (when real time is not needed this frequency is not critical and can be once a day or less often).
- **For sensor (developped in 1975)**
 - Life : period of operation of the sensor with repair or attention (cleaning...)
 - Repair interval : period of time without repair or attention.

4.4. DATA COLLECTION HYDROLOGIC STATIONS

4.4.1. Definition of the number of bits per sample or measurement

The number of binary digits which express the number of possible levels of the measure range.

Example :

- *range* : 0-100 deg.C
- *resolution* : 0.1 deg. C
- *number of levels* : $(\text{range})/(\text{resolution}) = 1,000$
- *express number of levels in binary bits* : Since 512 can be represented by 9 binary bits (2^9) and 1024 can be represented by 10. bits (2^{10}) ; bits per sample : 10.

4.4.2. Data collection hydrologic stations. Number of bits per sample

Many of the preceeding types of parameters can be colocated at a common observation point or data collection hydrologic stations. For example, a water level station with two sensors :

- water level sensor
- precipitation sensor

The number of bits per sample is calculated in detail (according to the characteristics of the sensors).

- **Water level station**
 - *Water level sensor*
 - Range : 0 to 99 feet
 - Resolution : 0.01 foot
 - Number of levels : $99/0.01 \approx 10,000$
 - Bits per sample : since $2^{13} = 8,192$ levels and $2^{14} = 16,284$ levels, 14 bits per sample are necessary
 - *Precipitation sensor*
 - Range : 0 to 99 inches/hr
 - Resolution : 0.1 inches/hr
 - Number of levels : $99/0.1 = 1,000$
 - Bits per sample : 10
 - *Total number of bits per sample*
Each sample including water level and precipitation measurements : 24 bits.

The same evaluation has been done for other types of stations such as :

	Number of bits per sample (see definition)
• Snow station	
- Snow moisture equivalent.	10
- Snow depth	12
	22
• Atmospheric station	
- Air temperature	12
- DEW/FROST point.	11
- Wind direction	9
- Wind velocity	8
- Incoming solar radiation.	7
- Net radiation	7
	54
• Water quality station	
- Water temperature	10
- Specific conductance.	6
- Dissolved oxygen	6
- pH	7
- Water level.	14
	43
• Water level station	
- Water level.	14
- Precipitation	10
	24
• Ice presence	
- Ice presence.	1
- Ice thickness	8
	9

These numbers of bits must be compared to the characteristics of satellite DCP.

Report message

Number of bits for sensor data (per message) (see 3.2.)

- 2000 to 5200 bits for synchronous system
- 256 bits for ARGOS System.

There is no data limitation problem with the two systems if each message sent by the DCP is really received by the satellite. That is always the case for geosynchronous systems : the satellite remains in view of the DCP.

For low altitude systems using drifting satellites, a satellite is not generally in view of the DCP when the measurements are made so that DCP must have storage capability.

4.4.3. Limitations of low orbit system. Characteristics of TIROS N-ARGOS system**(a) Collection transmission frequency**

Table 4.4.3.

The visibility performance of the TIROS/ARGOS System is depending on the hydrologic site latitude.

The number of passes per day is summarized in table 4.4.3. (the average duration of a pass is ten minutes)

At the Equator transmitted data is collected 7 times per day

At the poles transmitted data is collected 28 times a day or every 50 minutes.

Latitude	Number of passes per 24 h
$\pm 0^\circ$	7
$\pm 15^\circ$	8
$\pm 30^\circ$	9
$\pm 45^\circ$	11
$\pm 55^\circ$	16
$\pm 65^\circ$	22
$\pm 75^\circ$	28
$\pm 90^\circ$	28

The collection transmission frequencies per 24 hours (according to the latitude) are roughly, the numbers of passes.

At the poles, the collection period is 50 minutes (in average). At the Equator, the time between each of the 7 passes is not constant (variation from 100 minutes to 300 minutes).

Low orbit satellites cannot be used for real time monitoring

(b) Number of samples per collection interval

Definition : total number of measurements of the parameters taken during the collection interval (or period).

(Number of bits per sample) x (Number of samples per collection interval*) = Number of bits to be transmitted.

The ARGOS message capacity for sensor data is 256 bits

Example : Data from «water quality station»

One can see 4.4.2. that 43 bits per measurement are necessary, $256/43 \approx 5$ successive measurements can be stored without exceeding the ARGOS message.

The needed sampling rate for water quality parameters (see table 4.3.) is 1 hour.

The maximum collection interval can be 5 hours (without exceeding the 256 bits Argos message capacity).

* assuming that DCP has a storage capability.

Argos low orbit satellite system meets the data requirements (for the «water quality station») *at any latitude* for the number of bits to be collected and transmitted (maximum time interval between two passes 5 hours).

Argos low orbit satellite system does not meet the data frequency transmission requirements of 3 hours (see table 4.3.).

This example shows the capability of this system in terms of data collection (in the worst case i.e. at the Equator). It shows also the limitations of this system in terms of measurement-to-collection delays.

4.5. NORTH AMERICA USERS OF DATA COLLECTION IN HYDROLOGY

4.5.1. U.S. Geological Survey

The US Geological Survey operates a network of hydrologic sensors that automatically record the data on sites. These data routinely :

- are manually retrieved at intervals of 4-6 weeks,
- are manually preprocessed,
- entered into the geological survey's national telecomputing network.
(computer center in Reston, Virginia with two 370/155 computers and a network of over 180 remote computer terminals across the USA).

This network is used to perform most of the Survey's basic hydrologic data processing and hydrologic analysis with the Survey's WATSTORE System (water data storage and retrieval system). WATSTORE is a collection of computer programs and files that are used by the Survey to process virtually all the water-resources data that the Survey collects.

One of the tasks being undertaken is the experimental use of the WATSTORE system for processing and filing the satellite data relayed from three different satellite data collection systems (see figure 4.5.1.).

- All DCS data relayed through the Landsat system are routinely sent in real time to the Landsat Operation Control Center in the National Aeronautics and Space Administration (NASA) Goddard Space Flight Center in Greenbelt, Maryland. Under a NASA-US Geological Survey agreement, these data also are sent in real time via a dedicated line to Reston where they are recorded on a 9-track magnetic tape recorder. Periodically these data are transferred to an on line disk file in the Reston computer center, where programs are available to retrieve, process and disseminate the data over the remote terminal network.
- All DCS data relayed through the SMS/GOES system are routinely received by a National Oceanic and Atmospheric Administration/National Environmental Satellite Service (NOAA/NESS) tracking station at Wallops Island, Virginia, and sent in real time to the NOAA World Weather Building in Suitland Maryland. These data are filed in a NOAA/NESS mini-computer. Under a NESS-Geological Survey agreement, this mini-computer, one or more times a day, will sign on to the Reston computer and will enter a computer job containing all of the Survey's DGS data that have been accumulated since the last time of data entry. These data then are processed and placed in an on-line file in the computer for retrieval.
- The DCS data to be relayed through the commercial COMSAT General system will be accumulated at the COMSAT General earth station in Southbury, Connecticut. The DCS data will be periodically and automatically transferred from a Comsat General Computer to the Reston computer where they will be filed on an on-line

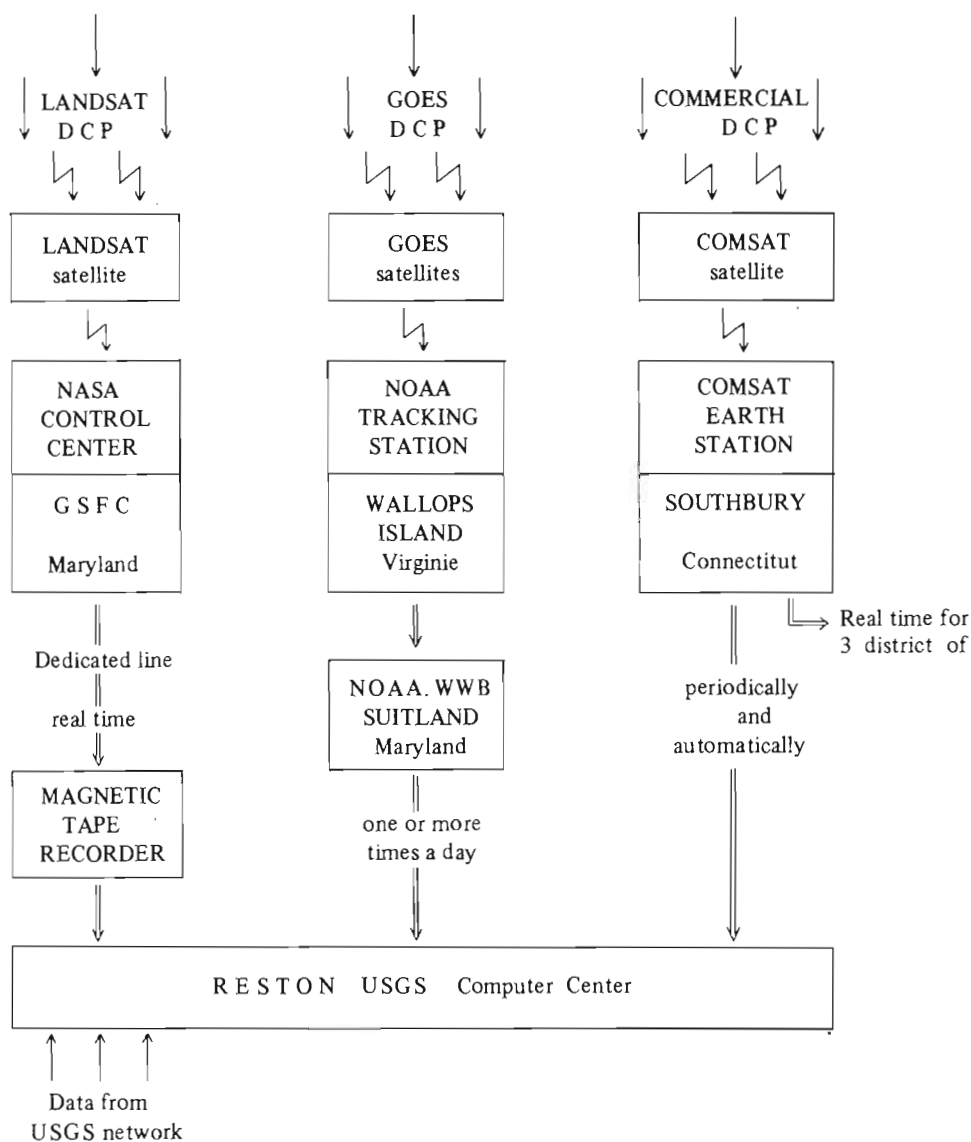


Fig. 4.5.1. - Testing of the satellite Data Collection Systems by USGS

disk file. In addition to the data being made available to the Reston computer, it also will be possible for the two US Geological Survey district offices in Harrisburg, Pennsylvania, and Portland, Oregon, to use their Reston computer-compatible terminals to occasionally connect to the COMSAT computer to directly retrieve unprocessed real-time data.

The automatic collection of data in real time offers two benefits :

- the first is that the real time processed data can be used to monitor the performance of the instrument network (stations are visited only when instruments fail or conditions warrant the collection of supplementary data - when water quality or discharge is outside the normal range).
- the second is that a real time data service can be offered to the water resources management community (growing pressure of municipal, industrial use and environmental protection).

The increasing cost of manpower, the decreasing cost of electronics, and cost effectiveness of satellite telemetry probably will result in an eventual automation of the collection of hydrologic data.

Note 1 : USGS made in 1975 an experimental integration of the LANDSAT data collection system with the geological survey's network. The objective of this experiment was to simulate an operational system for collecting, relaying, processing and dissemination hydrologic data. About 90 DCP in 24 USGS districts, were used for the experiment.

Note 2 : The water resources division of the USGS in installing (1977) over 120 self-timed DCPs to operate with GOES for the collection of hydrologic data.

4.5.2. Canadian User (Applied Hydrology Division, Department of the Environment, Principal Investigator : R. HALLIDAY)

The role of Water Survey of Canada (similar to USGS in USA) is that of monitoring river flows and lake levels at about 2400 gauging stations under agreement with the Provincial governments and making the data available to users. The water survey operates about 100 water telemetry systems using telephones lines. For the vast majority of the gauging stations, however, it is prohibitively expensive to install either telephone or radio telemetry systems.

In response to a demand for near real time data from additional sites, it was decided to implement a network of about 30 sites on a quasi operational basis using LANDSAT 1. Some typical examples of data uses are as follows :

- 6 DCPs were used in the Mackenzie River basin to provide data for the preparation of daily water level forecasts during the short navigation season.
- 3 DCPs were installed in the Ottawa river basin and one on the Saint John River to provide data for input into streamflow synthesis and reservoir regulation models of the watersheds.
- 1 DCP was installed on the Severn River. This gauging station on the Trent-Severn Waterway is below the confluence of several small streams, all of which are regulated. The river is also regulated downstream from the DCP site. Water level and water velocity data are used to compute river discharge. Water temperature data are also transmitted to assist in winter flow computations.

The location of the sites are illustrated in figure 4.5.2.

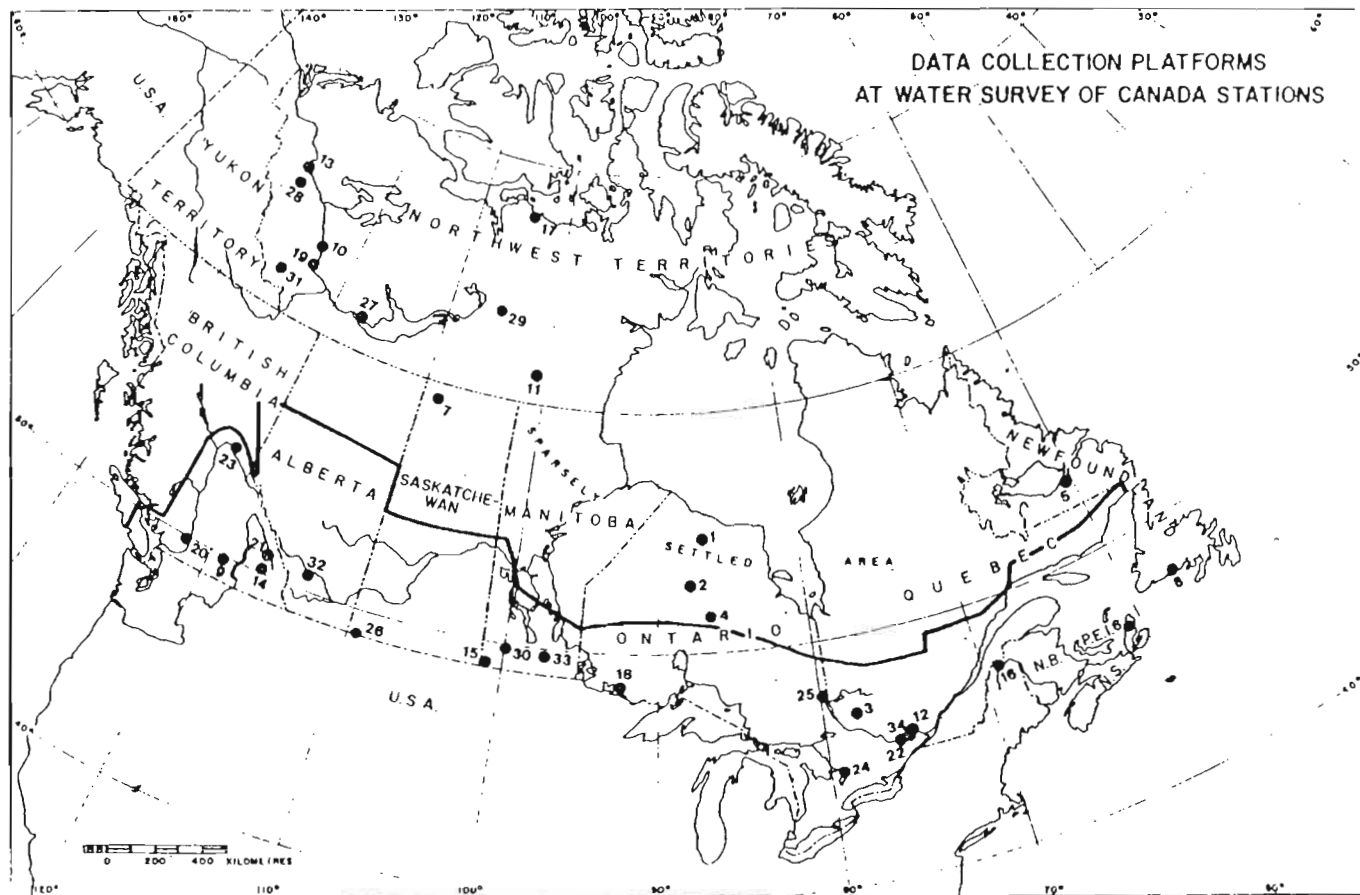


Fig. 4.5.2. (Ref. 16).

The sensors used with the DCP are summarised as follows :

Parameter	Sensor
Water level	Float pressure
Water velocity	Electromagnetic acoustic
Ice condition	Electro-mechanical
Precipitation	Weighing type
Air temperature	Platinum resistance bulb
	Thermister
Water temperature	Thermister
Snow water content	Snow pillow

Data handling and processing

All messages relayed by LANDSAT are received in Alaska, California and Maryland, then sent over Nascom lines to the GSFC Maryland.

The Canadian messages are sent by teletype to the Canada Centre for Remote Sensing in Ottawa, usually within 15 to 20 minutes after each LANDSAT pass. A software data retrieval system sorts the user data platforms, reformats the data into engineering units and stores individual user files on disk. A user may then access the file usually daily, using a teletype or telex remote terminal.

Data are also sent by punch cards and uncalibrated computer listings which arrive about two weeks after transmittal by the DCP. The data received on a near real-time basis are usually discarded a short time after use, but the data received in card form are retained for archival purposes and to develop statistics on DCP performances.

Significant results

The LANDSAT program has demonstrated that the polar orbiting satellites can be used to relay hydrologic data from any part of Canada to a user without difficulty and at low cost. These data can be used for many operational purposes such as :

- hydroelectric power plant operation
- water supply for municipalities, industries and irrigation
- navigation
- flood forecasting
- operation of flood control structures and systems
- recreation

Benefits

There are several ways in which real time data acquisition can aid hydrometric field operations : these are :

- **planning of field trips** : If the real time data indicates that all sensors at a site are operating normally and if flow conditions are such that a discharge measurement is not required, then a visit to the station can be omitted.
- **planning of sensor maintenance** : If real time data indicate a sensor malfunction it is usually possible to diagnose the problem by examining the incoming data. A decision can be made whether immediate repairs are warranted, or whether maintenance should be included on the next scheduled trip into an area. In either case the repair is completed in one trip where otherwise two may be needed (one to discover the problem, the second to do the repairs).

- **Filling in missing record** : when field recorders have stopped but sensors continue to function, the real time data can be used to fill in data that would otherwise be missing.
- **Primary collection of data** : If the cost of acquiring real time data and the reliability of the system proved better than using in situ recorders, then satellite telemetry could be used as a primary means of data collection.

The current capital cost of satellite telemetry of water level data in Canada is about \$5,000 for a DCP plus \$1,000 for a water level encoder.

Operating costs of a DCP are small and about \$100 a year (repairs). These costs does not include processing and dissemination charges.

Future

The deployment of DCPs in Canada proceeded at a relatively slow pace. The principal reason has been the lack of an operational satellite system. The service provided by LANDSAT is excellent but the system is experimental and therefore cannot be used as the basis for any long term project.

The operational GOES system often cannot be used in mountainous or high latitude areas because of antenna aiming problems. It now seems likely that the Water Survey of Canada will select GOES self-timed DCPs at all sites where it is technically feasible and will use the TIROS N-NOAA-ARGOS system where GOES is not feasible (this assumes of course, that the ARGOS System meets published specifications). A contract for development of an ARGOS-GOES DCP has recently been awarded to a Canadian company.

5. REFERENCES

- Ref. 1 - Use of earth satellites for automation of hydrologic data collection (USGS), Richard PAULSON, July 1976, NASA Report.
- Ref. 2 - Performance of the Landsat Data Collection System in a total system context (USGS), Richard W. PAULSON and Charles F. MERK, November 1975, International Seminar on Organization and Operation of Hydrologic Services, Ottawa, Canada.
- Ref. 3 - Potential impact of satellite data relay systems on the operation of hydrologic data programs, D.H. MOODY and D.M. PREBLE (USGS), December 1975, 2nd World Congress on Water Resources of the International Water Resources Association, New Delhi, India.
- Ref. 4 - Retransmission of hydrometric data in Canada, Notes for an oral report to NASA, November 1976, Applied Hydrology Division, Department of the Environment, Ottawa, Canada, R.A. HALLIDAY, Principal Investigator.
- Ref. 5 - Satellite Data Collection User Requirements Workshop, Final report, June 1975, Edward A. WOLFF, Charles E. COTE, J. Earle PAINTER.
- Ref. 6 - Satellite Data Collection Newsletter, edited by Dr Enrico P. MERCANTI, code 952, NASA-GSFC, Greenbelt Md. USA.
- Ref. 7 - GOES DCP User's Guide, NOAA NESS, November 1976.
- Ref. 8 - METEOSAT DCP User's Guide ESA - MPO, March 1977.
- Ref. 9 - ARGOS DCP User's Guide, Service Argos, CNES, 18 av. E. Belin, Toulouse, France.

- Ref. 10 – Second Argos User's Meeting, November 2-3, 1977.
- Ref. 11 – New ventures in satellite communications, Comsat General Corp., 950 L'Enfant Plaza S.W., Washington, DC 20024, USA.
- Ref. 12 – Use of ERTS and data collection system imagery in reservoir management and operation, Saul COOPER, US Army Corps of Engineers, Waltham, Massachusetts.
- Ref. 13 – Water quality parameter study in Warrior river and Mobile bay using DCP's & ERTS imagery ; Harrold HENRY, Alabama Geological Survey, Univ. of Alabama, Tuscaloosa, AL 35486 ; R.C. «red» BAMBERG, Director, Alabama Development Office, State Office Building, Montgomery, AL 36104 ; USA.
- Ref. 14 – *DCS platforms were used to provide operational data to control water flow during flood stages of Salt River in March 1973. DCS System proved more reliable and useful than microwave system now in use.*
State Department of Water Resources USGS ; Watershed Division, Salt River Project ; William WARSKOW, Lead Watershed Specialist, Watershed Div. Salt River Project, Po Box 1950, Phoenix, Arizona 85001, (602) 273-5680 ; Herb SCHUMAN, USGS, Phoenix, Arizona, 8 (602) 262-318 b ; USA.
- Ref. 15 – *A DCP network (20 platforms) and ERTS imagery are being used to monitor and make environmental assessments and manage the water resources of 3500 sq. kilometers in the Everglades. Proved particularly useful during the 1973-74 winter spring draught where damage was minimized by planning based upon accurate knowledge of the water stored in the various lakes, canals and conservation areas. Soil moisture sensors on the DCP's are also being used to warn of potential fire hazards.*
Florida Fish & Wildlife Office USGS, Corps of Engineers US Forest Service.
David COX (305) 724-1571, Edward VOSATKA, Florida Game and Fresh Water Fish Commission, 7630 Coral Drive, West Melbourne, Florida 32901, USA.
- Ref. 16 – Retransmission of Hydrometric Data in Canada, Final Report, April 1978, Principal Investigator R.A. HALLIDAY, Applied Hydrology Division, Department of Fisheries and of the Environment, Ottawa, Ontario, Canada KIA OE7.



DOCUMENT 1.3.

LE SYSTÈME MÉTÉOSAT

MISSION COLLECTE DE DONNÉES

Georges FERRAND

Chef du Projet Segment-Sol (MÉTÉOSAT)
Agence Spatiale Européenne
Toulouse, FRANCE



F 3285

SUMMARY

METEOSAT, the meteorological geostationary satellite of ESA, takes pictures of the Earth in Visible, Infrared and Water Vapour channels, disseminates images and collects data. The METEOSAT Data Collection System is integrated within the International Data Collection System which provides a global coverage of the Earth. The METEOSAT System consisting of spacecraft, central facilities and platforms are described. The platform certification and admission procedures are described, while the way to disseminate the data and the applicable specifications are summarised. Two applications are reported, one of them being, the Aircraft to Satellite Data Relay (ASDAR). The present status and the future outlook are discussed.

RÉSUMÉ

Le satellite météorologique géostationnaire de l'ESA, METEOSAT, permet la prise d'image de la terre dans les canaux Visible, Infrarouge et Vapeur d'eau, la dissémination d'images et aussi la collecte de données.

Le système de collecte de données METEOSAT s'intègre au Système International de Collecte de Données qui assure une couverture globale de la terre. Ce système est détaillé : satellite, installations centrales et plates-formes. Les procédures de certification et d'admission des plates-formes sont évoquées ainsi que les modes d'acheminement des données et les spécifications applicables sont résumées. Deux exemples d'applications dont le système de relais de données entre avion et satellite (ASDAR) sont rapportés. L'état d'utilisation actuelle et future sont discutés.

1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME METEOSAT

Le satellite météorologique européen METEOSAT de l'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE (ESA), en poste à 0° , supporte trois missions (voir figure 1) :

- la première est la prise d'images de la terre dans les trois domaines spectraux du visible $0,4$ à $1,1 \mu\text{m}$, de l'infrarouge proche (correspondant à une bande d'absorption de la vapeur d'eau) $5,7$ à $7,1 \mu\text{m}$, et de l'infrarouge thermique $10,5$ à $12,5 \mu\text{m}$.
- la seconde mission est la dissémination d'images, soit sous forme de transmission analogique au standard WEFAX, soit sous forme de transmission digitale. Les images sont de différentes origines : METEOSAT à (0°), GOES-E (75°W) et GOES-I (57°E).
- la troisième mission qui va être développée ci-après est la collecte de données.

METEOSAT fait partie d'un ensemble de cinq satellites géostationnaires rendant pour la première fois possible l'observation continue de toute la surface de la terre (voir figure 2).

2. INTRODUCTION DU SYSTÈME DE COLLECTE DE DONNÉES

La fonction d'un service de collecte de données est de rassembler en un lieu centralisé les données recueillies localement par des stations automatiques ou semi-automatiques réparties en différents points, puis de les disséminer aux utilisateurs concernés.

L'utilisation du satellite géostationnaire METEOSAT pour relayer ces données permet d'assurer un service permanent et étendu à sa zone de couverture radio-électrique (limitée à une élévation supérieure à 5°).

L'utilisation du réseau constitué de 5 satellites géostationnaires répartis régulièrement autour du globe permet d'étendre pratiquement le service au monde entier (seules les zones polaires situées au-dessus de 75° Nord et au-dessous de 75° Sud sont exclues). Il est à mentionner que le satellite GOES-I qui remplace le satellite soviétique GOMS - pas encore lancé - ne supporte pas la mission «collecte de données».

3. RÉGLEMENTATION

Les bandes radiofréquences allouées aux aides à la Météorologie en UHF étant étroites, la puissance électrique disponible à bord des satellites étant limitée et la quantité de données désirée étant la plus grande possible, il a fallu, pour optimiser les performances globales du système de collecte de données, fixer avec rigueur les performances de chacun de ses éléments et en particulier des plates-formes de collecte de données (DCP) qui, d'une part, appartiennent aux utilisateurs mais qui, d'autre part, sont les interlocutrices directes du ou des satellites.

Dès lors, une réglementation stricte applicable aux DCP était requise.

3.2. Réglementation internationale

En septembre 1972, pour la première fois, des représentants de l'ESA, des États-Unis d'Amérique (USA), du Japon et de l'Organisation Météorologique Mondiale, se réunirent

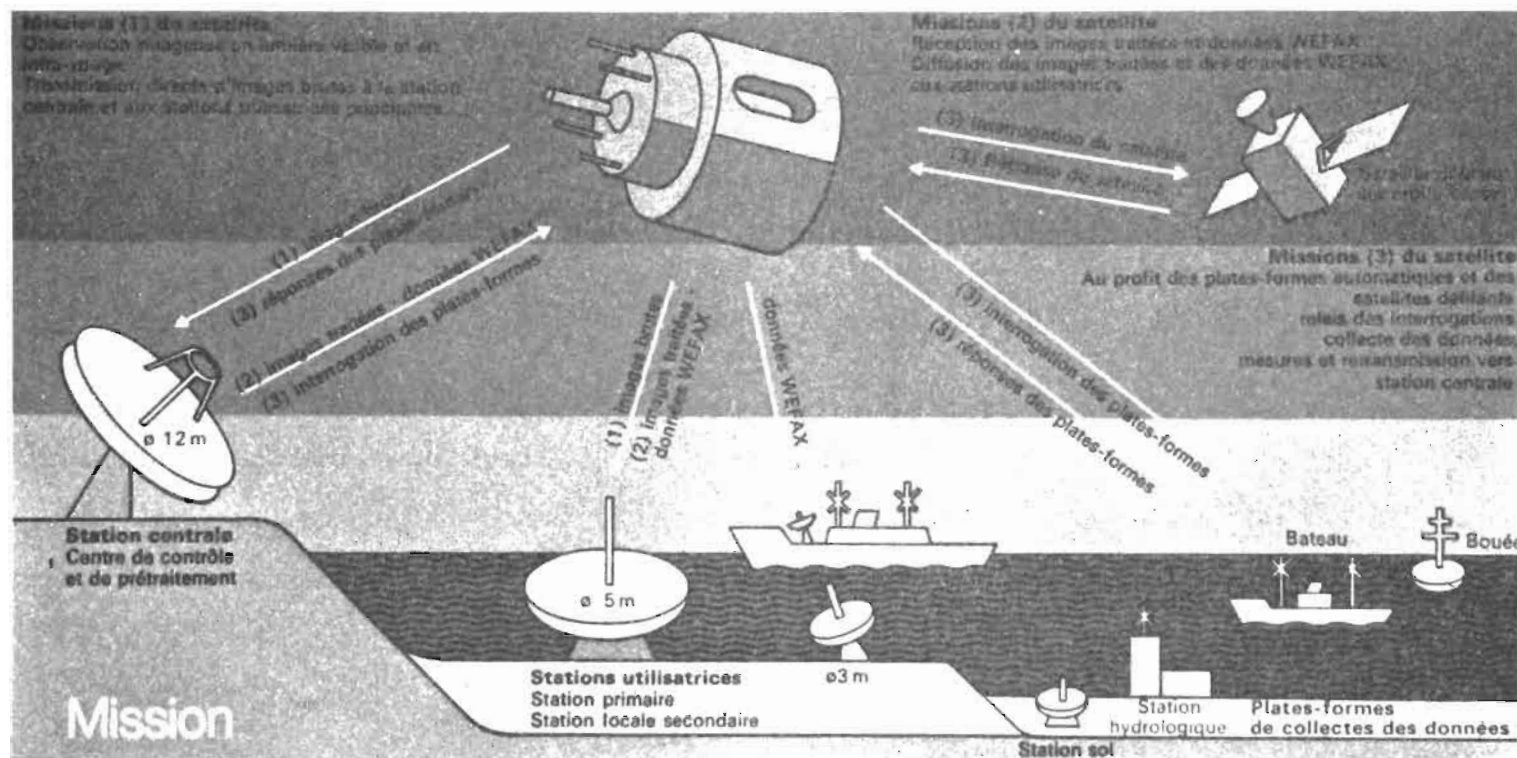


Fig. 1 - Le système Météosat

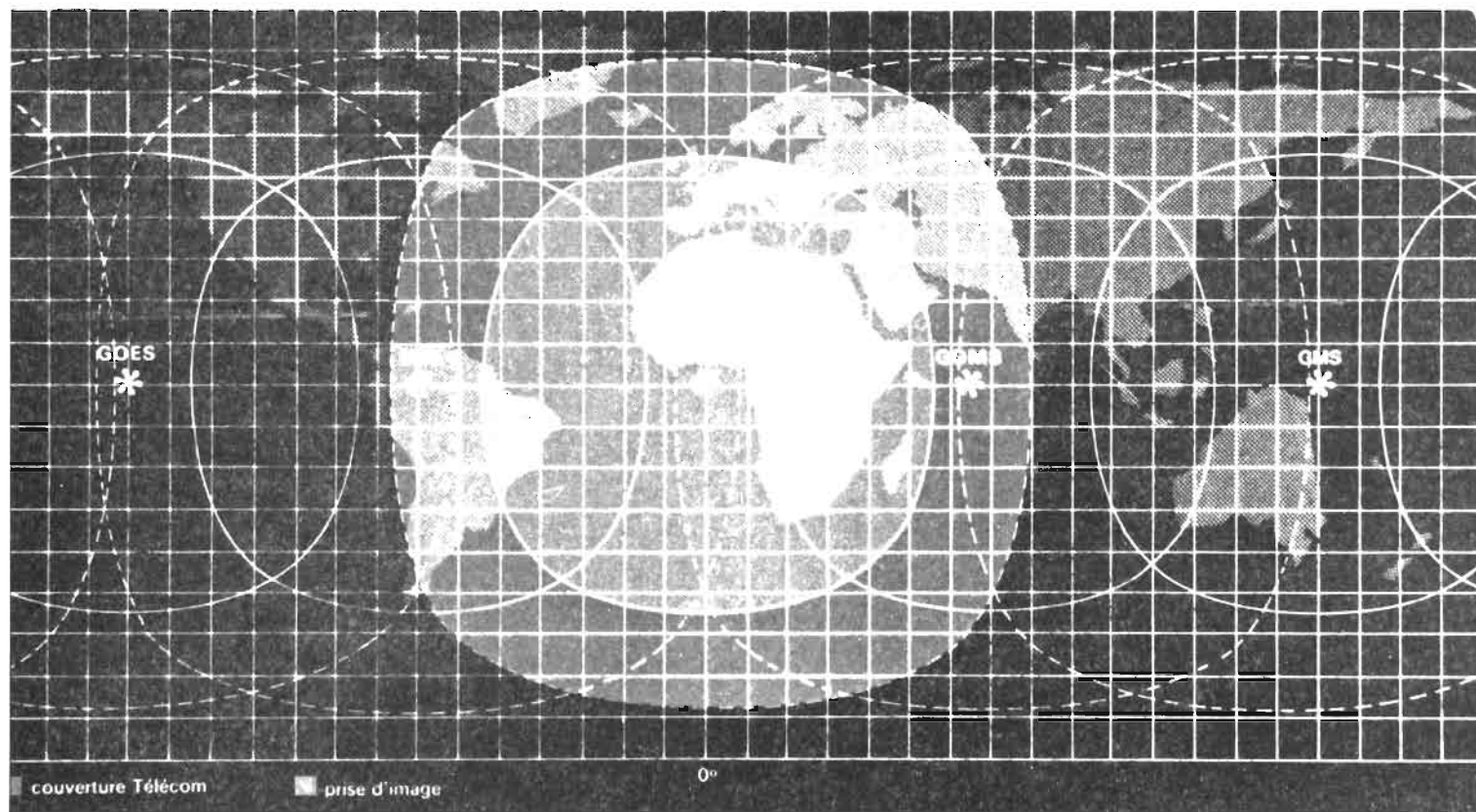


Fig. 2 – Zones de couverture image et radio-électrique des cinq satellites météorologiques géostationnaires.
 Les zones centrales correspondent à la couverture du satellite Météosat (en clair : la couverture image, en plus sombre : la couverture télécommunications).

pour débattre de la compatibilité entre les différents satellites météorologiques géostationnaires, CGMS(*) était né.

CGMS regroupe maintenant en plus des participants précités, des représentants de l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques et de l'Inde.

L'une des tâches du CGMS fut la réglementation du Système International de Collecte de Données, celle-ci comprend essentiellement deux aspects : la technique et les opérations.

- Les spécifications techniques, auxquelles doit répondre chaque DCP pour garantir autant que cela se peut la qualité du service, mais aussi pour prévenir les interférences, les émissions sporadiques et la saturation des étages d'entrée du satellite, ont été étudiées en détail.

Chaque type de DCP produit par chaque industriel doit subir avec succès des essais de certification avant de pouvoir être commercialisé.

- Du point de vue opérationnel, chaque utilisateur doit faire enregistrer ses DCP avant de pouvoir les mettre en service.

La certification et l'enregistrement réalisés avec un des membres du CGMS est valable pour l'ensemble des satellites géostationnaires.

3.2. Réglementation régionale Météosat

L'ESA, pour le système régional de collecte de données METEOSAT, a repris, complété, amendé, modifié,... en un mot adapté la réglementation définie par CGMS.

Les différences essentielles entre les systèmes régional et international sont la possibilité de dérogations techniques à des fins expérimentales et la facturation du service.

4. DESCRIPTION DU SYSTÈME METEOSAT RELATIF A LA COLLECTE DE DONNÉES

Cette description ne sera pas limitée :

- au satellite
- aux installations centrales de réception et traitement
- aux plateformes de collecte de données

mais englobera :

- les moyens d'essais de certification
- les procédures de certification et d'admission
- les moyens de dissémination

et mentionnera sommairement les spécifications techniques applicables.

4.1. Le satellite Météosat

Pour réaliser sa fonction de relais de données, METEOSAT met en œuvre un transpondeur dont la configuration est redondante et qui comprend (voir figure 3) :

- pour la fonction collecte de données
 - un préamplificateur et récepteur UHF
 - un émetteur et amplificateur de puissance en bande S
- pour la fonction interrogation des plateformes
 - un récepteur bande S
 - un amplificateur de puissance UHF.

(*) cf. nomenclature des sigles, acronymes et abréviations *in fine*.

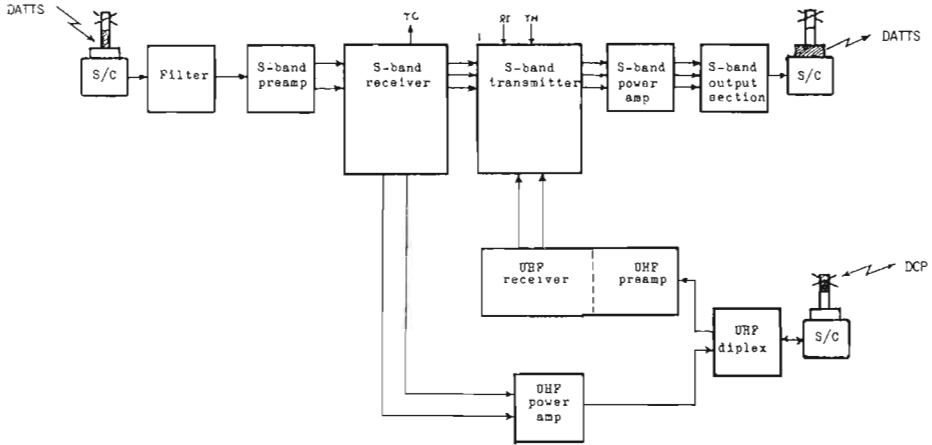


Fig. 3 - Schéma du transpondeur Météosat

Les caractéristiques principales du satellite sont :

- pour la fonction collecte de données
 - facteur de mérite : 29,5 dB/K
 - bande passante : 402,0 à 402,2 MHz
 - flux de puissance : 145 ± 5 dBW/m²
- pour la fonction interrogation des plateformes
 - EIRP 11 dBW
 - fréquences 468,875 MHz pour le système international et 469,025 MHz pour le système régional.

4.2. Les installations centrales Météosat

La Station d'Acquisition des Données, de Télécommande et de Télémétrie (DATTS) de METEOSAT comprend une antenne de 15 mètres de diamètre dont le facteur de mérite est de 23 dB/K suivie d'un convertisseur abaisseur de fréquence alimentant une batterie de récepteurs (en effet, 66 récepteurs seront nécessaires pour permettre la réception simultanée des 66 canaux prévus par le système). Actuellement, 6 récepteurs seulement sont installés.

Après démodulation et régénération, chaque signal digital série attaque un synchronisateur de format (6 synchronisateurs de format sont installés).

Les signaux de sortie des synchronisateurs de format sont multiplexés pour être acheminés au Centre Européen d'Opérations Spatiales (ESOC) où se trouve le centre de calcul spécifique à METEOSAT (MGCS).

Le MGCS démultiplexe, manipule, décode et restitue finalement chaque message reçu.

Ces messages sont identifiés par l'adresse de la DCP, le numéro du canal utilisé et l'heure de réception du message.

Pour procéder à l'interrogation d'une ou plusieurs DCP, le MGCS, non seulement prépare le message d'interrogation qui sera émis automatiquement par la DATTS, mais vérifie l'état du transpondeur et éventuellement présente au « Contrôleur du satellite » les télécommandes requises à l'activation du transpondeur.

Je tiens à signaler que les canaux des DCP sont espacés de 3 kHz alors que la dérive en fréquence du transpondeur embarqué sur le satellite peut atteindre plus ou moins 6 kHz. Pour se préserver de toute erreur dans l'identification des canaux à partir des fréquences reçues à la DATTS, une boucle d'asservissement en fréquence mettant en jeu un émetteur UHF piloté par l'horloge de la station, le transpondeur embarqué et un récepteur DCP spécialisé, permet d'agir sur l'oscillateur local commun à tous les récepteurs DCP, et, de ce fait, compenser la dérive du transpondeur embarqué. De même, compte tenu de la faible valeur du balayage en fréquence (plus ou moins 700 Hz) des récepteurs d'interrogation des DCP, une boucle d'asservissement en fréquence mettant en jeu, cette fois-ci, l'émetteur de la DATTS, le transpondeur embarqué et un récepteur d'interrogation DCP, permet, en corrigeant la fréquence de l'émetteur, de maintenir la fréquence du signal d'interrogation à sa valeur nominale, à 100 Hz près.

4.3. Les Plates-formes de collecte de données

Une DCP est essentiellement un émetteur radio, modulateur compris, relié à une antenne et comprenant un dispositif automatique de mise en route de l'émission.

Tout ce qui concerne le multiplexage des données venant de différents senseurs est laissé à la discrétion de l'utilisateur.

La mise en route de l'émission peut être due (voir figure 4) :

- soit à un top d'horloge, dans ce cas la DCP est dite à horloge interne,
- soit à la reconnaissance d'un signal d'interrogation, la DCP est qualifiée interrogée,
- soit au dépassement de la valeur d'un paramètre mesuré par rapport à une référence, alors la DCP est d'alerte,
- soit à la combinaison de 2 ou de l'ensemble des raisons ci-dessus.

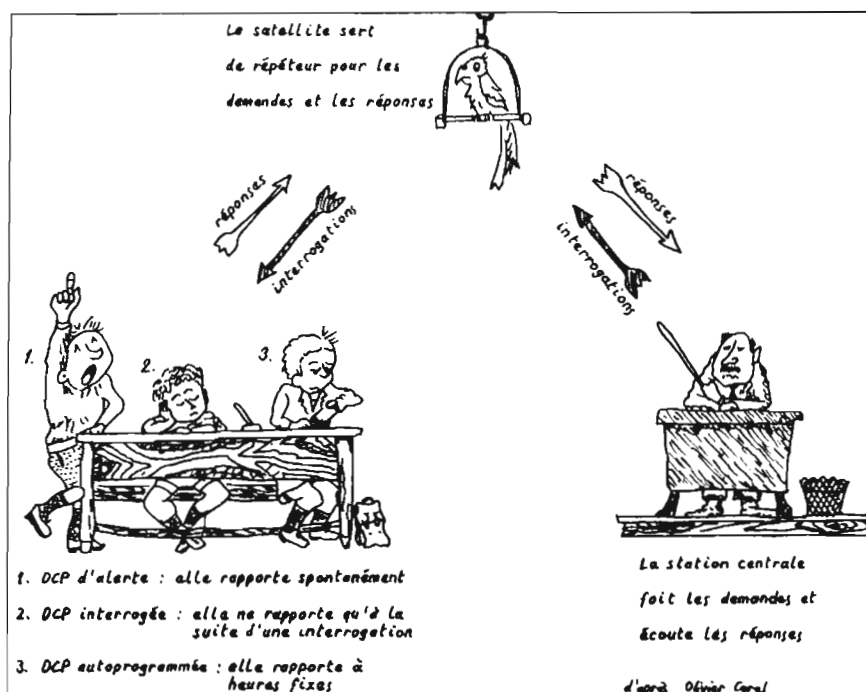


Fig. 4 – Illustration des différents types de DCP

L'ESA a été conduite, pour diverses raisons, à faire développer par l'industrie européenne deux types de DCP répondant à des objectifs différents.

Les premières DCP développées furent du type multifonction. Elles permirent principalement de démontrer la variabilité du système de collecte de données METEOSAT, aussi bien sur le plan technique que sur le plan opérationnel.

Pour faciliter aux utilisateurs potentiels l'acquisition de DCP, l'ESA passa un deuxième marché avec l'industrie, dans le but de faire développer en Europe une DCP à horloge interne dont le coût récurrent soit le plus faible possible. Cette action fut combinée avec le développement d'une stabilisation d'antenne qui permet, en limitant les effets des trajets multiples, l'utilisation des DCP sur les bateaux.

Le coût de production de cette DCP à horloge interne était de 35 970 DM, et de 26 800 DM pour l'antenne stabilisée, en juillet 1976.

4.4. Les Moyens d'essais de certification

L'ESA possède à l'ESOC à Darmstadt en Allemagne un banc d'essais complet pour DCP qui permet aux industriels de faire effectuer les essais de certification avant la commercialisation de leur équipement.

4.5. Procédures de certification et d'admission

Les procédures de certification et d'admission sont décrites en détail dans le document «DCS user's guide» (Guide d'utilisation du Système de Collecte de Données) édition 3, publié par l'ESOC.

Pour faire certifier un modèle (au sens industriel) de DCP, le fabricant peut s'adresser soit à l'ESOC (l'opérateur du satellite METEOSAT), soit à l'un des opérateurs des autres satellites météorologiques géostationnaires, à savoir, les USA ou le Japon.

Les essais de certification portent essentiellement sur :

- les performances de l'émetteur
 - puissance de sortie et puissance rayonnée,
 - stabilité de la fréquence porteuse,
 - pureté spectrale et gigue de phase de la porteuse,
 - stabilité de l'horloge interne,
 - caractéristiques de la modulation,
 - efficacité du dispositif d'arrêt de l'émetteur ;
- les performances du récepteur d'interrogation
 - figure de bruit et figure de mérite,
 - taux d'erreur de bit,
 - temps d'acquisition,
 - rejection de la fréquence image et autres fréquences,
 - désensibilisation de l'antenne ;
- les performances globales

Le certificat délivré par l'ESOC à la conclusion des essais est valable, pour le cas d'une DCP internationale, pour tous les satellites, sinon sa validité est limitée au satellite METEOSAT.

Le futur utilisateur peut :

- soit faire développer sa propre DCP qui devra être certifiée,
- soit se procurer une ou plusieurs DCP déjà certifiées.

En parallèle, il demande à l'ESOC l'admission de sa ou de ses DCP en utilisant le questionnaire joint. Il aura à décrire l'utilisation escomptée de sa ou de ses DCP et à détailler avec précision le format des données transmises ; le traitement des données reçues et le mode d'acheminement des données traitées à l'utilisateur doivent aussi être précisés.

L'ESOC et l'utilisateur fixent en commun le canal à utiliser et l'horaire des transmissions. Pour une DCP internationale, l'admission prononcée par ESOC garantit que la DCP sera supportée par l'ensemble des satellites météorologiques géostationnaires.

Pour concrétiser et formaliser l'accord obtenu entre l'ESOC et l'utilisateur, un document appelé «Plan du support aux opérations de la DCP» («DCP Operations Support Plan», DOSP) est signé. Ce document définit les responsabilités relatives de l'ESOC et de l'utilisateur et reprend les caractéristiques particulières de la DCP concernée.

Il faut mentionner ici le coût des services assurés par l'ESA, qui sont indiqués figure 5.

1 - ESSAIS DE CERTIFICATION 3600 AU (pour 4 semaines)

2 - UTILISATION D'UNE DCP INTERNATIONALE - gratuit

3 - UTILISATION D'UNE DCP RÉGIONALE (par minute toutes les 3 h, minimum de facturation 2 mn)

	DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES				DONNÉES NON-MÉTÉOROLOGIQUES			
	Première année		Années suivantes		Première année		Années suivantes	
	%	KAU	%	KAU	%	KAU	%	KAU
Services gouvernementaux des pays signataires	0	0	0	0	0	0	0	0
Services gouvernementaux des pays non-signataires + OMM	100	0,64	100	0,20	100	0,64	100	0,20
Utilisations commerciales dans des pays signataires	100	0,64	100	0,20	100	0,64	100	0,20
Utilisations commerciales dans des pays non-signataires	200	1,28	200	0,40	200	1,28	200	0,40

Fig. 5 — Coûts des services associés à la collecte des données.

4.6. Les modes d'acheminement des données

Le mode d'acheminement préférentiel est le Système Mondial des Télécommunications (SMT) qui permet aux messages reçus, non seulement d'atteindre leur destinataire spécifique, mais aussi d'être disséminés à la communauté météorologique toute entière.

Ce mode d'acheminement via le SMT est obligatoire pour les DCP internationales.

Pour les DCP régionales, l'ESOC peut envoyer les données, soit sous forme de bandes magnétiques, soit sous forme de messages imprimés par ordinateur.

4.7. Spécification du système collecte de données Météosat

Le système international comprend 33 canaux compris entre 402,002 et 402,098 MHz, et le système régional 33 canaux compris entre 402,101 et 402,197 MHz pour la collecte des données.

Dans le sens interrogation, deux fréquences seulement sont utilisées, 468,875 MHz pour le système international et 468,925 MHz pour le système régional.

La cadence digitale est 100 bits par seconde, le schéma de modulation étant :
PCM (SPL)/PM avec $\omega = 1,05 \text{ rad.}$

Les formats des messages sont :

- porteuse pure : 5 sec. pour la collecte, 60 sec. pour l'interrogation
 - préambule : 250 bits (+ 4 bits pour l'interrogation)
 - synchronisation : 15 bits
 - adresse : 31 bits
 - données : 649 mots de 8 bits
 - E O T : 31 bits
- } uniquement pour la collecte

Les spécifications détaillées sont données par le document «DCS user's guide» mentionné précédemment.

5 EXEMPLES D'UTILISATION DE DCP

Deux utilisations du système de collecte de données vont maintenant vous être présentées.

5.1. Réseau ASDAR

C'est l'acronyme de Aircraft to Satellite Data Relay, autrement dit «Relais de Données entre Avion et Satellite».

L'établissement du plan de vol des avions est basé sur les conditions météorologiques rencontrées le long des itinéraires possibles. L'ennui est que ces conditions météorologiques sont établies à partir d'observations menées du sol (imprécision à haute altitude) ou à partir d'observations rapportées par les équipages (introduction de délais importants).

L'idée d'installer des DCP à bord des avions a été exprimée par les USA en 1975 et, dès 1976, la collaboration entre l'ESA et la NOAA/NESS s'est établie et développée.

Il est inutile de dire que ASDAR fait usage du Système International de Collecte de Données.

Au 1er janvier 1979, ASDAR volait sur 5 compagnies civiles, à savoir (par ordre chronologique) :

- American Airways et KLM : depuis février 1978
- Scandinavian Airline, Qantas Airways et Lufthansa : depuis août 1978.

L'U.S.Airforce utilise aussi ASDAR.

Un message typique est le suivant :

```

YEAR 78 DAY 121 HOURS 18 MIN 02
ARP PA001Z 5059N06202W 1802 F329 MS35..7/033
ARP PA001Z 513.N06038W 1754 F329 MS35 111/044
ARP PA001Z 5214N05.12W 1747 F329 MS37 113/055
ARP PA001Z 5250N05743W 1739 F329 MS43 119/062
ARP PA001Z 5324N05612W 1732 F310 MS45 113/075
ARP PA001Z 5357N05437W 1724 F309 MS49 126/061
ARP PA001Z 5421N05258W 1717 F309 MS47 134/043
ARP PA001Z 5444N05115W 1709 F309 MS49 135/055

```

où l'on voit que l'appareil de la PanAm identifié par 001 se trouvait le 1er mai 1978 à 18 h 02 TU à 50.59° Nord et 62.02° Ouest, à l'altitude de 32 900 pieds où la température de l'air était -35°C , et la direction vent était de $(10)^7$, alors que sa vitesse était 44 nœuds.

5.2. Expérimentation sur le vaisseau britannique «RSS Bransfield»

Ce bâtiment est utilisé pour desservir les bases britanniques en Antarctique.

Pour sa campagne de ravitaillement actuelle, il a été équipé de la DCP et de l'antenne stabilisée de l'ESA, les services météorologiques britanniques ont fourni le clavier d'entrée des messages météorologiques. Le but principal de cette expérimentation est de vérifier les conditions de propagation des messages en limite de couverture radio-électrique.

Un exemple des messages reçus est :

Z U L G

99570	50718	13183	42526	98256	90006
33401	62215	0//05	10780	30405	26812

Le décodage permet de reconnaître en particulier :

- la date et l'heure d'observation : 13 février 1979 18 h TU
- la position du bateau : 57.0° Sud, 71.8° Ouest
- la force et direction du vent : 26 nœuds venant du 25°
- la pression atmosphérique : 900 mbar en hausse
- les températures de l'air : $+6,0^{\circ}\text{C}$ et de la mer : $+7,8^{\circ}\text{C}$.

Depuis le 24 octobre 1978, date à laquelle le «RSS BRANSFIELD» a quitté Southampton, la disponibilité opérationnelle des messages exprimés en % est donnée par la figure 6. Les données brutes actuellement disponibles n'ont pas encore permis de dissocier les différentes causes responsables de la non-réception des messages. Cependant, il est permis d'estimer que le bateau était en dehors de la zone de couverture radio-électrique de METEOSAT du 12 au 24 décembre 1978. Ceci devra être confirmé par l'analyse du livre de bord du bateau.

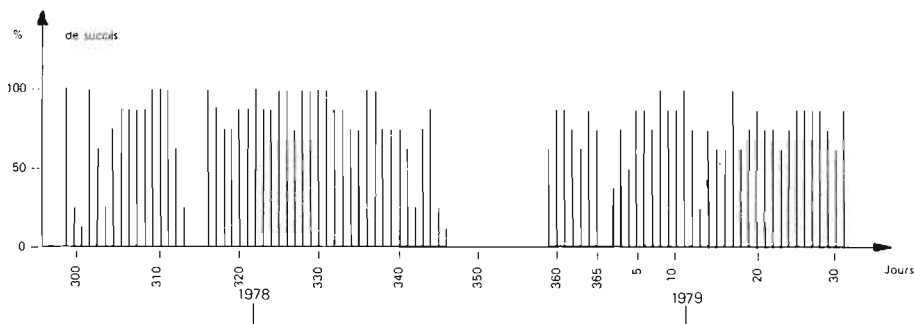


Fig. 6 — Expérimentation sur le «RSS Bransfield»
Disponibilité opérationnelle des messages

6. ETAT ACTUEL D'UTILISATION DU SYSTÈME DE COLLECTE DE DONNÉES «METEOSAT»

Six industriels européens proposent des DCP certifiées :

- DORNIER (Allemagne)
- ELEKTRONIKCENTRALEN (Danemark)
- E.M.D. (France)
- L.C.T. (France)
- Mc MICHAEL (Grande-Bretagne)
- PLESSEY (Grande-Bretagne)

Au 1er janvier 1979, le nombre de DCP recensées s'élève à 52 dont 6 internationales.

7. AVENIR DU SYSTÈME DE COLLECTE DE DONNÉES «METEOSAT»

Un examen critique concernant le nombre réduit des utilisateurs permet d'identifier les principales lacunes dont a souffert le système de collecte de données METEOSAT.

- La première est relative à la durée du service : l'utilisateur veut, en effet, être certain que le service va continuer de nombreuses années avant de se lancer dans une phase d'approvisionnement de DCP pour développer un réseau d'observation. La décision prise par l'ESA, de lancer en juillet 1980 le modèle de vol n° 2 de METEOSAT, permettra d'assurer le service de collecte de données jusqu'à mi-1983 minimum.

L'ESA est de plus en contact avec certains offices nationaux de météorologie, en vue de la constitution d'une entité capable d'assurer la mise en place d'un système opérationnel à partir de 1983 environ.

- La seconde concerne le développement du logiciel METEOSAT et les problèmes liés à la mise au point du matériel qui ne permettraient pas de livrer à l'utilisateur les messages reçus avec la régularité souhaitée. Aujourd'hui, ces moyens sont progressivement devenus opérationnels et la disponibilité du système dépassait 91 % en janvier.
- La troisième enfin, est liée aux délais d'acheminement des messages. Jugés trop importants par nombre d'utilisateurs potentiels, ils les dissuadent d'utiliser ce système pour des applications dynamiques. La réduction des délais d'acheminement ne peut être obtenue qu'en changeant le mode d'acheminement utilisé. Il ressort d'études effectuées sur ce sujet, que l'utilisation du canal de dissémination des images sous forme de transmission digitale pour retransmettre systématiquement tous les messages reçus, réduirait les délais à 3 heures. En contre-partie, pour bénéficier de ce service, les utilisateurs devraient s'équiper d'un dispositif de réception bande S dont l'antenne serait environ de 4 m de diamètre et dont le coût était estimé à 150 000 Unités de Compte européennes en juillet 1978, ou modifier leur Station d'Utilisation des Données Primaires (PDUS) METEOSAT pour un coût insignifiant.

8. CONCLUSION

METEOSAT, en orbite depuis plus d'un an, accomplit bien les 3 missions qui lui avaient été assignées. Les résultats d'ores et déjà acquis sont au moins comparables à ceux obtenus par les autres satellites météorologiques géostationnaires.

Les expérimentations conduites avec les DCP ont démontré que le système de collecte de données fonctionnait bien et les utilisateurs actuels se montrent satisfaits des services rendus.

Enfin, on est en droit d'espérer que l'annonce du lancement de METEOSAT-2 en 1980 va faire tomber les dernières hésitations des utilisateurs potentiels, et l'on peut penser que le nombre de DCP en service va s'accroître très rapidement.

9 LÉGENDES DES SIGLES, ACRONYMES ET ABREVIATIONS (par ordre d'apparition dans le texte et les figures)

WEFAX	: Weather Fac-similé.
GOES	: Geosynchronous Operational Environmental Satellite. Satellite Opérationnel Géosynchrone pour l'Environnement.
GOMS	: Geosynchronous Operational Meteorological Satellite. Satellite Météorologique Opérationnel Géosynchrone.
MGCS	: METEOSAT Ground Computer System. Système de Calcul au Sol MÉTÉOSAT.
SMT	: Système Mondial des Télécommunications.
DATTS	: Data Acquisition Telecommand and Tracking Station. Station d'Acquisition des Données, de Télécommande et de Télémétrie.
SDUS	: Secondary Data User Station. Station d'Utilisation des Données Secondaires.
PDUS	: Primary Data User Station. Station d'Utilisation des Données Primaires.
APT	: Automatic Picture Transmission. Transmission Automatique d'Image.
GMS	: Geostationary Meteorological Satellite. Satellite Météorologique Géostationnaire.
CGMS	: Coordination of Geostationary Meteorological Satellites. Coordination des Satellites Météorologiques Géostationnaires.
EIRP	: Equivalent Isotropic Radiated Power. Puissance Isotropique Rayonnée Équivalente (PIRE).
S/C	: Spacecraft. Engin Spatial.
AU	: Accounting Unit Unité de Compte (UC).
KAU	: Kilo Accounting Unit. Kilo Unité de Compte (KUC).

} 1 AU = 5.65 Francs Français au 1.07.79.

PCM	:	Pulse Coded Modulation. Modulation par Impulsion codée (MIC).
SPL	:	Split-phase Level. Saut de phase selon le niveau.
PM	:	Phase Modulation. Modulation de Phase.
EOT	:	End of Text. Fin de texte.



DOCUMENT 1.4.

**COMPTE RENDU
DE LA PREMIÈRE SÉANCE ATELIER**

d'après les notes de séance
de Janina FORKASIEWICZ
et de Marc LAKHDARI

Chargés de Mission au CEFIGRE



F 3286

EXPOSÉS DES REPRÉSENTANTS DES AGENCES SPATIALES

01. Un des objectifs de cet atelier étant de permettre aux Agences Spatiales d'exposer leurs systèmes et les services de tous ordres qu'elles peuvent assurer, M. ROCHE demande aux représentants du Centre National d'Études Spatiales (CNES - France) et à l'Agence Spatiale Européenne (ASE) de prendre la parole tour à tour avant de passer à la discussion.

02. M. FERRAND, de l'ASE, fait remarquer qu'il existe des inexactitudes dans un document du CNES, évoquant les caractéristiques du satellite METEOSAT. Les corrections nécessaires seront faites.

03. M. TAILLADE-CARRIERE (CNES) prend alors la parole pour exposer le Système ARGOS et les prestations que les utilisateurs peuvent attendre du CNES. Après une courte introduction, il base son exposé sur la projection d'un film réalisé par le CNES, la NOAA et la NASA, puis commente, sur projections, la plaquette «le Système Argos de collecte des données» (cf. Document 1.2. : «Satellites data collection systems, hydrological application»).

04. M. FERRAND expose pour l'ASE le système Météosat (cf. Document 1.3. : «Le système Météosat, mission collecte de données») et passe la parole à M. HOUET, qui présente les modalités d'admission au système Météosat, ainsi que son support opérationnel. Il précise la taille des messages, le codage des données, les canaux disponibles (six, plus un canal d'échange) et le nombre de plateformes possible pour la collecte des données (Data Collection Plateforme [D.C.P.]).

DISCUSSION

05. M. ROCHE ouvre la discussion et donne la parole à M. KLOHN, représentant de l'OMM. L'orateur déclare qu'il a trois questions à poser :

- 1ère question de M. KLOHN. Dans le film présentant Argos, on parle d'un réseau de collecte des données en Amazonie, alors que sur la carte présentée en projection ne figure aucune station. Y en a-t-il en réalité ?

Réponse de M. TAILLADE. Le film indique la possibilité d'installer un réseau de collecte des données en Amazonie, mais non pas qu'il en existe déjà.

- 2ème question de M. KLOHN. Elle concerne ce qu'il considère comme une faiblesse d'Argos : les données sont transmises aux utilisateurs avec un délai d'au moins 6 h. Le système de saisie des données est rapide, mais les utilisateurs doivent attendre avant de les obtenir.

Réponse de M. TAILLADE. Oui, cela peut paraître long, mais cet inconvénient est compensé par une grande fiabilité : dans sa situation définitive, le système comprendra deux satellites et tous les organes sont doublés en prévision des pannes. Par exemple, les bateaux de la Transat (course de voiliers en cours) sont tous équipés d'émetteurs-récepteurs et l'ensemble fonctionne bien.

- 3ème question de M. KLOHN. Les stations de réception de Météosat pour la télédétection peuvent-elles être utilisées aussi pour la télétransmission ?

Réponse de M. FERRAND. Ce projet est à l'étude.

M. KLOHN : cela sera-t-il opérationnel bientôt ?

M. FERRAND : on en est loin, il faudrait d'abord un accord de la Direction de l'Agence Spatiale Européenne (ASE).

06. M. AYIBOTELE (Ghana) voudrait savoir quelles sont les modifications à apporter aux systèmes actuels pour recevoir les données sans passer par les États-Unis et Toulouse.

Réponse de M. FERRAND. Il faudrait avoir une DCP spéciale ayant une puissance d'émission plus forte avec une antenne de 4 m de diamètre ; mais ceci est à déconseiller en raison des effets de brouillage que cela entraînerait, à moins de généraliser, ce qui serait coûteux, cette disposition à toutes les balises.

Réponse de M. TAILLADE. Le système Argos peut être reçu dans le pays lui-même avec une station de réception particulière, c'est le système de réception en direct. Une telle station est disponible aux États-Unis et au Canada et son prix est peu élevé. Mais les utilisateurs demandent en général le passage par les États-Unis et Toulouse, qui offre plus de garanties, de fiabilité et de qualité).

M. FERRAND confirme que, pour une meilleure réussite, il vaut mieux passer par le système : « Si vous voulez avoir votre propre station, vous aurez moins de sécurité ».

07. M. MANSOUR (Sénégal) prend ensuite la parole. Il remercie d'avoir été invité, et indique que les deux systèmes sont l'un et l'autre utilisés au Sénégal. Il a été très intéressé par les deux exposés. Il se demande encore ce que peuvent tirer de cette technologie sophistiquée et coûteuse les pays en développement. Il a vu le schéma d'élaboration et de prise de décision montré par M. ROCHE et demande comment se fait la communication entre la station et les autorités de décision. Par exemple, au Sénégal, il peut exister une menace de crue du fleuve Sénégal détectée par un réseau de stations d'observations. Cependant, les moyens de communications étant insuffisants (radio et/ou téléphone dont le fonctionnement n'est pas toujours satisfaisant), les données sont transmises en temps différé et les décisions ne peuvent être prises dans des délais convenables.

- Il demande ensuite quel système est le plus facile à mettre en œuvre, le plus fiable et le moins cher.
- Il demande la signification du mot ARGOS.
- Il constate qu'Argos a peu de correspondants du Tiers Monde et se demande pourquoi.
- Il pose ensuite la question de la facturation pour la collecte des données, quel est le coût pour utiliser Argos ?
- Pour Météosat, il observe une lacune concernant le nombre des utilisateurs. Il demande si la limitation du champ de prise de vue est la raison du nombre limité d'utilisateurs ?
- Quel est le délai d'acheminement des données de Météosat comparé avec Argos ?
- Enfin, il note que les canaux de transmission des données incluent des données météo, hydrologiques, etc. Existe-t-il déjà une saturation comme l'a indiqué l'OMM ?

08. M. ROCHE répond. En ce qui concerne les problèmes de prise de décisions et de responsabilités, on note que le système élabore des prévisions et des conséquences possibles. Mais les décisions se prennent à plusieurs niveaux. Dans certains cas, le gestionnaire local a le pouvoir de décider. Prenons l'exemple d'un barrage de production hydro-électrique ; le gestionnaire local au niveau de la Société d'Électricité peut prendre certaines décisions, mais si elles entraînent des conséquences importantes du comportement des eaux en aval, touchant un endroit habité par exemple, la décision revient aux autorités politiques. La comparaison financière entre les différents systèmes sera l'objet des débats, dans les différents ateliers, entre utilisateurs et constructeurs.

09. M. TAILLADE répond au sujet du mot ARGOS. Le premier satellite, ayant été lancé pour l'étude des vents par le suivi de ballons sonde, a été appelé EOLE. Le suivant a été nommé ARGOS compte tenu du lien entre ARGOS et EOLE en mythologie grecque.

- Il y a peu de correspondants Africains, car le satellite couvre surtout bien les régions polaires. On commence donc à exploiter en premier les données les plus sûres, les plus performantes et les plus faciles. Après lancement d'un deuxième satellite, le système sera plus complet.
- Les données codées sont gratuites. Pour les traduire en données physiques (hauteur des niveaux d'eaux, etc.) cela coûte maintenant 5 FF par jour et par plateforme. Cela coûtera en 1980, 10 FF par jour et par plateforme. On peut se procurer une bande magnétique pour 200-300 FF.
- Si on a un récepteur VHF, on peut à la rigueur utiliser Argos comme détecteur de crues. Mais le satellite passe peu souvent au niveau de l'équateur, ce qui est mauvais pour une telle utilisation dans ces zones équatoriales. Par contre, pour effectuer une étude à long terme, il est possible d'utiliser les données d'Argos.
- Les problèmes de saturation dépendent des pays. Ainsi, il y a des problèmes avec l'Australie, mais aucun avec le Canada et les USA.

10. M. FERRAND répond à la question concernant la collecte des données et des images. Une plateforme radio suffit pour capter les données. Par contre, les images sont plus délicates à obtenir. On doit limiter son champ de prise de vue sinon on observe des déformations des images.

Concernant les problèmes de saturation, cela dépend du tronçon observé. On note qu'en Afrique, dans certaines régions, le système est défaillant. Cependant, on pense combler cette lacune d'ici deux ans lors du lancement du satellite SERIO 2, mettant en parallèle les transmissions des données.

11. M. HOUET prend la parole pour indiquer que les délais de transmission sont surtout importants entre les stations et les utilisateurs. Le délai maximal entre les satellites et les stations est d'une heure. Par contre, pour atteindre les utilisateurs, le Telex marche bien mais coûte cher. Le téléphone ne fonctionne pas toujours très bien. On peut aussi se faire distribuer les données tous les huit jours par écrit (procédé PRINT OUT).

12. Question de M. BERTHELOT. Coût des stations de réception ?

M. TAILLADE répond : une station de réception Argos coûte moins de 400 000 FF tout compris.

M. FERRAND répond : pour Météosat, une antenne de 15 m de diamètre coûte 1,5 millions de \$, et une antenne de 4 m de diamètre coûte 150 000 \$.

13. M. BEIDOU-BAGNAN (Niger) demande si nous sommes condamnés à vivre la situation de l'enfant séparé de ses parents ? Autrement dit, pose le problème de la continuité dans le domaine des satellites pour les deux systèmes.

M. TAILLADE répond : le système Argos étant pourvu de huit satellites dont chacun à deux ans de vie, la pérennité du système est assurée jusqu'à 1986. Actuellement, l'intéressé est sollicité pour préparer le futur du système Argos en se basant sur les expériences réalisées. En tout cas, le matériel qui existe sera compatible avec le futur système Argos (c'est la condition).

M. FERRAND répond : le 2ème satellite Météosat sera lancé d'ici l'année prochaine, sa durée de vie de trois à cinq ans assure donc une continuité jusqu'à 1983 environ. C'est le système de prise d'images qui est le plus critique. Si on ne considère que la collecte des données, la durée de vie augmente considérablement et le système travaillera jusqu'à 1990. Une étude pour créer un système opérationnel en ce qui concerne la prise d'images, la dissémination et la collecte des données, est entreprise par ASE, mais la décision en ce qui concerne ce système ne sera pas prise avant l'année prochaine.

14. M. SINGH (Inde) a l'impression que, dans le système Argos, il y a six passages près de l'Équateur. Comme il y a huit satellites, il demande : combien il y a de passages efficaces au-dessus de l'Inde, quel est l'intervalle de temps entre les deux passages et quel sera le mode de réception des données ?

M. TAILLADE répond : il y a huit satellites dans le système Argos dont deux sont lancés en orbite et six de réserve. Il faut trois mois pour lancer le 2ème satellite.

Il y a deux stratégies :

- **Système à deux satellites**

Il y a six ou sept passages par jour au-dessus de l'Inde (trois passages avec un seul satellite) plus ou moins rapprochés (l'intervalle de temps entre les deux passages le plus éloignés est de 10 à 12 h).

- **Station de réception directe**

Système mondial de télétransmission, etc.

15. M. SINGH demande ensuite des précisions en ce qui concerne le système Météosat : le 2ème satellite sera lancé, l'Inde sera alors bien couverte. Peut-on ainsi espérer avoir la transmission (l'émission et la réception) des données en temps réel ?

M. FERRAND répond : cela dépend de ce que l'on entend en parlant du temps réel. Si c'est une question de minutes, la réponse est non, si c'est une question d'heures, la réponse est oui.

16. M. MARTINS (Nigéria) remarque que les représentants au séminaire des pays en développement sont peu nombreux, il avoue être impressionné par cette technologie sophistiquée et insiste sur deux points suivants :

- il faudrait que tout ce matériel soit facilement accessible ;
- nécessité de former les gens sur place pour manipuler et entretenir ce matériel.

M. ROCHE explique que si les représentants des pays en développement sont moins nombreux que prévu c'est parce que certaines personnes invitées n'ont pas pu venir pour des raisons indépendantes de leur volonté (MM. KEITA, GAGARA, etc.).

17. M. GUILLOT demande si les plateformes Argos sont réutilisables en système Météosat.
M. FERRAND répond par la négative.

M. ROCHE remercie les participants à l'atelier et clôt la séance.



2. SECONDE SÉANCE ATELIER
EXPÉRIENCE ACQUISE
PROJETS IMMÉDIATS ET ENVISAGEABLES

(après-midi du mardi 29 mai 1979)

Rapporteur : M. Claude PESANT
*Directeur du Service d'Hydrologie,
Direction Générale des Eaux du Québec*

Co-Rapporteurs : M. Mansour SECK
Directeur de la Météorologie Nationale du Sénégal
M. Wulf KLOHN
*Fonctionnaire Scientifique au Département
d'Hydrologie et des Ressources en Eau de l'OMM.*

SOMMAIRE

(a) RAPPORT INTRODUCTIF

Document 2.1.

Expérience acquise et projets immédiats. Rapport-Synthèse Claude PESANT

(b) EXPÉRIENCE ACQUISE ET PROJETS IMMÉDIATS

Document 2.2.

L'expérience québécoise en téléométrie. Claude PESANT

Document 2.3.

Télétransmission par satellite des données hydrométéorologiques. L'expérience de l'ORSTOM au Sénégal Jacques CALLEDE

Document 2.4.

Télétransmission par satellite des données hydrologiques au Brésil. Situation actuelle et plans pour le futur. Nelson da Franca RIBEIRO DOS ANJOS

Document 2.5.

La transmission par satellite des mesures de la couche de neige. Pierre GUILLOT

(c) PROJETS ENVISAGEABLES

Document 2.6.

Selection of appropriate systems for teletransmission of hydrological data in developing countries Wulf KLOHN

Document 2.7.

The WMO Sahel Agrhyment Programme Wyndham Gethin OWEN

Document 2.8.

The River Niger Basin and data teletransmission Gabor KIENITZ

Document 2.9.

Télétransmission des données hydrologiques et lutte contre les vecteurs aquatiques d'endémies tropicales, le cas de l'onchocercose René LE BERRE

(d) COMPTE RENDU

Document 2.10.

Observations et conclusions sur les travaux de la seconde séance atelier . . . Claude PESANT

N.B. - A la suite du rapport introductif (Document 2.1.) les communications ont été regroupées en deux rubriques : (b) expérience acquise et projets immédiats (Documents 2.2., 2.3., 2.4. et 2.5.) ; (b) projets envisageables (Documents 2.6., 2.7., 2.8. et 2.9.).

DOCUMENT 2.1.

EXPÉRIENCE ACQUISE ET PROJETS IMMÉDIATS
RAPPORT - SYNTHÈSE

Claude PESANT

*Directeur du Service de l'Hydrométrie
Direction Générale des Eaux
Ministère des Richesses Naturelles du Québec
Québec, CANADA*



F3287

1. INTRODUCTION

En mai 1978, s'est tenu ici même au CEFIGRE un séminaire sur les systèmes d'acquisition, de traitement et d'exploitation des données. On a traité des aspects économiques de l'acquisition de données, de l'augmentation croissante des frais d'acquisition, et, en contrepartie, du raffinement des informations hydrologiques demandées par les usagers des ressources. On a souligné l'importance d'évaluer les avantages respectifs des différentes méthodes connues pour le recueil des données et précisé que le choix des équipements devra se justifier par une étude bénéfice-coût après que les objectifs auront été clairement établis en rapport avec les «output» désirés. Ce séminaire sur la télétransmission par satellite est donc une suite logique à celui de l'an dernier.

Aujourd'hui nous remarquons une demande croissante de données hydrologiques récentes et immédiatement disponibles. Ces observations sont requises pour la prévision des débits ou des inondations, pour une exploitation rationnelle des ouvrages hydrauliques, des voies navigables, des besoins d'irrigation pour les cultures maraîchères et céréalières etc. Généralement, ces besoins sont satisfaits par l'utilisation de systèmes de télémetrie, lesquels sont traditionnellement assurés par ligne téléphonique ou une liaison radio.

Au cours des dix dernières années, la technologie des satellites terrestres fut mise à profit en Amérique du Nord pour relayer les observations de stations hydrologiques. Au début, les délais étaient de plusieurs heures mais, progressivement, la performance des systèmes s'est améliorée et ils peuvent se ramener maintenant à quelques secondes. Ainsi, l'acquisition des données hydrologiques en temps réel est devenue une réalité.

Dans le cadre des programmes de collecte systématique des données hydrologiques, il est particulièrement difficile d'établir les bénéfices que l'on peut obtenir de l'acquisition des données en temps réel. Toutefois, cette technologie permet, entre autres, une meilleure planification des campagnes de mesures et du programme d'entretien des équipements ; la réduction du nombre de visites aux stations peut se traduire par des économies dans le budget d'exploitation des systèmes de collecte des données.

L'acquisition des données en temps réel est un «Input» pour la prévision hydrologique et l'exploitation des ouvrages en cours d'eau ; dans ce cas, une analyse bénéfice/coût peut facilement établir la rentabilité de l'opération.

La télémetrie par satellite n'est pas obligatoirement la solution à tous les problèmes liés à la conception, à l'implantation et à l'exploitation des systèmes de collecte des données hydrologiques pour la connaissance, la mise en valeur et la gestion des ressources en eau. Ce moment d'acquisition des données en temps réel est encore une activité récente et les expériences sur une base opérationnelle sont peu nombreuses.

Ce rapport résume l'essentiel des deux documents reçus traitant de l'expérience acquise dans ce domaine et j'ai ajouté plusieurs informations obtenues des organismes canadiens et américains qui œuvrent dans ce domaine depuis plus de deux ans.

2. LA TECHNOLOGIE

Ce que nous désirons, c'est transmettre à distance un signal porteur d'un résultat de mesure ; on peut le faire par lien terrestre ou dans l'espace. Le réseau téléphonique peut relayer des informations à plusieurs milliers de kilomètres ; ce système est fréquemment utilisé dans les régions urbaines et rurales et demeure, à mon avis, une option très valable et bon marché si la communication téléphonique est de bonne qualité. La communication radio au sol est employée depuis fort longtemps, mais c'est un système relativement dispendieux lorsque le territoire à couvrir est grand ; de plus, sa fiabilité nous fait souvent défaut quand surviennent les cataclysmes.

La télémétrie par satellite est un système qui a fait ses preuves, il est fiable, il peut fournir l'information en temps réel et est parfaitement compatible avec un traitement sur ordinateur. Le degré de raffinement du système de télémétrie est fonction de ce que veut l'utilisateur, de ce qu'il est prêt à investir et des contraintes techniques du système ; le prix est abordable si plusieurs usagers l'utilisent.

Dans le domaine de la collecte des données hydrologiques, le potentiel d'utilisation des systèmes de télémétrie est grand et son coût est plus que compétitif. En effet, avec l'évolution constante de la technologie, ces systèmes sont de plus en plus versatiles et de moins en moins coûteux.

3. SYSTÈMES OPÉRATIONNELS DE TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE

Les satellites géostationnaires GOES et le programme Argos sont les deux seuls systèmes qui offrent actuellement des garanties d'un mode opérationnel à long terme ; la combinaison des deux peut répondre à toutes les exigences des utilisateurs, peu importe le territoire à desservir et les délais de mise en disponibilité des observations.

3.1. Le système GOES

Un ensemble de cinq satellites géostationnaires assure la diffusion des observations à l'échelle du globe ; ce système dessert entre autres les besoins du programme de la Veille Météorologique Mondiale de l'OMM. Les Amériques sont desservies par deux satellites des U.S.A. placés aux longitudes 75° et 135° ouest ; le satellite de l'Agence Spatiale Européenne Météosat est à la longitude 0° et couvre l'Europe de l'Ouest et l'Afrique. Les satellites russes GOMS (70° E) et le GMS japonais (140° E) desservent les autres parties du globe. L'équipement embarqué est similaire pour chaque satellite et chacun peut retransmettre les données de plus de 10 000 stations équipées d'une balise.

3.2. Le programme Argos

C'est avant tout un système conçu pour la collecte à l'échelle du globe, de données lentement variables de l'environnement. Sur ces satellites, on retrouve à peu de choses près le même équipement disponible à bord des géostationnaires. Toutefois, le système de collecte des données fonctionne dans un mode d'accès aléatoire et permet la localisation de la

station émettrice. Du fait que ce sont des satellites à défilement sur orbite polaire, la retransmission des données en temps réel est possible, lorsque le satellite est en vue des stations émettrice et réceptrice. Autrement, les messages sont enregistrés à bord des satellites et relayés dès que possible à l'une des trois stations réceptrices du système Argos.

3.3. Choix d'un système

Le choix du système doit se faire en prenant en compte :

- l'exactitude de la donnée transmise,
- la fiabilité du système ; possibilité et conséquence des pannes des balises, du satellite et de la station réceptrice ; le risque technique d'une telle éventualité,
- la capacité d'ajouter d'autres balises sans surcharge du système,
- les délais de mise en disponibilité des mesures,
- les coûts associés à la mise en œuvre du programme de collecte en temps réel ou quasi-réel.

Au tableau 1, on a dressé une fiche comparative des deux systèmes ; bien qu'incomplète, on peut quand même dégager les particularités de chacun.

Tableau 1. Fiche comparative des systèmes d'acquisition des données pour les satellites géostationnaires et le système ARGOS		
Particularité	Satellite géostationnaire	Système ARGOS
Territoire sous observation	Entre les latitudes 80° Nord et Sud	Aucune restriction
Période d'observation	Permanente	De 4 à 28 messages par jour (de l'équateur au pôle)
Fréquence de transmission	Temps prédéterminé ou sur interrogation	Accès aléatoire de 40 à 200 secondes
Capacité de chaque satellite	10 000 balises	16 000 balises (4 000 pour localisation)
Longueur utile des messages	64 à 2 000 bits	32 à 256 bits
Mode d'acquisition	En temps réel	En temps quasi-réel
Vitesse de transmission (balise-satellite)	100 Baud	400 Baud
Fréquence porteuse (balise-satellite)	401,7 à 401,8 MHz	401,650 MHz

4. EXPERIENCE ACQUISE

4.1. La mise en service des systèmes opérationnels

(a) L'infrastructure actuelle

Sur ce sujet, les documents de référence sont peu nombreux et cela s'explique aisément ; le système des cinq satellites géostationnaires fut mis en place progressivement entre 1974 et 1978. C'est en 1975 que le programme GOES devint opérationnel pour les Amériques. Météosat fut placé en orbite en novembre 1977. En Amérique, c'est l'agence NESS (National Environmental Satellite Service) qui exploite le système opérationnel GOES

leur clientèle d'utilisateurs se recrute surtout aux États-Unis et au Canada. Pas moins d'une trentaine d'organismes s'en servent pour la collecte de données hydrologiques et océanographiques.

A ma connaissance la plateforme Météosat n'est pas encore utilisée à cette fin sur une base opérationnelle ; les équipements embarqués étant identiques, ce service devrait être prochainement disponible à la station réceptrice de l'Agence Spatiale Européenne à Darmstadt.

Le programme Argos prit son départ en octobre 1978 avec le lancement du premier satellite TIROS-N ; le deuxième sera en place à la mi-mai de cette année. Il n'est pas possible présentement d'évaluer tout le potentiel d'utilisation du programme Argos, du fait qu'un seul des deux satellites est en place ; toutefois, l'expérience menée par l'ORSTOM au Sénégal et les documents techniques de MM. TAILLADE et BESSIS ne laissent aucun doute sur la capacité de ce système.

(b) Les utilisateurs actuels

C'est en Amérique que se poursuivent des programmes de collecte systématique des données par satellite et ce à l'aide du système GOES. Plus de 800 balises de télémétrie sont utilisées à cette fin.

Les 32 utilisateurs se répartissent ainsi : USA 23, Canada 6, Amérique du Sud 3 ; plus de 500 balises servent à la collecte des données hydrométéorologiques. Aux USA, le service météorologique et la direction des ressources en eau des Services géologiques utilisent individuellement plus de 200 balises pour la collecte systématique des données ; l'ensemble des organismes canadiens utilise environ 50 balises.

4.2. L'expérience québécoise en télémétrie

(a) Les motivations

C'est dans le cadre de son programme de connaissance des eaux de surface que la Direction Générale des Eaux du Québec a mis en œuvre son projet de télémétrie en mai 1977. Depuis 1972, des expériences de télétransmission par satellite avaient été faites, et cinq ans plus tard, il fut décidé d'implanter un programme de télémétrie à l'intérieur des activités régulières de la Direction de l'Hydrologie. L'acquisition des données en temps réel se fait sur tout le territoire québécois.

Ce choix a été fait en considérant plusieurs facteurs dont le mode opérationnel du système, sa fiabilité, la durabilité des équipements et la rentabilité de l'opération. La souplesse et la capacité du système de télémesure ont aussi une grande importance ; par exemple, le nombre de paramètres et la quantité d'observations pouvant être relayés, la fréquence et la régularité de la transmission des blocs d'information. Enfin, il est grandement souhaitable que le système se prête au traitement par ordinateur et à la diffusion des résultats d'un centre de traitement à un autre.

En plus des considérations d'ordre économique, le critère performance fut fixé à 5 % de perte des données. L'objectif du programme québécois de télémétrie est de réaliser l'automatisation complète de toutes les phases du programme d'acquisition en temps réel, depuis la station de mesure jusqu'à la livraison de l'information traitée au client.

(b) Le matériel

Le système GOES de télétransmission par satellite fut choisi et les stations de mesure transmettent les messages à temps fixe, toutes les trois heures. L'agence américaine NESS

assure le tri et archivage des données reçues. C'est par ligne téléphonique que l'organisme québécois obtient des données hydrologiques de la station réceptrice de Wallops Island, Va, aux États-Unis.

Leur matériel de télémétrie (balise) peut transmettre 12 paramètres distincts (4 digitaux et 8 analogiques), une mémoire de 828 bits sert au stockage des données entre chaque temps de transmission. Le radioémetteur peut fonctionner à des températures comprises entre -20°C et 60°C . On estime à dix ans la vie utile de ce matériel.

(c) Fonctions utilitaires

Leur réseau de télémétrie répond à des besoins de connaissance de la ressource, à la prévision des crues, au contrôle des inondations et à l'amélioration de la production hydro-électrique.

Pour le programme « connaissance de la ressource eau », la télé-réception par satellite est utilisée uniquement en territoire non organisé et difficile d'accès, les coûts d'exploitation des réseaux hydrologiques y étant particulièrement onéreux. L'économie sur les frais annuels d'exploitation est optimale lorsque toutes les stations d'une même région sont dotées du matériel de télémétrie.

La Direction Générale des Eaux utilise des données en temps réel pour la prévision des crues et des inondations et, de façon plus fréquente, pour l'exploitation des barrages-réservoirs dont elle est propriétaire. La rentabilité d'un réseau de télémétrie est facilement établie dans ce cas-ci, du fait que l'on peut quantifier les bénéfices obtenus. L'acquisition des données en temps réel sert aussi à optimiser la production hydro-électrique et au contrôle des niveaux d'inondation. D'autres applications sont aussi faites dans le cadre d'un programme de lutte contre les feux de forêts.

A la fin de l'année 1979, la phase du traitement informatique sera opérationnelle. Ainsi, le programme de télémétrie sera entièrement automatisé, en ce sens que l'ordinateur sera programmé pour obtenir en temps réel les données transmises par le système GOES, les traiter et les stocker sur fichiers mécanographiques. Le système assurera la diffusion immédiate des données aux utilisateurs privilégiés.

4.3. L'expérience de l'ORSTOM au Sénégal

Le service hydrologique de l'ORSTOM a toujours porté intérêt à la télétransmission des mesures hydrologiques. Les premières expériences ont été menées au Tchad et en Guyane pour la collecte de l'information pluviométrique en utilisant les moyens classiques, liaisons radioélectrique et téléphonique.

En 1970, l'Office utilisa les canaux de télétransmission d'un satellite artificiel du projet EOLE ; ces expériences ont été effectuées à Brazzaville et à Cayenne.

En 1978, l'ORSTOM examina la possibilité de télétransmission des satellites MÉTÉOSAT et TIROS N. Ces essais de télétransmission ont été entrepris au Sénégal dans le but de tester et de choisir le matériel, d'évaluer le coût des transformations à apporter aux stations hydrométriques classiques et enfin de vérifier la bonne marche du retour des mesures à l'utilisateur.

Les essais MÉTÉOSAT ont été réalisés en juin 1978 et les équipements étaient installés à la station hydrométrique de Saint-Louis où l'on a mesuré la hauteur d'eau du fleuve Sénégal et la pluie recueillie à la station.

Le compte rendu de cette campagne expérimentale recommande de confier la réalisation de l'interface au constructeur de l'émetteur. D'autre part, ce compte rendu signale que le retour direct des données par le GTS peut accuser un retard de quelques heures du fait que les données synoptiques ont priorité.

Un essai sur le satellite TIROS N a été mené à la station hydrométrique du Saloum en octobre 1978 ; la transmission des données débuta le 21 octobre et les résultats furent excellents.

L'Agence responsable du système ARGOS a créé un fichier «utilisateur» sur bande magnétique. Il est souhaité que la station de réception locale puisse faire de même grâce aux messages reçus par GTS. Avec quelques heures de retard, il a été possible de contrôler le bon fonctionnement de l'installation. Ce rôle de «sonnette» est important et, dans certain cas, peut à lui seul justifier l'emploi de la télétransmission. Les fichiers utilisateurs favorisent la mise à jour des fichiers stations sans aucune nouvelle saisie mécanographique. Ces essais ont également permis d'entrevoir la possibilité d'introduire l'information télétransmise comme «input» dans un modèle mathématique de prévisions, et ce, à toute fin pratique, en temps réel. Les essais de l'ORSTOM ont démontré la souplesse d'emploi de la télétransmission par satellite. Le système paraît prometteur et contribuera à améliorer la qualité de l'information hydrologique.

5. DISTRIBUTION DES DONNÉES

Les deux systèmes de télémétrie offrent une gamme d'options à l'utilisateur pour la réception des données selon les techniques modernes de transmission. Le système mondial des télécommunications (GTS) est très utilisé pour acheminer les données compatibles aux spécifications de l'exploitant, l'Organisation Météorologique Mondiale.

Des lignes spécialisées, le telex et les lignes téléphoniques sont d'autres options disponibles pour la distribution rapide des données aux utilisateurs. Les observations en temps réel peuvent être fournies directement à l'ordinateur d'un centre de traitement, ou simplement sur une imprimante.

6. LES RÉSULTATS OBTENUS

Pour le gestionnaire, son intérêt à une nouvelle technologie d'acquisition des données hydrologiques tient aussi compte de la performance du système. Les statistiques disponibles à ce sujet proviennent des activités opérationnelles en télémétrie qui sont en cours en Amérique du Nord, depuis deux à trois ans. Ces activités pour la collecte des données font appel aux deux satellites (longitudes 75° et 135°) du système GOES.

Les statistiques sur le rendement du système de télémétrie s'établissent en pourcentage du nombre de messages reçus et utilisables, par rapport au nombre théorique de messages transmis par la station de mesure vers le satellite géostationnaire.

Les rendements obtenus proviennent de différents réseaux dont le nombre de balises varie de 20 à plus de 100 ; les rendements moyens se situent entre 80 % et 97 %. À l'intérieur des périodes considérées, les pourcentages fluctuent entre des valeurs limites de 60 % et 99 %. Il semble que les pertes de données soient proportionnelles au nombre de balises des différents groupes ; une expansion trop rapide du réseau de télémétrie peut compromettre la qualité du programme d'entretien du matériel si le personnel

qualifié n'est pas suffisant. Selon les commentaires des principaux utilisateurs nord américains, le programme d'entretien comprend la vérification complète du matériel à l'atelier, un entretien préventif de tous les équipements aux stations de mesure et une bonne formation du personnel technique.

L'expérience menée par l'ORSTOM au Sénégal nous indique que les essais de télétransmission à l'aide de Tiros N ont été couronnés de succès avec un rendement de 99 % pour la période d'essai. La courte période d'essai avec Météosat n'a pas permis d'évaluer ce système de communication et l'utilité du GTS pour acheminer au point d'origine les résultats de mesure. A ce sujet, l'agence Argos achemine de façon régulière en 6 heures, des données en temps réel depuis Toulouse ; ces informations sont reçues à Ottawa, Canada, 20 minutes plus tard et à Melbourne, Australie, 2 heures 20 minutes après l'envoi de Toulouse.

Les résultats du programme de télémetrie au Québec nous indiquent un rendement moyen de 96 %, durant la période d'octobre 1977 à avril 1979, avec des valeurs extrêmes de 90 % et 99 % ; les résultats sont présentés à la figure 3 du Document 2.2. Durant cette période de 19 mois, le nombre de balises en service s'est accru de 6 à 26 unités. Les plus importantes pertes sont survenues durant les mois d'hiver, mais l'installation de chauffeuses catalytiques au propane apporta une solution définitive à ce problème.

Vu dans un ensemble, la perte moyenne de données est de 4 % et les principales causes sont par ordre d'importance. 1 - Le mauvais fonctionnement des enregistreurs, le système d'alimentation, la balise ; 2 - Les pannes du système à la station réceptrice ; 3 - Les messages reçus en erreur et inutilisables.

7. LE PERSONNEL TECHNIQUE

L'exploitant d'un réseau de télémetrie doit compter sur un bon personnel technique et l'expérience nord américaine nous indique que diverses compétences sont requises pour assurer la qualité des résultats et ce, à des coûts abordables.

La mise en place et l'entretien des balises peuvent se faire par du personnel ne possédant pas de connaissance en électronique ; ceci suppose que l'unité défectueuse est simplement remplacée sur place à la station.

Pour un nombre de balises de 50 unités et plus, il est rentable d'avoir son atelier d'électronique et le personnel qualifié pour la réparation du matériel et une bonne mise au point des unités avant leur réinstallation sur le terrain.

8. LES COÛTS ASSOCIÉS A LA TÉLÉMETRIE

Les rapports techniques de MM. CALLEDE et PESANT fournissent certaines données sur l'aspect économique d'un programme de télécommunication par satellite.

8.1. Equipement à la station

S'il existe de faibles écarts entre les coûts d'acquisition du matériel de télémetrie à mettre en place aux stations de mesure, le prix d'achat d'une balise est différent selon le système

employé, Argos ou GOES. Le tableau ci-dessous décompose les coûts d'achat du matériel de télémétrie pour une station de mesure déjà équipée de ses capteurs et enregistreurs.

Tableau 2. Coût de l'équipement de télémétrie à une station hydrométrique			
Élément de télémétrie	Météosat	Goes *	Tiros N
Couleur	4 500 FF	2 700 FF	3 000 FF
Émetteur	18 000 FF	22 250 FF	15 000 FF
Antenne	4 000 FF	1 250 FF	500 FF
Alimentation	1 500 FF	1 500 FF	1 500 FF
	28 000 FF	27 700 FF	20 000 FF
* source canadienne, prix d'achat au Canada.			

8.2. Station réceptrice locale

La mise en service d'une station réceptrice locale comporte plusieurs avantages pour l'utilisateur du système de télémétrie ; les délais d'acquisition des données sont réduits au minimum, le traitement informatique se fait sur place et l'archivage des données s'effectue automatiquement. Bien sûr, cette option paraît fournir à l'exploitant toute la souplesse désirée et une autonomie évidente sur le plan opérationnel.

Selon les informations recueillies auprès des agences canadiennes et américaines, les coûts d'aménagement d'une station réceptrice sont relativement élevés et les frais annuels d'opération et d'entretien sont de l'ordre de 40 000 à 60 000 FF. L'implantation d'une station réceptrice peut coûter au bas mot 300 000 FF à 700 000 FF ; la station de réception du système Argos avec antenne VHF fixe est la moins onéreuse ; toutefois, pour des raisons de sécurité il faut doubler l'équipement, ce qui élimine les avantages économiques.

A mon avis, la station réceptrice de l'agence de télécommunication par satellite offre de meilleures garanties quant à la fiabilité du système et au dépiage des pannes potentielles des radio émetteurs. Même en déboursant pour obtenir les données de l'agence, l'utilisateur n'a pas à faire d'investissement et prévoir le personnel requis pour l'entretien et le fonctionnement de la station réceptrice ; ces frais sont partagés entre les différents utilisateurs du système.

8.3. Acquisition des données de télémétrie

A titre indicatif, je cite quelques chiffres du document sur l'Expertise québécoise en télémétrie. Le coût d'acquisition des données se décompose en deux éléments ; les frais d'entretien du matériel de télémétrie à la station hydrométrique, et les coûts inhérents à la transmission des données par satellite et au traitement informatique par l'utilisateur.

Les coûts peuvent varier appréciablement selon le degré de raffinement du traitement des données sur ordinateur et les difficultés d'accès à la station hydrométrique. Pour le réseau de télémétrie au Québec, le coût de mise en place des équipements de télémétrie varie de 1 200 FF à 2 800 FF selon que l'accès à la station se fait par route ou par avion de brousse.

Le coût moyen d'acquisition des données transmises par le satellite se chiffre à 4.000 F/année/station et comprend l'amortissement du matériel informatique qui assure l'automatisation complète du processus d'acquisition des données, depuis la station de mesure jusqu'à la diffusion de l'information traitée à l'utilisateur.

9. L'ÉQUIPE AGENCE-UTILISATEUR

Il m'apparaît utile de souligner l'importance de bons échanges entre l'agence responsable du système de télécommunication par satellite et les différents utilisateurs des canaux de communication dans le cadre d'un programme d'acquisition de données hydrologiques. Ces satellites opérationnels servent à des fins pluri-disciplinaires et la télétransmission des données par satellite n'est certes pas une fonction prioritaire.

Me référant à l'expérience nord-américaine, les utilisateurs du système GOES retirent d'énormes avantages des réunions prévues périodiquement par l'agence américaine NESS. L'agence a pu se familiariser davantage aux problèmes opérationnels des usagers et aux attentes de ces derniers quant à la performance du système et du matériel de télémesure, les balises. Concernant le traitement informatique, l'agence a amélioré le processus d'archivage des données et a communiqué à l'utilisateur des informations utiles sur le fonctionnement du système qu'elle gère.

A ces réunions, il y a échange d'informations entre les utilisateurs, et les problèmes communs ou particuliers sont discutés. Ces rencontres contribuent certainement à utiliser tout le potentiel de cette technologie et la formule mérite d'être retenue.

10. PERSPECTIVES D'AVENIR

Dans le secteur de l'hydrologie opérationnelle, la télémétrie jouera un rôle important. La disponibilité des données hydrologiques en temps réel ajoute une plus-value indiscutable aux données recueillies ; celles-ci constituent un «input» valable pour la prévision des crues et des inondations, la gestion de complexes hydroélectriques, etc.

Les expériences réalisées depuis trois ans démontrent sans équivoque le potentiel de cette technologie ; la décision de l'utiliser repose uniquement sur les considérations d'ordre économique inhérentes aux différents projets d'acquisition des données hydrologiques.

Sur le plan opérationnel, les différents programmes de collecte des données progressent et, en Amérique du Nord, les réseaux de télémétrie connaîtront une expansion importante au cours des cinq ou dix prochaines années. Le service météorologique américain considère la réalisation d'un projet de 1 000 stations de télémétrie au cours des années 1980 ; la direction des Ressources en Eau du US Geological Survey américain envisage d'accroître son réseau de télémesure à 2 000 stations d'ici 1984. Le Corps des Ingénieurs (USCI) mise beaucoup sur la télétransmission par satellite afin d'améliorer la gestion des ouvrages hydrauliques pour la lutte contre les inondations et la navigation fluviale. Dans cette perspective, cette agence compte équiper plus de 1 000 stations hydrométriques.

Au Canada, un projet de 250 stations de télémétrie sur une période de cinq ans est considéré sérieusement dans le cadre du programme d'inventaire des eaux de surface des provinces des Prairies canadiennes. Au Québec, l'objectif du réseau de télémétrie est de 100 stations en 1982.

Le Brésil prévoit de mettre en place un important réseau de télémétrie pour la collecte en temps réel des données hydrologiques sur son territoire. Sur le fleuve Niger, la télétransmission par satellite est considérée sérieusement pour l'acquisition des données hydropluviométriques nécessaires à la prévision des apports sur cette voie de communication fluviale du Sahel.

D'autres applications sont prévues, notamment par l'EDF, France, pour la mesure de la couche de neige dans les régions de haute montagne ; ces données servent à calculer les apports saisonniers sur les bassins où des centrales hydroélectriques sont en exploitation

11. CONCLUSION

Les expériences réalisées jusqu'à maintenant démontrent clairement la fiabilité des systèmes ARGOS et GOES pour la télétransmission des données. La technologie s'améliore constamment et son potentiel d'utilisation peut satisfaire aux besoins de l'hydrologue. La qualité de l'information hydrologique en sera grandement améliorée.

Au Canada et aux États-Unis, la télémétrie par satellite est maintenant utilisée sur une base opérationnelle pour l'acquisition des données sur les ressources hydriques. Les deux systèmes opérationnels peuvent desservir tous les besoins opérationnels canadiens. Les satellites TIROS N seront surtout employés pour relayer l'information aux stations hydrologiques inaccessibles aux géostationnaires ; a) latitude supérieure à 80° , b) obstacle visuel situé entre le satellite et la station émettrice.

La station réceptrice GOES/TIROS N de Prince Albert, Saskatchewan, sera le principal point d'acquisition des données hydrologiques pour la plupart des utilisateurs canadiens.

La télémétrie a une incidence directe sur le mode d'exploitation des systèmes d'observation et les coûts associés à ce programme, du fait que cette technologie permet de vérifier journalièrement le fonctionnement des capteurs et enregistreurs aux stations de mesure. Dans les études bénéfices/coûts relatives aux avantages de la télémétrie dans les programmes d'acquisition des données en temps réel, on devra prendre en considération la réduction possible des pertes de données et la diminution des budgets d'opération des systèmes de collecte.

Il ne faut pas croire que cette méthodologie s'applique rigoureusement à tous les programmes de collecte des données. Les exigences technologiques et économiques de ce système doivent être bien évaluées ; le risque inhérent aux pertes de données et aux problèmes opérationnels va de pair avec le raffinement recherché dans le choix des équipements et le degré d'automatisation du système de collecte.

L'expérience acquise, en Amérique notamment, facilitera le transfert de cette nouvelle technologie dans les pays en voie de développement. Cet outil aidera à faire un choix judicieux des meilleurs moyens à mettre en œuvre dans la réalisation des programmes d'acquisition des données et dans la conception des systèmes de collecte, les réseaux. Les objectifs économiques et techniques doivent être au départ clairement établis.

Enfin, on devra constamment revoir les objectifs et les performances obtenues ; une évaluation des bénéfices et des normes de qualité des résultats dictera les ajustements nécessaires pour mettre au point les programmes d'acquisition des données et répondre véritablement aux problèmes particuliers et aux besoins de la connaissance hydrologique du pays concerné.

RÉFÉRENCES

- BESSIS, J.L. (1979) - Operational data collection and platform location by satellite, CNES Toulouse, France.
- CALLEDE, J. (1979) - Télétransmission par satellite des données hydrométéorologiques. L'Expérience de l'ORSTOM au Sénégal (*cf. ibid.* Document 2.3.).
- GUILLOT, Pierre (1979) - La transmission par satellite des mesures de la couche de neige. (*cf. ibid.* Document 2.5.).
- HALLIDAY, R.A. (1978) - A plan for the collection and transmission of hydrometeorological data in the Brazilian Amazon basin BRA 372/010, WMO, United Nations Development Programme.
- KLOHN, Wulf (1979) - Selection of appropriate systems for teletransmission of hydrological data in developing countries (*cf. ibid.*, Document 2.6.).
- RIBEIRÔ DOS ANJOS Nelson Da Franca (1979) - Télétransmission par satellite des données hydrologiques au Brésil. Situation actuelle et plans pour le futur (*cf. ibid.*, Document 2.4.).
- PESANT C. (1979) - L'Expérience québécoise en télémétrie (*cf. ibid.*, Document 2.2.).
- TAILLADE-CARRIERE, M. et BESSIS J.L. (1979) - The Argos system contribution for the first global experiment (FGGE), CNES, Toulouse, France.



DOCUMENT 2.2.

L'EXPÉRIENCE QUÉBÉCOISE EN TÉLÉMÉTRIE

Claude PESANT

*Directeur du Service de l'Hydrométrie
Direction Générale des Eaux
Ministère des Richesses Naturelles du Québec
Québec, CANADA*



F 3288

PRÉAMBULE

01. L'on a prôné, depuis plus de vingt ans, l'automatisation du recueil des données hydrométéorologiques ; mais jusqu'ici la technologie offrait peu de possibilités aux hydrologues désireux d'acquérir en temps réel les données nécessaires aux prises de décision liées à la gestion de systèmes hydrauliques pour le contrôle des crues, pour la production d'énergie hydro-électrique, etc.

02. Les développements technologiques récents dans les communications par satellite entre autres, permettent des applications intéressantes dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle. Dans cet article, nous traiterons de l'utilisation de la télémetrie dans le programme de collecte des données hydrométéorologiques et des avantages que l'on peut en tirer pour la prévision hydrologique et l'exploitation des réseaux hydrométriques, à partir de l'expérience québécoise en télémetrie qui débuta en mai 1977.

L'UTILITE DE LA TÉLÉMÉTRIE

03. Les organismes chargés d'exploiter les réseaux d'observations hydrométéorologiques reconnaissent la nécessité de l'acquisition des données en temps réel afin de satisfaire à certains besoins des utilisateurs. En fait, le but recherché est de transmettre à distance un signal porteur d'un résultat de mesure. Dans les régions éloignées, les communications radio ont fourni un élément de réponse, mais les possibilités de la télécommunication par satellite les ont rapidement déclassées en ce qui a trait à la fiabilité des systèmes et aux coûts d'implantation et de fonctionnement.

04. Cette technologie rend possible l'automatisation de la collecte des données et améliore les délais de mise en disponibilité des données hydrologiques pour la prévision et pour fin de gestion. Ainsi, nous entendons nous servir de cette nouvelle technologie dans les secteurs suivants :

- (1) Inventaire des eaux de surface dans le territoire du Nouveau-Québec.
- (2) Exploitation des barrages-réservoirs et optimisation de la production hydro-électrique.
- (3) Prévision à court terme des crues et des niveaux d'inondation.
- (4) Surveillance (Monitoring) des normes d'utilisation ou de certains usages de la ressource.

LE PROGRAMME DE TÉLÉMÉTRIE

05. Dans le cadre du programme de connaissance des eaux de surface, l'acquisition des données en temps réel donne une dimension nouvelle aux observations recueillies. En effet, la disponibilité de données récentes est un atout pour la prévision hydrologique et un critère valable pour la gestion d'ouvrages hydrauliques et hydro-électriques. L'exploitation des réseaux hydrométéorologiques peut également tirer profit de cette technologie.

LE CHOIX DE LA TECHNOLOGIE

06. Au Québec, les besoins d'acquisition des données en temps réel concernent à la fois le Territoire du Nord, le Nouveau-Québec, et la partie méridionale où l'on retrouve toute l'activité économique et la très grande majorité de la population.

Dans les régions urbaines et rurales, on dispose généralement d'un bon système de communication, et le réseau téléphonique peut satisfaire la demande d'information en temps réel. Dans le Nouveau-Québec, nous avons choisi les communications par satellite pour collecter, au centre de traitement, les données provenant des stations de mesure implantées sur ce vaste territoire.

07. Pour le choix du système d'acquisition en temps réel, certains critères ont été établis et ils se sont révélés les mêmes quelle que soit la région à desservir. Tout d'abord le système doit être opérationnel, il doit aussi satisfaire à nos critères quant à sa fiabilité, à la durabilité des équipements et à la rentabilité de l'opération. La souplesse et la capacité du système de télémesure ont aussi une grande importance ; on se préoccupera par exemple du nombre de paramètres et de la quantité d'observations pouvant être relayés, ainsi que de la fréquence et de la régularité de la transmission des blocs d'information. Enfin, il est avantageux que le système soit compatible avec un traitement par ordinateur et se prête à la diffusion des résultats d'un centre de traitement à un autre.

08. En résumé, en plus des considérations d'ordre économique, la performance doit être bonne ($\leq 5\%$ de perte des données) et l'on accorde une attention particulière à l'automatisation poussée de tout le programme d'acquisition en temps réel, depuis la station de mesure jusqu'à la livraison de l'information traitée au client.

LE MODE D'ACQUISITION DES DONNÉES

Liaison téléphonique

09. Depuis une quinzaine d'années, on peut brancher des limniphones aux appareils de mesure et transmettre en clair ou en code les observations ; habituellement l'interlocuteur doit composer un numéro de téléphone. Actuellement, des interfaces électroniques sont disponibles pour relayer un ou plusieurs paramètres via le réseau téléphonique ; le signal digital peut être acheminé directement à un ordinateur et même être obtenu, au moment désiré et de façon automatique, si l'on dispose d'un équipement informatique approprié.

Télécommunication par satellite

10. La télémesure à l'aide d'un système radio avec répéteurs ne présente aucun intérêt pour nous si l'on considère l'étendue du territoire à couvrir ; de plus, il est onéreux et souvent peu fiable quand surviennent les cataclysmes, les ouragans, etc.

11. Depuis 1972, les satellites à défilement (Landsat) et, plus récemment en 1975, les satellites géostationnaires (SMS-GOES) (*) ont favorisé la télétransmission des données hydrométéorologiques.

(*) Synchron Meteorological Satellite - Geostationary Operational Environmental Satellite.

12. Sur une période de 5 ans, nous avons expérimenté les facilités de communication du satellite Landsat (ERTS) pour retransmettre les données hydrologiques d'une station d'observation de la région septentrionale du Québec ; les résultats sont valables mais le projet Landsat est expérimental et ce mode d'acquisition de données en temps quasi-réel ne fut pas retenu comme système opérationnel. L'essai du système GOES durant la période août 1976-mai 1977 nous décida d'utiliser ce système opérationnel exploité par l'agence américaine NESS (National Environmental Satellite Service).

LES MATÉRIELS DE TÉLÉMESURE

13. Nous l'avons dit précédemment, le réseau de télémétrie utilisera les communications téléphoniques partout où elles existent dans le sud de la province, et ailleurs l'information sera transmise par satellite. Les deux types d'équipement que nous employons, DARDC (*) et la balise programmable, sont fabriqués par la division Électronique de la compagnie LaBarge Inc., Tulsa, Oklahoma, U.S.A.

L'interface téléphonique DARDC

14. C'est un interface électronique pouvant transmettre par ligne téléphonique un signal digital ; l'appareil peut relayer en série quatre (4) paramètres différents. Les observations sont communiquées sur un simple appel téléphonique ; l'interlocuteur obtient les valeurs numériques en utilisant un dispositif de décodage branché sur le combiné de l'appareil téléphonique. Si la communication téléphonique est commandée par un ordinateur, ce dernier effectue directement le décodage et le traitement des données.

Le système GOES

15. Ce système est opérationnel et dessert les Amériques à l'aide de deux satellites placés sur une orbite géostationnaire à 35 000 km au-dessus de l'Équateur et ce, aux longitudes 75° et 135°. Chaque satellite peut desservir près de 10 000 stations terrestres.

16. Nous avons choisi le mode de transmission à temps prédéterminé, toutes les trois (3) heures. Une période de 60 secondes est allouée à chaque station pour transmettre son message (durée de 20 à 24 secondes). Nos émetteurs (balises) ont les caractéristiques suivantes : possibilité de transmettre douze paramètres (4 digitaux, 8 analogiques), une mémoire de 828 bits, seuils de température -20° et +60° C, alimentation 12 volts CC. On estime à 10 ans la vie utile de cet équipement. Nous opérons sur le canal de communication 13 du satellite EST (75°). Nous pouvons exploiter 40 balises sur ce canal et nous avons en réserve 50 fenêtres de transmission sur le canal 19 du même satellite.

(*) DARDC : Device for Automatic Remote Data Collection.

17. On peut décrire simplement le système de la manière suivante : l'émetteur programmable (balise) d'une station de mesure transmet, à un moment déterminé, un signal vers le satellite, qui le relaie aussitôt à la station réceptrice de Wallops Island en Virginie, U.S.A. L'agence américaine NESS se charge du tri et de l'archivage des données reçues ; chaque client du système GOES utilise le réseau téléphonique pour obtenir ses données du centre de traitement de l'agence (voir figure 1). Dans les meilleurs délais, l'information a été disponible moins de 10 secondes après l'envoi du signal par la balise.

18. Nous utilisons le système GOES dans le cadre d'une entente entre le gouvernement canadien et l'agence américaine NESS. Depuis peu, la station réceptrice canadienne de Prince Albert (PASS) traite de façon intermittente les données transmises par les satellites GOES ; c'est le Centre canadien de la télédétection qui exploite la station de Prince Albert, Saskatchewan.

Le coût du matériel

19. Il en coûte environ \$ 5 500 pour ajouter une balise à une station hydrométrique dotée d'un enregistreur avec ruban perforé (l'émetteur radio coûte \$ 4 500). L'utilisation du réseau téléphonique et de l'interface DARDC est moins chère ; l'achat et la mise en service de cet équipement coûtent en moyenne \$ 3 000.

20. Les frais d'implantation d'une nouvelle station avec équipement de télémétrie par satellite varie selon le nombre de paramètres hydrologiques à mesurer. Une station hydrométrique coûte environ \$ 11 000 alors que la station météorologique nécessite un investissement de \$ 12 000 à \$ 16 000 selon le nombre de capteurs ou variables météorologiques à mesurer. Si l'interface DARDC est utilisé au lieu d'une balise, les coûts sont réduits de \$ 2 000 mais on est limité à 4 paramètres et aucune mise en mémoire ; les observations transmises sont celles mesurées au moment de la transmission.

LE RÉSEAU DE TÉLÉMÉTRIE

21. Dans la réalisation du programme d'inventaire des eaux de surface, nous nous préoccupons entre autres de la réduction des coûts d'exploitation des systèmes de stations hydrologiques, d'une utilisation plus rationnelle du personnel affecté à ce programme et de l'amélioration des délais de mise en disponibilité des données hydrologiques.

22. C'est avant tout pour les besoins de la Direction Générale des Eaux du Ministère des Richesses Naturelles que cette technologie est utilisée, mais notre compétence dans ce domaine est également sollicitée par une clientèle privilégiée qui utilise l'information en temps réel pour la prévision hydrologique et la lutte contre les feux de forêts. C'est par contrat de service que nous traitons avec la clientèle extérieure.

23. L'ensemble des réseaux couvre toutes les régions du Québec et répond à une gamme variée de besoins et de clientèle. De ce fait, le réseau de télémétrie s'identifie à un mode d'acquisition en temps réel et il regroupe les stations de différents réseaux équipées pour la télémétrie. C'est pourquoi, le réseau de télémétrie répond aujourd'hui à des fonctions de connaissance et de gestion de la ressource : prévision des crues, contrôle des inondations, production hydroélectrique, etc.

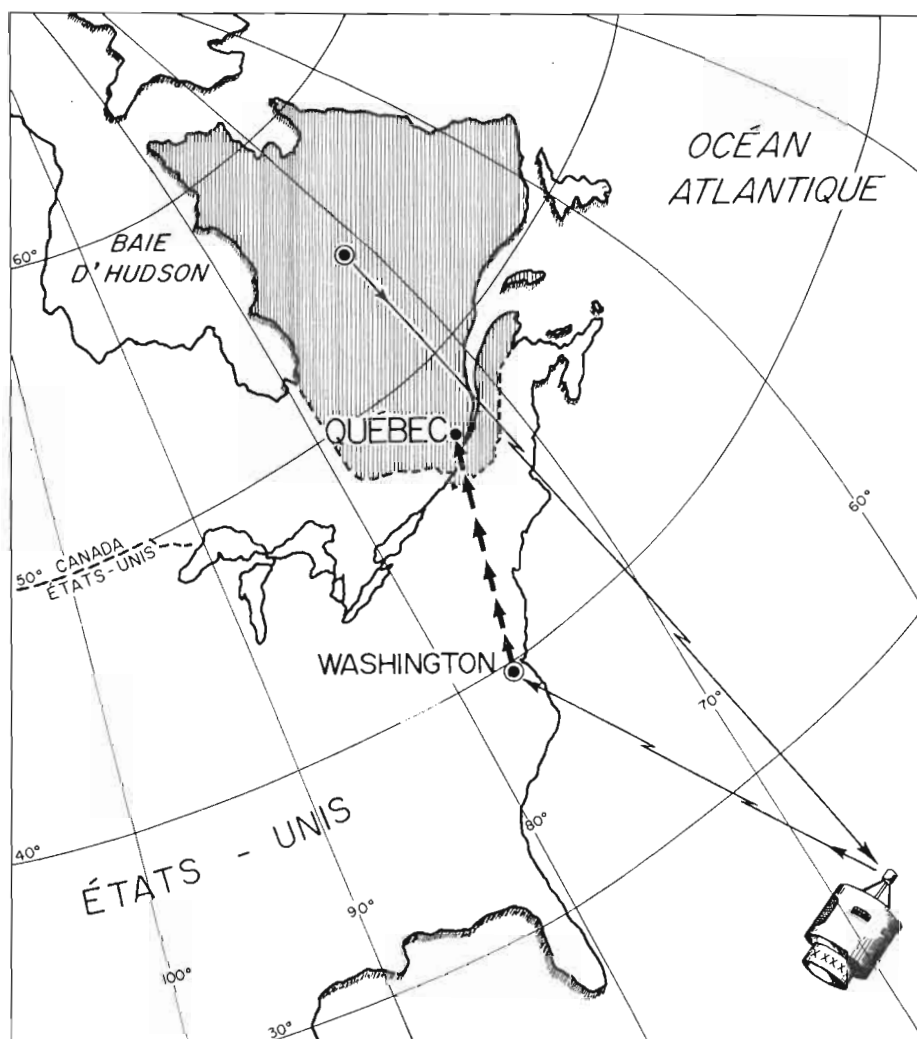


Fig. 1 - Circuit schématique des communications par satellite

24. C'est en mai 1977 que démarra le programme d'acquisition des données hydrométéorologiques en temps réel. L'appareil DARDC est relié au réseau téléphonique et dessert principalement les stations de mesure des régions urbaines et rurales ; aux stations hydrométéorologiques des régions éloignées, nous utilisons la balise programmée pour transmettre les données via le satellite GOES.

Connaissance de la ressource

25. C'est uniquement en territoire difficile d'accès que l'on peut rentabiliser la collecte des données en temps réel pour des fins d'inventaire de la ressource du fait que les coûts d'exploitation sont déjà élevés.

26. Dans le nord de la province, au-delà de la latitude 50° nord, l'utilisation de la télé-métrie vise quatre objectifs :

- (1) réduction des coûts annuels d'exploitation de ce réseau ;
- (2) diminution des pertes de données aux stations équipées pour l'acquisition en temps réel ; quotidiennement, nous savons si les limnigraphes fonctionnent normalement ;
- (3) atténuation du problème de recrutement du personnel technique devant voyager dans les régions éloignées ;
- (4) automatisation du processus de calcul des données ; élimination des erreurs dues à la transcription manuelle des observations et disponibilité à très court terme des données semi-traitées.

27. Dans l'Ungava, nous compléterons en 1979 la mise en place de balises aux 14 stations hydrométriques exploitées pour l'inventaire du potentiel hydrique de ce territoire ; à six (6) de ces stations, nous ajoutons des capteurs météorologiques pour l'observation de la précipitation, de la température et de l'humidité relative.

28. Selon une étude que nous avons faite en 1977, la rentabilité est acquise trois (3) ans après mise en place des équipements de télé-métrie. L'évaluation des bénéfices ne tient pas compte d'une plus grande disponibilité du personnel travaillant sur ce territoire. Du fait que toutes les stations hydrométriques sont parfaitement calibrées, le nombre de voyages est réduit de 5 à 3 par année, d'où une diminution annuelle appréciable (40 %) du travail consacré dans la région à la visite des stations et à la mesure des débits (2 fois/an) .

29. L'économie des frais annuels d'exploitation est optimale lorsque toutes les stations d'une région sont dotées d'un équipement de télé-métrie. Dans le territoire septentrional du Québec, les déplacements se font à l'aide d'avions de brousse et le coût annuel moyen d'exploitation d'une station est de \$ 6 500.

La gestion de la ressource.

30. La Direction Générale des Eaux utilise des données en temps réel pour la prévision des crues et des inondations printanières, et, de façon plus fréquente, pour l'exploitation des barrages-réservoirs dont elle est propriétaire. C'est particulièrement dans la partie sud de la province que ce besoin existe, et, selon l'endroit, le matériel employé est l'interface DARDC ou la balise programmable LaBarge. La rentabilité d'un réseau de télé-métrie est facilement établie dans ce cas-ci du fait que l'on peut quantifier les bénéfices obtenus.

31. Dans la région du lac Saint-Jean, nous exploitons pour le compte de la Compagnie Aluminium du Canada (SECAL), un réseau de 11 stations dans le but d'optimiser la production de leurs usines hydro-électriques et mieux contrôler les niveaux du lac Saint-Jean en période d'inondation. Des capteurs météorologiques seront ajoutés à certaines stations déjà équipées d'une balise.

32. Si l'expérience de cette année est satisfaisante, dans le cadre du programme de lutte contre les feux de forêts, le Ministère des Terres et Forêts du Québec requerra la mise en place d'un réseau de 25 stations météorologiques dans les régions forestières difficiles d'accès ; les données en temps réel servent au calcul de l'indice d'inflammabilité.

33. Dans la région de la baie James, la gestion du complexe hydro-électrique «La Grande» d'une puissance de 11 000 mégawatts sera complètement automatisée et l'on utilisera des inputs en temps réel sur les débits et niveaux de certains tributaires, et des différents réservoirs et centrales hydro-électriques. Au cours des prochaines années, nous comptons équiper à leur demande, 8 à 10 stations hydrométriques avec du matériel de télémesure pour la gestion de ces ouvrages et préalablement, pour suivre la phase de mise en eau des ouvrages. Ce projet débute cet été.

Les coûts d'exploitation

34. Selon les données préliminaires compilées au cours des 18 derniers mois, les coûts d'installation et les frais de télécommunication sont indiqués ci-dessous. Les frais d'installation et d'acquisition des données devraient diminuer en valeur absolue car il faut tenir compte du fait qu'au cours de la première année, 8 techniciens ont fait leur apprentissage aux stations hydrométriques équipées en télémétrie dans leur circonscription.

EQUIPEMENT DE TÉLÉMESURE	ACCESSIBILITÉ	C O U T M O Y E N	
		Installation	Télécommunication
Balise (Satellite)	Route Avion	\$ 300. \$ 700.	\$ 1 000/an \$ 1 000/an
Interface DARDC	Route	\$ 300.	\$ 200/an

N.B. Coûts exprimés en dollars canadiens.

L'état actuel du réseau

35. Le mois dernier, nous comptons 29 stations hydrométriques équipées d'une balise LaBarge et 23 autres stations dotées d'un interface DARDC. Au cours de l'année

1979, 12 autres stations relaieront les observations par satellite et 19 nouveaux équipements DARDC seront mis en place.

36. La figure 2 indique l'emplacement des 41 stations avec balise qui seront en service sur le territoire à la fin de 1979. Le tableau ci-dessous indique la répartition des deux catégories de stations de télémétrie selon l'objectif du programme et la croissance du réseau jusqu'en 1982.

Le réseau de télémétrie				
Stations avec balise (liaison satellite) ou avec interface DARDC (liaison sol)				
A N N É E	O B J E C T I F D U P R O G R A M M E			
	Inventaire	Prévision	Gestion	Total
1978	11	6 + 9*	12 + 14*	29 + 23*
1979	8	1 + 5*	3 + 14*	12 + 19*
1980-82	20	20 + 2*	20 + 8*	60 _e + 10 _e *
Total cumulé	39	27 + 16*	35 + 36*	101 + 52*

(*) stations fonctionnant avec une liaison sol.

(e) valeur estimée.

LA PERFORMANCE DU SYSTEME

37. La performance est mesurée en comparant le nombre de messages reçus au nombre théorique ; la figure 3 indique les résultats obtenus pour la période octobre 1977-avril 1979. Le nombre de balises en service s'est accru de 6 à 26 et le rendement moyen durant les 19 mois s'établit à 96 % avec des valeurs extrêmes de 90 % et 99 %.

38. La perte de données est donc de 4 % en moyenne et les principales causes sont par ordre d'importance :

- (1) Le mauvais fonctionnement des enregistreurs, le système d'alimentation (12 volts CC), la balise ;
- (2) Les pannes du système à la station réceptrice de Wallop's Island ;
- (3) Les messages reçus erronés, donc inutilisables.

39. Les plus importantes pertes surviennent durant les mois d'hiver ; ces problèmes sont attribuables aux très basses températures mais seront progressivement éliminés. La perte intermittente de données en temps réel au cours de cette période de l'année n'a pas d'impact important pour la prévision hydrologique du fait que les conditions d'écoulement varient très peu, les débits décroissant graduellement jusqu'à la crue printanière d'avril ou mai.

40. En ce qui a trait au rendement des interfaces DARDC reliés au réseau téléphonique, le pourcentage de perte de données est comparable ; les 2/3 des pertes sont attribuables à

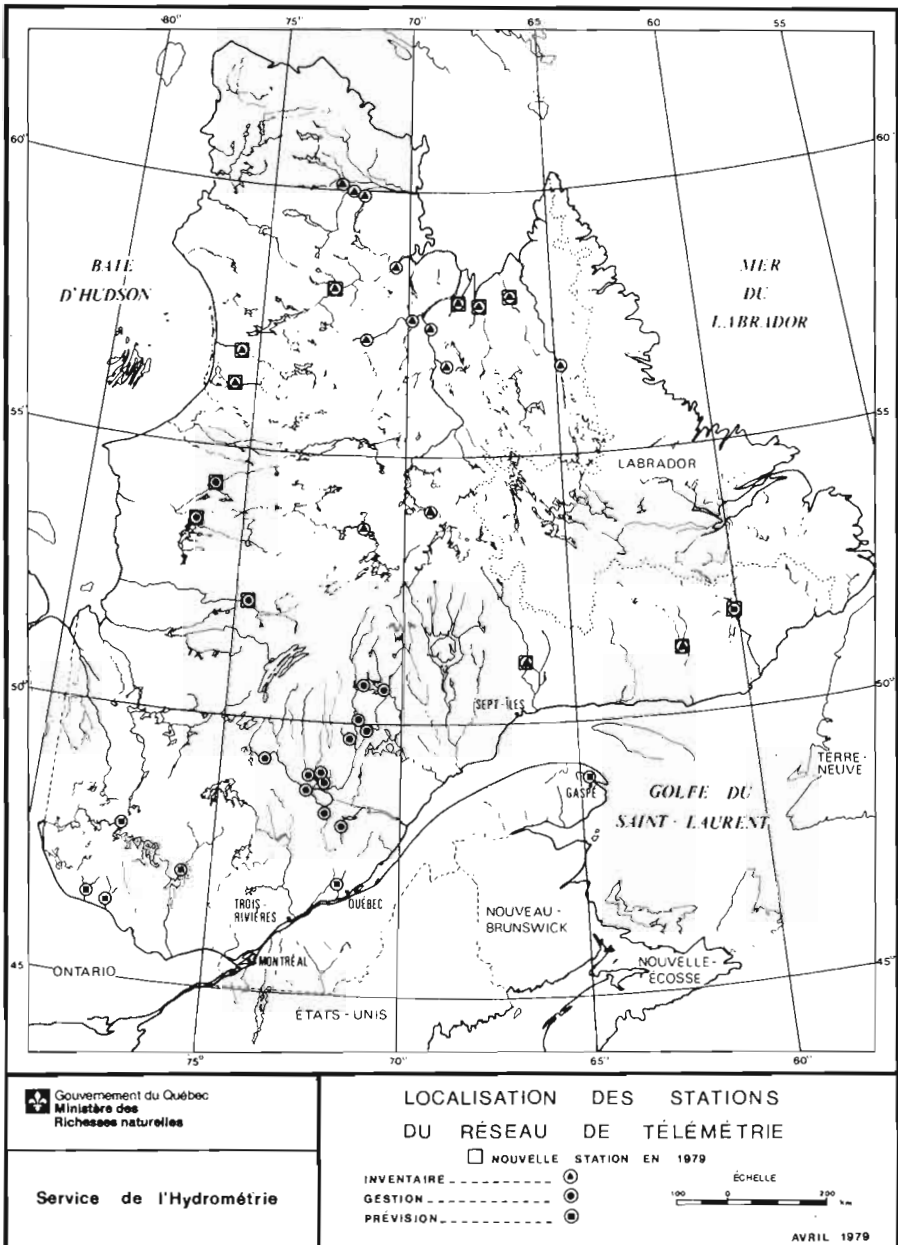


Fig. 2 — Localisation des stations du réseau de télémétrie

la mauvaise qualité du signal du réseau téléphonique desservant les secteurs ruraux. Plus de la moitié des 23 stations ont fonctionné à la perfection depuis le début de leur installation.

LE TRAITEMENT SUR ORDINATEUR

41. Nous entendons automatiser le plus possible toutes les phases de l'opération de collecte des données en temps réel. L'ordinateur sera programmé pour obtenir, chaque trois heures, les données reçues à la station réceptrice américaine de Wallop's Island en Virginie, puis faire la validation et le traitement des données brutes, stocker l'information semi-traitée sur les fichiers mécanographiques et assurer une diffusion immédiate aux utilisateurs privilégiés. Cet objectif sera atteint à la fin de l'année en cours.

42. Actuellement, nous utilisons un micro-ordinateur TI 990/4 avec mémoire disponible de 32 Kbytes, 4 unités de disquettes, 1 imprimante et 1 écran cathodique. Une ligne téléphonique conventionnelle (1 200 bauds en mode asynchrone) sert à l'acquisition des données reçues au Maryland. L'utilisation en commun de l'équipement informatique et les limitations du micro-ordinateur (capacité des mémoires, multi-programmation) nous empêchent de faire le stockage des données et la mise à jour des fichiers. Des démarches sont en cours afin d'avoir une plus grande autonomie et un équipement informatique adapté à nos fichiers.

PROBLEME DURANT LA SAISON D'HIVER

43. La rigueur du climat québécois pose un problème de fonctionnement des balises durant les mois d'hiver du fait que, fréquemment, les températures sont en deça de -20°C , seuil de performance des balises LaBarge. En janvier 1978, on a dû débrancher l'équipement de télémétrie aux 5 stations hydrométriques de la région de l'Ungava, parce que les abris n'étaient pas chauffés.

44. Suite aux essais réalisés à Québec durant l'hiver 1978, nous avons installé une chaufferette catalytique au propane dans l'abri de 20 stations du réseau de télémétrie. Avec une isolation thermique adéquate, nous pourrions maintenir une température supérieure à -10°C à l'intérieur de l'abri ; la chaufferette consomme 10 kg de propane par mois et produit 125 cal.Kg/h.

45. L'expérience de l'hiver dernier s'avéra plus que satisfaisante. A 15 stations, le système au propane fonctionna à la perfection ; ailleurs, le chauffage cessa après 2 mois environ, à cause de fuites dans la ligne d'alimentation. A quatre endroits, on a connu un problème de condensation : une meilleure ventilation corrigera la situation.

46. Nous avons installé deux capteurs de température de l'air à une station bien exposée au vent, à la latitude 57° nord. Selon les observations transmises, la température à l'intérieur de l'abri s'est abaissée à -15° en février 1979 par une journée de grand vent, la température extérieure étant de -38°C . Tout compte fait, avec quelques ajustements, nous serons affranchis des risques inhérents aux froides températures de la saison d'hiver.

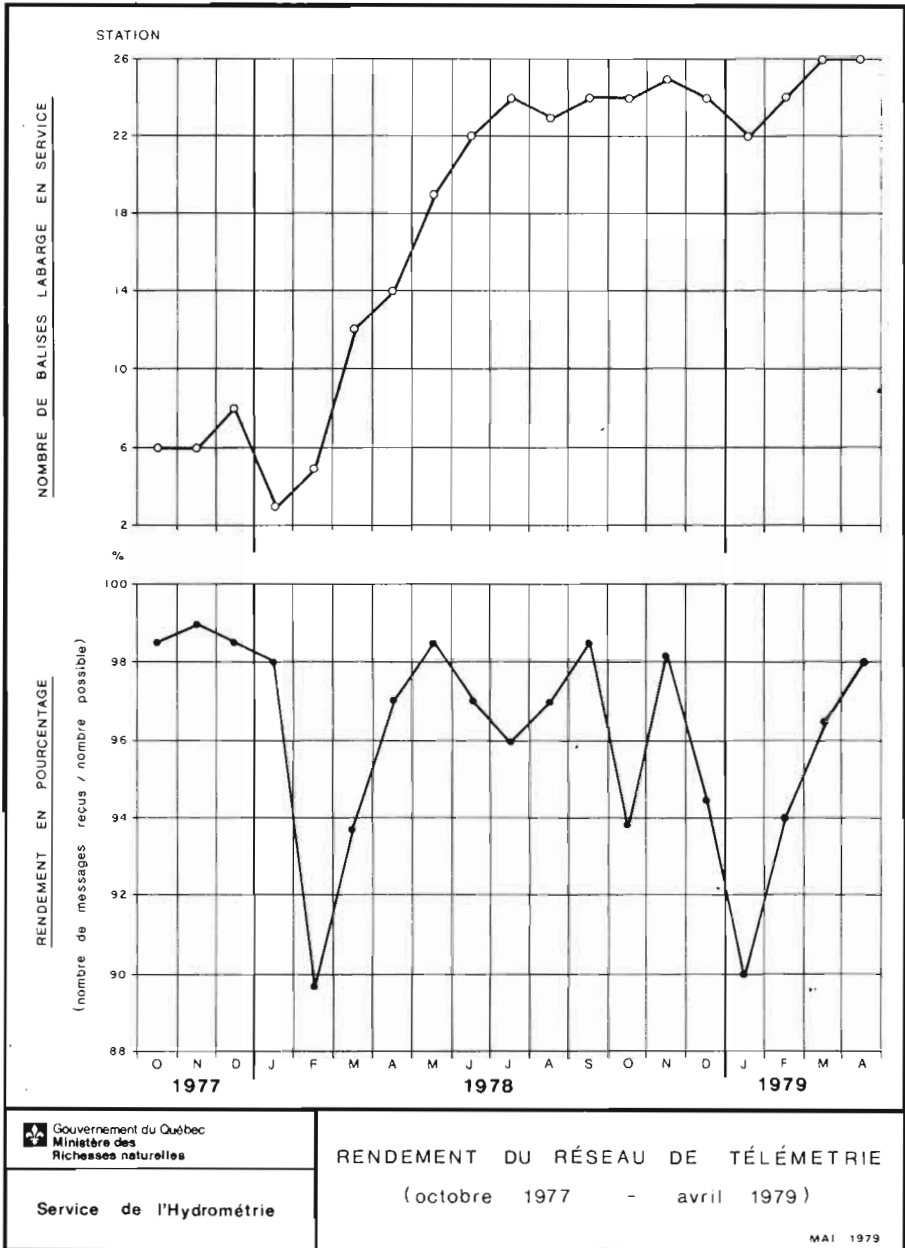


Fig. 3 - Rendement du réseau de télémétrie (octobre 1977 - avril 1979)

PERSPECTIVES D'AVENIR

47. Dans le secteur de l'hydrologie opérationnelle, la télémétrie jouera un rôle important. La disponibilité des données hydrologiques en temps réel ajoute énormément à la plus-value de données recueillies si l'on songe par exemple à l'importance que ces observations représentent pour la prévision des crues et des inondations, la gestion de complexes hydro-électriques, la navigation, etc.

La télémétrie permet de vérifier chaque jour le fonctionnement des capteurs et des enregistreurs, d'où une incidence directe sur le mode d'exploitation des systèmes d'observations et les coûts associés à ce programme.

48. Cette technologie trouvera d'autres applications dans les secteurs agricole et forestier et, particulièrement, dans la lutte contre la pollution par le biais d'un programme adéquat de collecte (Monitoring) des paramètres indicateurs de la qualité des eaux et de l'air.

49. Néanmoins, il ne faut pas croire que cette méthodologie s'applique rigoureusement à tous les programmes de collecte des données hydrologiques. Des considérations d'ordre économique et technologique doivent être prises en compte et il est également nécessaire d'établir clairement le besoin d'obtenir en temps réel les observations. Le risque inhérent aux pertes de données et aux problèmes opérationnels est proportionnel au raffinement recherché dans le choix des équipements et au degré d'automatisation du système de collecte.



DOCUMENT 2.3.

**TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE
DES DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES
L'EXPÉRIENCE DE L'ORSTOM AU SÉNÉGAL**

Jacques CALLÈDE

*Responsable du Programme d'Évaluation
de la Télétransmission par Satellite de l'ORSTOM*



F 3289

SUMMARY

The Hydrology Department of ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer), specialized in the study of river regimes in the intertropical zone, is particularly interested in the possibilities offered by the satellites telemetry.

Two stations have since been installed in Senegal :

- *the first at Saint-Louis, to experiment the METEOSAT geostationary satellite,*
- *the second at Kaolack, to experiment the ARGOS System.*

The aims of the experiment are :

- *to define the possibilities of the satellites for hydrological studies,*
 - *to test and select hardware (sensors, encoders, energy sources, etc.),*
 - *to determine the cost of transforming a conventional hydrology station.*
-

RÉSUMÉ

Le Service Hydrologique de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), spécialisé dans l'étude des régimes hydrologiques en zone intertropicale, s'intéresse de très près aux possibilités offertes par la télétransmission par satellites.

A cet effet, deux stations ont été installées :

- *l'une à Saint-Louis, pour expérimenter le satellite géostationnaire METEOSAT,*
- *l'autre à Kaolack, pour expérimenter le Système ARGOS.*

Les buts de l'expérience étaient :

- *définir les possibilités en hydrologie,*
 - *éprouver et choisir les matériels (capteurs, codeurs, source d'énergie) les plus appropriés,*
 - *évaluer le coût de la transformation à partir d'une station hydrométrique classique.*
-

1. CADRE DE L'EXPÉRIENCE

La transmission à distance des mesures hydrologiques a toujours intéressé le Service hydrologique de l'ORSTOM. Des expériences ont été menées au Tchad puis en Guyane pour la collecte de l'information pluviométrique en utilisant des moyens classiques (liaison radioélectrique, liaison fil).

Le premier emploi d'un satellite artificiel comme station-relais remonte à 1970, lorsque le Centre National d'Études Spatiales (CNES) nous allouait quelques canaux de transmission lors du Projet EOLE : deux expériences ont alors été effectuées, à Brazzaville et à Cayenne.

La mise sur orbite des cinq satellites géostationnaires destinés au Programme de recherche sur l'atmosphère globale (GARP) ouvrait de nouvelles possibilités, car ces satellites étaient équipés de 66 canaux radioélectriques spécialement destinés à la télétransmission des mesures météorologiques ou hydrométéorologiques. Dès la mise en place du premier satellite appelé Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES) qui couvrait l'Amérique, les Services hydrologiques des États-Unis et du Canada ont commencé à équiper des stations hydrométriques pour la transmission automatique des données. En Europe et en Afrique, il a fallu attendre la mise sur orbite de METEOSAT, satellite géré par l'Agence Spatiale Européenne (ASE), qui a été lancé le 23 novembre 1977.

Actuellement, nous évaluons les possibilités de METEOSAT, conjointement avec un second satellite, TIROS-N, qui lui est un satellite à orbite polaire. En effet, le Projet EOLE se continue avec le système ARGOS, qui est le fruit d'une collaboration franco-américaine entre le CNES, la NASA et la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Si l'objectif principal du système ARGOS demeure, avant tout, la localisation des émetteurs (installés dans des ballons, des bouées dérivantes, etc.), il demeure possible d'utiliser son satellite TIROS-N pour la collecte des mesures hydrométriques. Le satellite TIROS-N a été lancé le 13 octobre 1978 et déjà les résultats sont très prometteurs.

2. LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE LA TELE-TRANSMISSION PAR SATELLITES

2.1. Avantages

Quels sont donc les avantages apportés par cette nouvelle technique ?

(a) Le système est entièrement automatique, de jour comme de nuit.

Par rapport à la transmission radio-électrique, plus besoin d'opérateurs, plus de vacations à assurer.

(b) Le système est économique.

Par rapport à une station radio-électrique BLU, le coût de la station d'émission est de même ordre de grandeur, surtout s'il faut prévoir une alimentation autonome du BLU. Les relais hertziens sont inutiles avec le satellite.

La consommation électrique est très faible : 50 à 100 mW pour le Système ARGOS, 350 mW pour MÊTEOSAT (émetteur électronique Marcel DASSAULT), qui autorise l'emploi de piles sèches ou même de panneaux solaires.

Par rapport à une liaison fil, pas de raccordement à une ligne téléphonique ni de paiement de redevances téléphoniques.

- (c) La liaison radio-électrique, qui s'effectue sur la fréquence des 402 MHz (UHF), est toujours possible lorsqu'il y a liaison optique entre l'émetteur et le satellite : plus de problèmes de propagation ionosphérique de choix de fréquences.
- (d) Encombrement réduit des stations. Piles et électronique peuvent contenir dans l'abri du limnigraphe.
- (e) Possibilité, pour les satellites géostationnaires, de transmission automatique de messages d'alerte (mais cette technique ne semble pas avoir été utilisée) lorsqu'un seuil de mesure est atteint.
- (f) La retransmission des mesures, depuis la station de réception jusqu'à l'utilisateur, peut emprunter le réseau international des télécommunications météorologique, à condition que ces mesures soient codées dans un des formats officiels adoptés par l'Organisation Météorologique Mondiale.

2.2. Inconvénients

Après les avantages, quels en sont les inconvénients ?

- (a) L'inconvénient majeur est la nécessité de disposer d'un satellite. Un satellite n'ayant qu'une durée de vie limitée (trois à quatre ans), convient-il donc de s'assurer que le satellite sera remplacé en fin de vie par un autre travaillant dans des conditions identiques.
- (b) L'emploi du satellite n'est pas forcément gratuit : une redevance risque d'être demandée par le gestionnaire du satellite.
- (c) Si l'on veut demeurer indépendant de la station de réception du gestionnaire, le coût d'une station de réception individuelle reste assez élevé (de 300 000 à 3 millions de francs).

3. METEOSAT ET TIROS N, SATELLITES DISPONIBLES POUR L'HYDROLOGIE EN EUROPE ET EN AFRIQUE.

Comme nous l'avons vu plus haut, deux satellites sont disponibles pour la télétransmission des mesures hydrologiques : ce sont METEOSAT et TIROS N.

3.1. Météosat

Ce satellite est géostationnaire. Ses coordonnées sont :

- latitude 0°
- longitude 0°
- altitude 36 000 km.

Les avantages de METEOSAT sont :

- (a) Le satellite est toujours visible (Europe et Afrique). Par conséquent, la cadence des émissions peut être librement débattue avec le gestionnaire.
- (b) Il est possible d'émettre des messages d'alerte, sous certaines conditions.
- (c) Le message émis peut être de longueur importante (5 192 bits) : il permet de transmettre un nombre important de paramètres.
- (d) En principe, la durée de ce type de satellite n'est pas limitée, chaque satellite étant remplacé tous les trois ou quatre ans.

Les inconvénients sont :

- (a) La station d'émission est plus chère que pour TIROS N à cause de la nécessité d'avoir une fréquence à l'émission très précise (tolérance d'environ 300 Hz pour une fréquence de l'ordre de 402 MHz) et très stable, d'une part ; de la nécessité de déclencher l'émission avec une horloge ne dérivant pas plus de 30 secondes par an (ce qui impose une horloge à quartz de haute qualité), insensible aux variations de température, d'autre part.
- (b) L'installation de la station est plus délicate, à cause de la nécessité de caler l'horloge d'émission à quelques secondes près, d'une part ; de caler l'antenne d'émission (qui présente un diagramme de rayonnement le plus directif possible), en site comme en azimut à quelques degrés près, d'autre part.
- (c) La station de réception, si l'on veut être indépendant de celle de l'Agence Spatiale Européenne située à Darmstadt, est onéreuse. L'antenne doit être située au foyer d'un miroir parabolique de dimension notable et un calculateur doit être associé au récepteur pour décoder, séparer et re-formater les messages. Avec la réception de l'image, un tel ensemble coûte environ 3 millions de francs
- (d) Dans les régions de latitude élevée ou dans des vallées encaissées, le relief peut masquer la vue directe de METEOSAT et par conséquent interdire la liaison.

3.2. Satellite TIROS N (système ARGOS)

Ce satellite a une orbite polaire.

Il sera visible à une station un nombre de fois fonction de la latitude de la station : 4 fois à l'Équateur, 38 fois aux Pôles.

Par rapport à MÉTÉOSAT, ses avantages sont les suivants :

- (a) Station d'émission plus simple, donc moins chère (20 000 F. pour TIROS N 30 000 F. pour MÉTÉOSAT).
- (b) Mise en œuvre plus simple, pas de calage de l'horloge, pas de calage de l'antenne.
- (c) La station de réception indépendante est moins onéreuse (si l'on désire s'affranchir du Système ARGOS) : environ 300 000 F.

Par contre les inconvénients sont :

- (a) Durée du Système ARGOS limitée à huit ans.
- (b) Les messages transmis ne peuvent pas dépasser 256 bits.
- (c) Aux basses latitudes, le nombre de passages de TIROS N peut être insuffisant.
- (d) Le retour des données n'est pas immédiat : les mémoires embarquées ne se vident qu'en vue des stations de réception situées à Wallops Island (USA), Gilmore Greck (Alaska - USA) et Lannion (France), et l'ensemble des messages transite par Suitland (USA) avant d'atteindre Toulouse où ils sont traités.

A première vue, il semblerait que :

- (a) MÉTÉOSAT soit bien adapté aux problèmes d'annonce et de prévision de crues.
- (b) TIROS N soit mieux adapté aux problèmes courants d'hydrologie opérationnelle.

4. LE RETOUR DES MESURES HYDROMÉTRIQUES TÉLÉTRANSMISES

Après réception (à Darmstadt pour MÉTÉOSAT, à Toulouse pour TIROS N), les messages sont traités en calcul automatique pour les séparer, les décoder (transcription binaire en décimal, par exemple) et, éventuellement, les transcoder en code HYDRA qui est le code adopté par l'Organisation Météorologique Mondiale, pour la transmission des mesures hydrométriques.

L'utilisateur peut recevoir les messages par téléphone, telex, ou même par lettre. Il lui est également possible d'employer le GTS : alors les messages arriveront sur les téléscripteurs du Centre Météorologique Régional (avec possibilité de relais sur les stations synoptiques météorologiques).

Le Système ARGOS crée en plus un fichier «utilisateur» sur bande magnétique. Cette disposition est très intéressante. Les stations de réception indépendantes permettront également de créer des fichiers sur bandes magnétiques et j'ose espérer que cela sera bientôt possible à Darmstadt.

Ainsi, la technique de télétransmission va permettre :

- Grâce aux messages reçus par le GTS (ou par telex) de connaître avec quelques heures de retard le niveau de l'eau de la rivière, et de contrôler ainsi le bon fonctionnement de l'installation. Ce rôle de «sonnette» est important et peut, à lui seul, justifier l'emploi de la télétransmission.
- Grâce aux fichiers-utilisateurs, de mettre à jour les fichiers-stations sans aucune nouvelle saisie mécanographique (un contrôle demeure quand même indispensable, contrôle qui peut être réalisé par dessin automatique du limnigramme).

Il n'est pas impossible d'imaginer, avec une station de réception indépendante, une réinjection directe de l'information télétransmise dans un modèle mathématique de prévision de crue ou d'étiage, permettant ainsi une prévision en conditions bien proches du temps réel.

5. LES ESSAIS DE TÉLÉTRANSMISSION AU SÉNÉGAL

5.1. Nature des essais

Dès le mois de juin 1978, le Service Hydrologique de l'ORSTOM a entrepris des essais de télétransmission par satellite, dans le but de tester et de choisir le matériel, d'évaluer le coût des transformations à apporter aux stations hydrométriques classiques et, enfin, de vérifier la bonne marche du retour des mesures à l'utilisateur.

Les deux systèmes de satellite sont utilisés.

Les paramètres mesurés sont : la hauteur d'eau de la rivière et la pluviométrie à la station.

5.2. L'équipement d'une station hydrométrique pour la télétransmission par satellite

Pour MÉTÉOSAT, comme pour TIROS N, le schéma d'équipement est le même. Nous trouvons :

- des capteurs,
- des codeurs,
- un interface codeurs-émetteur,
- un émetteur,
- une antenne,
- une alimentation.

(a) Les Capteurs

Pour la mesure du niveau de l'eau, cela peut être un simple limnigraphe.

Pour la mesure de la pluie, on peut employer un classique pluviographe équipé du non moins classique basculeur à mercure.

(b) Les Codeurs

La variations du niveau de l'eau entraînant, dans le cas du limnigraphe à flotteur, la rotation d'un arbre, cette rotation doit être mesurée par un codeur. A l'origine, on utilisait un potentiomètre de précision multitours : cette solution est à éviter car la transformation analogique-binaire est assez sensible aux variations de température, lorsque l'on exige une résolution d'au moins 10^{-3} . En outre, elle n'est guère moins chère que la solution digitale, fiable et précise. Avec cette solution, un codeur mesure la variation angulaire d'un arbre, en code binaire ou binaire réfléchi (code GRAY). Le codeur, pour une adaptation mécanique aisée, est multitours.

Les impulsions générées par le basculement des augets du pluviographe doivent, elles, être comptées.

(c) L'interface codeurs-émetteur

C'est une «boîte noire» qui rend électroniquement compatible les sorties codeurs avec les entrées émetteur.

6. L'EXPERIENCE DE SAINT-LOUIS DU SÉNÉGAL (SATELLITE METEOSAT)

6.1. L'installation de la station

En juin 1978, la station hydrométrique de Saint-Louis du Sénégal a été équipée pour essayer la télétransmission de la hauteur d'eau du fleuve Sénégal et de la pluie mesurée à la station. Le site avait été choisi en fonction de la sûreté du gardiennage (la station est dans l'enceinte de la Capitainerie du Port) et par les variations journalières importantes du niveau du fleuve, à cause de la marée. Enfin, Saint-Louis n'est qu'à trois heures de route de Dakar.

- L'antenne est une STAREC à haut gain, très directive.
- L'émetteur a été prêté par l'Agence Spatiale Européenne. Fabriqué par la Société française LCT, c'est avant tout un matériel de démonstration en laboratoire très sophistiqué, gourmand et par conséquent peu adapté aux besoins de l'hydrologie. A cette époque, c'était le seul matériel disponible...
- Bien sûr, il fallait un interface. Celui-ci nous a été prêté par la Société AERAZUR. Et cette «boîte noire» a été une vraie bête noire ! En effet, nous avons eu de multiples difficultés d'adaptation entre interface et émetteur, difficultés résolues grâce aux efforts des ingénieurs d'AERAZUR et de LCT.
- Le codeur des impulsions du pluviographe était contenu dans l'interface.
- Le codeur de la hauteur d'eau était, à l'origine, un NEYRTEC mécanique, et qui faisait également office de capteur (roue à picots avec ruban perforé, flotteur et contrepoids).
- Le pluviographe est un classique PRECIS-MECANIQUE.
- L'alimentation est assurée par des piles CIPEL.

La station a été mise en route le 20 juin 1978. En même temps, était testé le retour Paris-Dakar Yoff en employant le GTS (la liaison Darmstadt-Paris via le Centre Régional d'Offenbach n'était pas encore opérationnelle) avec des messages en code HYDRA.

6.2. Les difficultés rencontrées

Le 11 juillet, la station était modifiée : l'interface AERAZUR et le codeur NEYRTEC étaient remplacés par un limnigraphe OTT type XX, codeur opto-électronique OTT et interface OTT. Ce dispositif n'a pas fonctionné, l'interface n'étant pas adapté à l'émetteur. La station a été provisoirement arrêtée. Elle devrait refonctionner dans quelque temps avec le même limnigraphe OTT type XX, codeur OTT, interface modifiée, émetteur Électronique Marcel DASSAULT et antenne STAREC directionnelle. La compatibilité codeur-interface-émetteur a déjà été vérifiée en laboratoire, après une tentative infructueuse qui a obligé le fabricant à modifier l'interface.

Il ressort de cette expérimentation :

- que tout interface doit être réalisé par le constructeur même de l'émetteur, avec intégration - si possible - dans le boîtier de l'émetteur. L'hydrologue n'est pas forcément un électronicien et s'il sait se servir d'un contrôleur universel, il ignore généralement l'emploi d'un oscilloscope à mémoire.
- que le retour direct par le GTS n'est pas évident. L'emploi de système des télécommunications météorologiques, s'il est autorisé aux hydrologues, reste prioritaire pour les messages météorologiques synoptiques et l'envoi des fac-similés. Certes, nos messages sont très courts, mais ils risquent - si les stations se multiplient - de saturer le système ou d'être acheminés avec une dizaine d'heures de retard.

7. LA STATION DE KAOLACK (SATELLITE TIROS N)

7.1. La mise en service des installations

A l'origine, le satellite TIROS N devait être testé dans la même station de Saint-Louis.

L'annonce faite par Électronique Marcel DASSAULT de nous confier un émetteur pour METEOSAT, le fait aussi que le site du port de Saint-Louis ne se prêtait guère à l'implantation d'une antenne omnidirectionnelle, nous ont conduit à choisir une seconde station. Le SALOUM à Kaolack a également des variations journalières dues à la marée et Kaolack n'est qu'à deux heures de voiture de Dakar. Là aussi, la station a été installée dans l'enceinte du port, en remplacement d'un vieux limnigraphe BRILLE, désaffecté.

La station mesure la hauteur d'eau du SALOUM et la pluviométrie. Elle a été réalisée pour être tout à fait opérationnelle. Le capteur de niveau est un limnigraphe OTT type X. Il est équipé d'un codeur digital SYGTAYCOD, fabriqué par la CSEE. Le capteur de pluie est le même pluviographe PRECIS-MECANIQUE, avec basculeur à mercure. Son codeur est un NEYRTEC pas à pas.

- L'émetteur est fabriqué par Électronique Marcel DASSAULT. L'interface est inclus dans le coffret de l'émetteur et fabriqué par cette Société.

- L'antenne est omnidirectionnelle, l'alimentation est assurée par des piles CIPEL.
- Le tout, sauf le pluviographe, est contenu dans un abri de dimensions 1 m x 0,4 m x 0,4 m.

La station a été installée le 10 août 1978. Grâce à un banc de test prêté par le Système ARGOS, nous avons pu vérifier le bon fonctionnement de la station. Aussi, dès le lancement de TIROS N (13 octobre 1978), nous avons pu mettre la station en route et le 21 octobre le Système ARGOS nous annonçait que les messages étaient correctement reçus à Toulouse. Le décodage des messages et le transcodage automatique n'ont posé aucun problème : nous avons pu le vérifier au transit à Paris, à la Météorologie Nationale, lors du réacheminement sur Dakar-Yoff.

7.2. Le retour des données

Les données télétransmises reviennent à l'utilisateur sous deux formes : messages et fichier informatique.

(a) Les messages

Le Système ARGOS, après décodage du message reçu de TIROS N, réécrit l'information sous la forme d'un message en code HYDRA, code officiel adopté par l'Organisation Météorologique Mondiale pour la transmission des données hydrologiques. Les messages en code HYDRA sont alors injectés sur le réseau international des télécommunications météorologiques (GTS) et ils sont alors reçus sur les téléscripteurs du Service Météorologique de l'aéroport de Dakar-Yoff, via Paris.

La chaîne de décodage, codage et transmission, est entièrement automatique.

La qualité de la transmission est excellente. Elle a pu être vérifiée à partir du fichier informatique (établi à Toulouse) et des messages reçus à Dakar-Yoff.

(b) Délais de réception

Nous disposons, en retour de Dakar, d'un lot de 83 messages émis entre le 18 novembre et le 7 décembre. Les délais s'écoulant entre la réception de l'information (en provenance de la station de Kaolack) et l'arrivée du message HYDRA au Bureau Central des Télécommunications de Paris-Météo (c'est-à-dire lors du transit vers Dakar) s'établissant comme suit :

- 20 % sont reçus entre 1 et 3 heures après l'émission de Kaolack
- 40 % sont reçus entre 1 et 6 heures
- 80 % sont reçus entre 1 et 9 heures
- 100 % sont reçus entre 1 et 16 heures.

La valeur modale se situe aux environs de 6 heures de délais. A ce temps s'ajoutent les retards dans la transmission Paris-Dakar, les messages étant envoyés à 06, 12 et 18 heures TU, retards pour lesquels une évaluation est en cours.

(c) Le fichier informatique

Il est établi sur bande magnétique (9 pistes, 1 600 BPI), suivant la configuration du Système ARGOS.

Ces bandes sont reçues régulièrement au Bureau Central Hydrologique de l'ORSTOM à Paris. Elles sont alors traitées, comme le montre l'exemple ci-dessous, afin de faire apparaître en clair les hauteurs d'eau et la pluie.

JOURNÉE DU 29 NOV 1978

A	3	H	36	MN	HAUTEUR=	185
A	5	H	16	MN	HAUTEUR=	188
A	14	H	41	MN	HAUTEUR=	179
A	14	H	47	MN	HAUTEUR=	180
A	16	H	31	MN	HAUTEUR=	185

JOURNÉE DU 30 NOV 1978

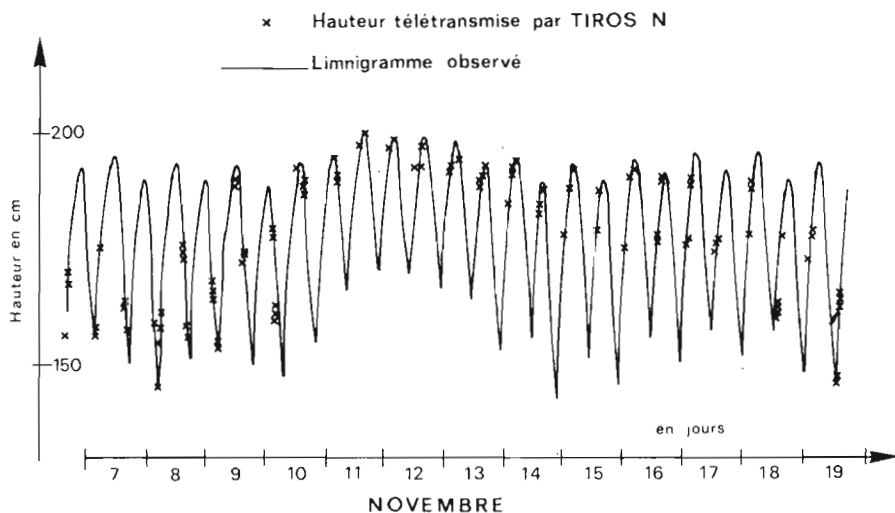
A	3	H	19	MN	HAUTEUR=	179	PLUIE =	2.5
A	3	H	25	MN	HAUTEUR=	180		
A	5	H	2	MN	HAUTEUR=	187	PLUIE =	2.5
A	5	H	5	MN	HAUTEUR=	187	PLUIE =	0.5
A	14	H	30	MN	HAUTEUR=	175	PLUIE =	11.5
A	16	H	16	MN	HAUTEUR=	183	PLUIE =	0.5
A	16	H	20	MN	HAUTEUR=	184		

Il est évident qu'il est possible de transformer également ce fichier pour le ramener au format des fichiers hydrométriques utilisés à l'ORSTOM.

7.3. Qualité des données télétransmises

Les hauteurs d'eau du fichier magnétique (fichier DISPOSE) ont été reportées sur le limnigramme que nous avons reçu de Dakar. La concordance s'avère très correcte.

Par contre, la variation rapide du niveau du fleuve, sous l'influence de la marée, est mal décrite malgré une moyenne de six télétransmissions par jour. D'une part, il faut dire que la station de Kaolack est une très mauvaise station hydrométrique à cause de l'influence de la marée : le choix de cet emplacement n'a pas été dicté par des raisons strictement hydrologiques, mais justement par cette fluctuation du niveau du fleuve qui permet de vérifier la bonne tenue du capteur et du codeur. D'autre part, il manque le second satellite.



Il faut noter, enfin, que sur 2 345 données télétransmises : une est fautive et deux sont douteuses. Un tel taux de fiabilité (99,9 %) demeure remarquable.

7.4. Premières conclusions sur l'emploi du Système ARGOS en Hydrologie

Ces quelques premiers mois d'emploi du Système ARGOS, comparativement à l'exploitation classique d'une station hydrométrique ou même à l'emploi de la télétransmission via METEOSAT (également testée au Sénégal à Saint-Louis), indiquent déjà combien cette technique est prometteuse :

(a) Pour les besoins du réseau hydrométrique

La fonction primordiale n'est pas tellement dans la transmission rapide des données, mais surtout dans la vérification, au jour le jour, de la bonne marche de la station. Ce rôle de « sonnette » est, pour l'hydrologue, très important.

Nous en avons fait la preuve depuis la mise en route de la station de Kaolack. Le 2 novembre, la hauteur d'eau restait, à chaque message, égale à 1,74 m. Ceci se reproduisait le 3. Aussi, J. LERIQUE envoyait-il une équipe à Kaolack : le puits du limnigraphe était obstrué par des coquillages !... Le 6 novembre, tout était remis en ordre.

Ce rôle est tellement important que les hydrologues québécois ont opté pour la télétransmission à cause des économies à réaliser sur les tournées hydrologiques de contrôle. D'après un rapport de M. DESRUISSEAU, l'équipement des stations québécoises serait amorti en quatre ans grâce à la réduction du nombre des tournées systématiques effectuées, certes en hydravion, pour vérifier le bon fonctionnement des limnigraphes.

Le fichier magnétique (fichier DISPOSE) est également une aide précieuse dans le sens qu'il va permettre d'établir (ou de mettre à jour) le fichier hydrométrique sans aucune intervention mécanographique manuelle. Il sera cependant obligatoire de vérifier, préalablement à toute manœuvre informatique, que la dérive en hauteur d'eau, entre celle du limnigraphe (et par conséquent codeur) et celle observée à l'échelle limnimétrique, reste dans des valeurs tolérables. De même, il faudra dans certains cas compléter le fichier DISPOSE en tenant compte des variations de hauteur d'eau observées sur le limnigraphe et qui ont échappé à la télétransmission, du fait qu'elles se sont produites entre deux collectes.

L'enregistrement graphique demeure indispensable. Pour la pluviométrie, il faudra trouver un système permettant de tester le bon fonctionnement du matériel (basculement manuel des augets ou injection d'une quantité d'eau dans l'entonnoir).

(b) Pour la prévision hydrologique

Là réside la seule faiblesse du système par rapport à un satellite géostationnaire. Car, en fait, la transmission des paramètres reste liée à la liaison optique - possible ou non - entre station et TIROS N.

Le Système ARGOS montre qu'actuellement il faut compter normalement 6 heures entre transmission et ré-injection sur le GTS. Par conséquent :

- Si une information, à 24 heures près, est suffisante (grands bassins versants) le Système ARGOS, via le GTS, est tout à fait valable.
- Aux latitudes intertropicales, compte tenu du nombre de passages par jour de TIROS N et des délais d'acheminement via le GTS, je ne pense pas qu'il soit possible d'obtenir l'information hydrométrique à mieux que 12-18 heures.

Le délai de mise à disposition de l'information sera nul si l'on dispose d'une station de réception autonome, recevant l'information *au même instant* qu'elle est transmise. A la latitude de Dakar, ceci permet d'obtenir l'information en temps réel au moins quatre fois par jour.

- Si une télétransmission toutes les 6 heures n'assure pas une précision suffisante, il faut alors se tourner vers METEOSAT... si cela est possible, ou employer les moyens classiques (fil ou radioélectriques).

7.5. Perspectives d'avenir

Déjà, tel qu'il est, le Système ARGOS s'avère bien utile pour l'hydrologue, et je tiens à souligner le fait, quand même exceptionnel, que tout a fonctionné dès la mise sur orbite de TIROS N. Le décodage puis le transcodage en code HYDRA, la transmission sur Dakar, le fichier DISPOSE, tout cela a fonctionné aussitôt. Ceci est une belle prouesse.

La seule ombre au tableau vient de ce que ARGOS ne vivra que huit ans, à moins qu'il n'ait de nombreux enfants et petits-enfants. Actuellement, la télétransmission via ARGOS intéresse bon nombre d'hydrologues, et, sauf les remarques faites plus haut en ce qui concerne la prévision hydrologique, l'ensemble du système me paraît parfaitement opérationnel : ARGOS répond entièrement aux désirs des gestionnaires de réseaux hydrométriques.

8. ASPECT ECONOMIQUE DE LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE

Chiffrons le coût de l'équipement d'une station hydrométrique : nous admettrons que la station existe et qu'elle est déjà équipée d'un limnigraphe.

8.1. Station Météosat

• Codeur CSEE	4 500 F.
• Émetteur METEOSAT	30 000 F.
• Antenne	4 000 F.
• Abri, câbles et divers	1 500 F.
	40 000 F.

L'alimentation peut être assurée par des panneaux solaires rechargeant une batterie 10 Ah, 24 V, avec un limiteur de tension en sécurité, ce qui représente un supplément de l'ordre de 1 000 F., ou par une batterie de piles (300 F/an).

8.2. Station TIROS N (système ARGOS)

• Codeur CSEE	4 500 F.
• Émetteur TIROS N	19 000 F.
• Antenne	300 F.
• Abri, câbles et divers	1 500 F.
	25 300 F.

Alimentation par panneaux solaires (1 000 F.) ou par piles (150 F/an).

8.3. Remarques

- L'interface est intégré à l'émetteur.
- En cas de transmission de la pluie tombée à la station, il faudrait compter un supplément allant de 1 000 F. (compteur d'impulsions intégré à l'émetteur) à 5 000 F. (compteur NEYRTEC pas à pas).
- Dans le cas d'un limnigraphe asservi, donc disposant d'un couple moteur important, le codeur CSEE peut être remplacé par un codeur NEYRTEC (3 000 F.).
- Les prix indiqués sont hors taxes.

9. CONCLUSIONS

La simplicité et la souplesse d'emploi de la télétransmission par satellites expliquent l'intérêt certain que les météorologues, les hydrologues, etc., portent à cette technique.

Ce nouveau système paraît très prometteur et devrait permettre d'améliorer considérablement la qualité de l'information hydrométrique.



DOCUMENT 2.4.

**TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE
DES DONNÉES HYDROLOGIQUES AU BRÉSIL
SITUATION ACTUELLE ET PLANS POUR LE FUTUR**

Nelson da Franca RIBEIRO DOS ANJOS

*Coordinateur du Groupe de Travail
du Réseau Télémétrique d'Intérêt Énergétique
ELETROBRAS
Rio de Janeiro, BRASIL*



F3290

SUMMARY

There exists in Brazil a conscience for the importance and urgency of obtaining hydrological telemetered data. The Amazon area perhaps, will be the first region, where a large number of data collection platforms (DCP) will be installed for transmission of hydrological information, which initially, will consist of river stage and rainfall.

The projects prepared by the Amazon Development Agency (SUDAM) and by the Institute of Space Research (INPE) foresee the utilization of the GOES and TIROS-N satellites. Receptor stations are already available in the country and can be adapted to receive transmissions of hydrological data.

It is most important to stress that research is being conducted in Brazil, with emphasis in the field of system technology, particularly for the manufacture of sensors, platforms and ground stations.

RÉSUMÉ

Le Brésil est déjà pleinement conscient de l'importance et de l'urgence d'obtenir des données hydrologiques télétransmises par satellite. L'Amazonie serait la première région dans laquelle on installerait un grand nombre de plateformes pour la collecte de données (PCD), pour l'obtention des informations demandées, lesquelles seraient, dans un premier temps, le niveau des rivières et des précipitations.

Les projets élaborés par la Superintendencia de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM, et par l'Institut de Recherches Spatiales - INPE, prévoient l'utilisation des satellites GOES et TIROS-N pour la télétransmission des données hydrologiques du fait qu'il existe déjà dans le Pays des stations de réception d'images de ces satellites qui pourraient être adaptées pour recevoir ces informations.

Il est important de souligner l'importance donnée par le Gouvernement au développement des recherches dans le domaine technologique pour la fabrication des capteurs, plateformes et des stations de réception au Brésil.

RESUMO

Já existe no Brasil a consciência da importância e da urgência de se obter dados hidrológicos teletransmitidos por satélites. A Amazônia seria a primeira região a ter instalada um grande número de plataformas de coleta de dados (PCD) para transmissão da informação hidrológica, que seria, inicialmente, nível d'água dos rios e precipitação.

Os projetos elaborados pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) prevêem a utilização dos satélites GOES e TIROS-N, na teletransmissão de dados hidrológicos, já existindo no País estações receptoras de imagens destes satélites, que poderiam ser adaptados para a recepção dos dados hidrológicos requeridos.

É importante destacar que pesquisas estão sendo desenvolvidas no Brasil, com ênfase ao aspecto de domínio tecnológico do sistema, incluindo a fabricação no País de sensores, plataformas e estações receptoras.

INTRODUCTION

01. Compte tenu du besoin croissant d'obtenir des données hydrologiques très rapidement et aussi des données fiables dans les régions d'accès difficile, le Brésil a commencé, ces dernières années, des études pour développer des réseaux téléométriques.

02. Vers la fin de 1975, les Compagnies d'Électricité sous la coordination de Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - ELETROBRAS, ont créé le «Groupe de Travail sur le Réseau Téléométrique d'Intérêt Énergétique», dont l'objectif est de définir un programme de téléométrie pour la transmission de données hydrologiques par des moyens classiques (radio, téléphone, micro-ondes), et par satellites, visant principalement l'exploitation et la sécurité des usines hydroélectriques du Pays.

03. L'Institut de Recherches Spatiales - INPE, qui fait partie du Conseil National de Développement Scientifique et Technologique - CNPq, s'occupe, depuis 1972, des plateformes pour la collecte de données avec l'utilisation de satellites. Les recherches commencèrent avec le satellite français EOLE, en opérant à partir de quatre plateformes expérimentales, dont deux pour la collecte de données hydrologiques. En 1978, l'Institut a élaboré un projet de construction et de mise en œuvre de dix plateformes pour le système ARGOS. Un premier prototype a déjà été testé, et un autre est en construction pour être homologué. L'INPE dispose maintenant des moyens techniques pour recevoir les images transmises par les satellites TIROS-N et GOES, au moyen de la station de réception installée à São José dos Campos (État de São Paulo).

04. Au mois de mai 1977, la Surintendance du Développement de l'Amazonie - SUDAM, a établi, avec la collaboration du PNUD - Programme des Nations Unies pour le Développement, le «Projet Hydrologie et Climatologie de l'Amazonie Brésilienne - PHCA», qui compte sur la participation d'autres organismes nationaux, parmi lesquels l'Instituto Nacional de Meteorologia - INEMET. L'un des buts de ce projet est d'installer un réseau de 100 stations pour la collecte et la transmission de données hydro-météorologiques au moyen de satellites, en Amazonie Brésilienne.

05. En novembre 1978, ELETROBRAS et SUDAM ont réalisé, à Belém (État du Para), un «Séminaire sur les Techniques Modernes de Téléométrie Appliquées à l'Hydrologie», auquel ont participé des utilisateurs, constructeurs et agences de recherches, y compris l'INPE. A cette occasion furent amplement discutés tous les projets des organismes brésiliens s'intéressant à la télétransmission de données hydrologiques par satellite.

06. Nous présenterons dans la suite de ce rapport un aperçu général sur la situation actuelle des projets de transmission de données hydrologiques par satellites, en détachant les perspectives considérables qui existent au Brésil, notamment dans la région amazonienne pour cette nouvelle méthode de collecte.

LE GROUPE DE TRAVAIL DU RÉSEAU TÉLÉMÉTRIQUE D'INTÉRÊT ÉNERGÉTIQUE

07. Compte tenu du fait que le Brésil n'a pas d'expérience significative en matière d'installation et de mise en œuvre de réseaux télémétriques ni en matière de fabrication des équipements qui leur sont nécessaires, l'ELETROBRAS, entreprise «holding» responsable de la planification énergétique au Brésil, a établi, conjointement avec ses filiales et associées, un Groupe de Travail dont l'objectif est de définir un programme en ce domaine pour le compte des Compagnies d'Électricité.

08. Le premier pas franchi par le Groupe fut d'inviter des spécialistes de divers pays pour étudier la possibilité de l'implantation de réseaux télémétriques dans le pays. Le professeur Vujica Yevjevich, de l'Université de Colorado (États Unis), l'ingénieur Pierre Guillot, de l'Électricité de France, et l'ingénieur Robert Halliday, du Canada, expert des Nations Unies, ont participé à des discussions avec le Groupe.

09. Récemment, a été décidée l'implantation de réseaux télémétriques-pilotes afin de familiariser le personnel concerné avec leur fonctionnement et d'encourager l'industrie nationale. En 1979/80, seront implantés les réseaux-pilotes des fleuves Rio Grande et Tietê (bassin du Paraná) et du Rio São Francisco. Les réseaux utilisent encore la transmission par les moyens classiques (radio, micro-ondes et téléphone), et son objectif principal est d'obtenir, très rapidement, des données hydrologiques fiables pour la prévision des débits, permettant ainsi d'améliorer l'exploitation des réservoirs.

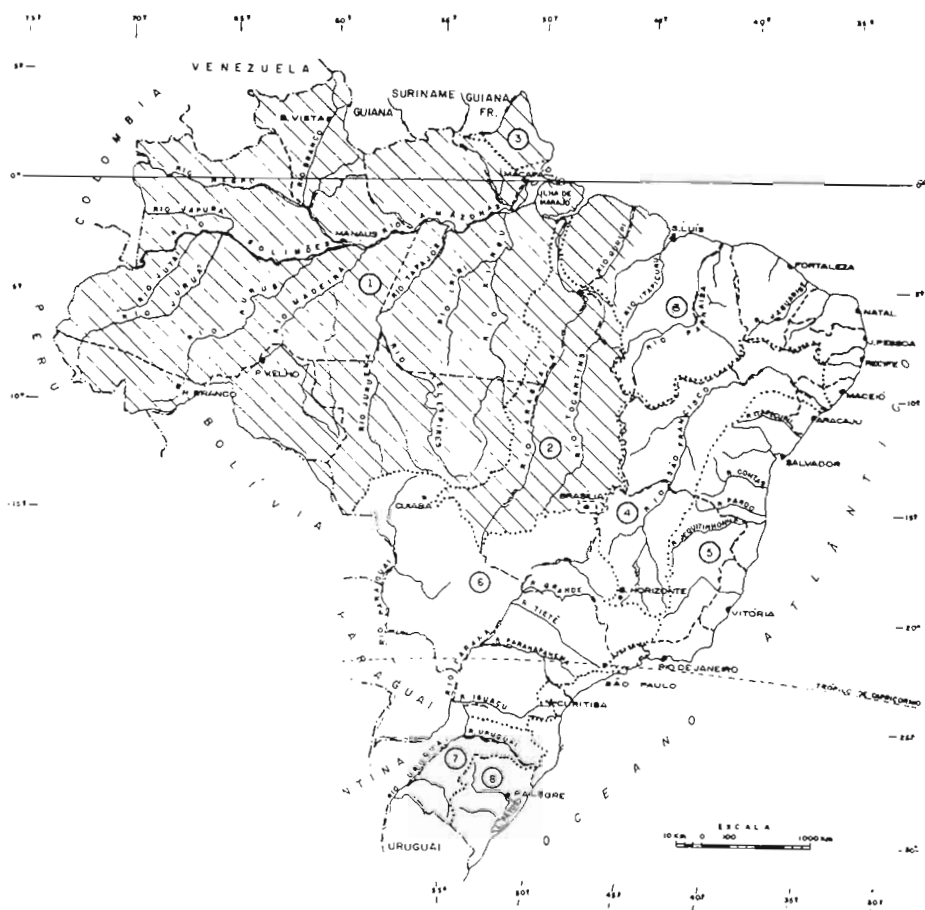
10. Dans la région amazonique, laquelle occupe environ 5 000 000 km², soit pratiquement 60 % de la surface du pays (voir carte ci-jointe), compte tenu des problèmes que représentent les distances, les difficultés d'accès aux stations et le coût opérationnel élevé du réseau, le Groupe juge nécessaire, pour l'acquisition et la collecte des données hydro-météorologiques, l'installation, dans quelques stations choisies, de plateformes pour la transmission de données par satellites.

LE PROJET HYDROLOGIE ET CLIMATOLOGIE DE L'AMAZONIE ET LE PROGRAMME DE L'INEMET

11. En avril 1978, l'ingénieur Robert Halliday, conseil du Projet, a élaboré un «Plan pour la Collecte et la Transmission de Données Hydro-météorologiques, dans le Bassin Amazonique Brésilien».

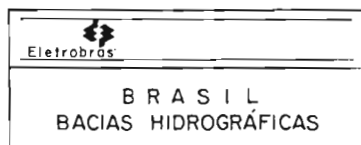
Dans ce rapport, l'auteur fait l'analyse de six systèmes différents de télémétrie : radio classique, Intelsat, Meteor bust, GOES self-timed, GOES interrogate, TIROS-N ARGOS.

12. Le système GOES «self-timed» fut choisi après une étude comparative des performances techniques, des coûts et de la facilité d'opération. Le même Conseil recommande l'installation d'un réseau-pilote pour la collecte de données, avec 5 à 10 plateformes (PCD), et aussi que l'INEMET soit responsable du système télémétrique, en installant à Brasilia une station de réception. En effet, cet organisme et le DNAEE - Departamento Nacional

**LEGENDA**

- Capital
- Limite de Bacia ou Zona Hidrográfica
- /// Região Amazônica

Bacia ou Zona Hidrográfica	Área km ²
① AMAZONAS	3.984.467
② TOCANTINS	803.250
③ ATLÂNTICO N.-NE	884.835
④ SÃO FRANCISCO	631.133
⑤ ATLÂNTICO LESTE	569.310
⑥ PARANÁ	1.237.010
⑦ URUGUAI	178.235
⑧ ATLÂNTICO SUDESTE	223.688
Total:	8.511.928 km ²



de Aguas e Energia Elétrica, qui est l'organisme officiel du Gouvernement brésilien responsable de la collecte et du contrôle des données hydrologiques du Pays, possèdent dans cette ville des banques de données sur ordinateur.

13. Les données transmises seraient le niveau des rivières et des précipitations. Dans une seconde phase seraient installés des capteurs pour mesurer la direction et la vitesse du vent, la température de l'air, l'humidité relative et la qualité de l'eau. L'ingénieur Halliday recommande aussi l'acquisition de tout matériel nécessaire à l'étranger, tout en commençant la fabrication, au Brésil, de capteurs et de PCD, puisqu'un total de 100 stations de ce type seront installées dans un avenir proche. Le Conseil affirme, d'ailleurs, que certains capteurs pour le niveau des rivières et des précipitations sont déjà fabriqués dans le pays, et considère comme important que l'entretien de tout l'équipement du réseau soit fait au Brésil.

14. Suite à ce rapport, une proposition d'accord pour l'implantation et développement d'un système de télémetrie de données hydrologiques avec l'emploi du GOES «self-timed» fut envoyée par la SUDAM à la Commission Brésilienne pour les Activités Spatiales - COBAE, organisme national qui définit la politique spatiale brésilienne. Cette proposition est actuellement à l'étude.

15. Parallèlement, l'INEMET a déjà programmé l'installation, en son siège à Brasilia, de la station de réception d'images du GOES. Il a été lancé un appel d'offres international pour choisir l'entreprise qui exécutera cette installation. La société française SEP - Société Électronique de Propulsion - a été choisie.

LE PROGRAMME DE L'INSTITUT DE RECHERCHES SPATIALES

16. Dans la période 1972/74, l'INPE a participé à une expérience en liaison avec le projet EOLE du Centre National d'Études Spatiales - CNES, en installant 4 PCD au Brésil.

17. Actuellement, l'INPE, avec l'approbation de la COBAE, poursuit les objectifs suivants :

- développement et construction de 10 PCD ;
- opération expérimentale des plateformes ;
- réception directe des messages retransmis par satellite ;

Découpé en plusieurs étapes, le projet, commencé en juillet 1978, doit s'achever vers le milieu de l'année 1980.

18. Le projet, tel qu'il était élaboré à l'origine, prévoyait l'utilisation du satellite TIROS-N (Système ARGOS). Cependant, après une comparaison des différents avantages et inconvénients du système, par rapport à ceux du satellite GOES, on a envisagé récemment la possibilité de son adaptation à l'utilisation de ce dernier. La conclusion à laquelle on arrive est que, techniquement, il n'y aurait pas de grosses difficultés ni de différences de coût importantes si le projet était modifié en vue de l'utilisation du satellite GOES.

De cette façon, le projet expérimental avec ses 10 stations sera développé avec l'un ou avec les deux satellites existants.

19. Comme prévu au projet en exécution, à cette phase initiale devra succéder une phase d'utilisation d'un plus grand nombre de plateformes avec GOES et/ou TIROS-N.

L'INPE se propose, de cette façon, d'organiser et d'établir un programme au niveau national pour l'utilisation de PCD en suivant les étapes ci-dessous :

- Le projet actuel de construction de 10 plateformes, de leur opération avec le satellite TIROS-N ou GOES, ou les deux, et de la réception des messages par l'INPE, serait la première phase du programme.
- Les nécessités précises de la seconde phase seront établies à partir d'un recensement des utilisateurs potentiels du système, et des organismes qui exercent leur activité dans les domaines de l'hydrologie, la météorologie, l'écologie et l'océanographie.
- Une fois définis les points ci-dessus, l'INPE construira une station de réception du satellite ou des satellites choisis, avec liaison, par télex, avec les organismes qui nécessitent des données en temps réel.
- A partir des 10 plateformes de la première phase, la fabrication des PCD nécessaires sera confiée à l'industrie nationale. On évalue leur nombre à environ 200 à 300 unités.

20. Il faut souligner qu'actuellement l'INPE peut déjà recevoir les messages transmis par les satellites TIROS-N et GOES, car les signaux des PCD utilisent les mêmes ondes porteuses que celles utilisées pour la transmission des images. Il faudra simplement modifier une unité de décodage des signaux.

Remarquons également qu'en fonction de la localisation effective des utilisateurs ayant besoin des données en temps réel, il sera peut-être plus économique d'installer d'autres stations de réception directe de signaux du satellite.

CONCLUSIONS

21. Le Brésil est déjà pleinement conscient de l'importance et de l'urgence d'obtenir des données hydrologiques télétransmises par satellites. L'Amazonie serait la première région dans laquelle on installerait un grand nombre de plateformes pour la collecte de données (PCD) pour l'obtention des informations demandées, lesquelles seraient, dans un premier temps, le niveau des rivières et des précipitations.

22. Les projets élaborés par la SUDAM et par l'INPE prévoient l'utilisation des satellites GOES et TIROS-N pour la télétransmission des données hydrologiques du fait qu'il existe déjà dans le Pays des stations de réception d'images de ces satellites qui pourraient être adaptées pour recevoir ces informations.

23. Pour terminer, il faut souligner l'importance données par le gouvernement au développement des recherches dans le domaine technologique pour la fabrication des capteurs des plateformes et des stations de réception au Brésil.



DOCUMENT 2.5.

**LA TRANSMISSION PAR SATELLITE
DES MESURES DE LA COUCHE DE NEIGE**

Pierre GUILLOT

*Chef du Service Ressource en Eau
Division Technique Générale
Électricité de France
Grenoble, FRANCE*



F3291

SUMMARY

Satellite relayed VHF transmission looks suitable for the alpine snow measuring sites, which are isolated and surrounded by high mountain ranges. «Electricité de France» plans to equip, as a first experiment hopefully during next winter, two of his automatic profiling snow gages with the Argos 256 binary digits platform, which looks capable to transmit density of each decimeter of the upper 4 meters of the snowpack. A thorough comparison should be made of the probable future ability of 3 VHF transmission techniques - satellite, ground relays, meteor burst - to meet the low cost, fast delivery requirements.

RÉSUMÉ

La transmission par satellite paraît bien adaptée pour les points de mesure de l'enneigement de haute montagne, qui sont très isolés et encaissés dans le relief. EDF prévoit, au cours de l'hiver 79-80, de réaliser un premier essai en équipant 2 de ses nivomètres à «faisceau horizontal mobile» avec la plate-forme d'émission ARGOS à 32 octets, qui paraît capable de transmettre le profil complet de densité des 4 mètres supérieurs de la couche de neige. Une comparaison approfondie de l'avenir probable de 3 solutions de transmission en ondes décimétriques - satellite, relais terrestres, réflexion sur les débris des météores - devra être faite quant aux coûts et délais de diffusion.

01. A première vue, dans un territoire peuplé et doté d'une infrastructure de télécommunications comme la France, et vu la dimension modeste de la plupart des bassins versants qui intéressent la production d'énergie et l'annonce des crues, le système ARGOS n'est pas d'un intérêt évident pour la transmission des mesures hydrologiques :

02. Si le but est la prévision des variations des débits, le délai ARGOS de plusieurs heures (période de passage du satellite, plus délais de répercussion du message) est rédhibitoire pour des bassins versants dont le temps de réaction est le plus souvent inférieur à 6 heures : la crue arriverait avant qu'elle soit annoncée. Au contraire, les moyens existants de transmission, sur support fil ou radio, peuvent être utilisés selon une procédure adaptée à la rapidité d'évolution des débits : enquête à périodicité ajustable selon les circonstances hydrométéorologiques, alarme déclenchée par le capteur en cas de dépassement d'un seuil, ou enfin télémesure permanente. Les progrès rapides du réseau téléphonique automatique français permettent d'ailleurs d'espérer des solutions particulièrement économiques, et bien adaptées aux besoins de l'hydrologie, sous la forme d'enregistreurs et répondeurs automatisés, ceci suppose bien entendu une bonne fiabilité du réseau téléphonique public en cas de perturbations atmosphériques mais là aussi l'Administration des Postes et Télécommunications travaille pour nous.

03. Si le but est l'exploitation à périodicité hebdomadaire ou mensuelle du réseau de mesure, aux fins de prévisions mensuelles ou d'études a posteriori, l'acheminement postal des documents d'enregistrement (bulletins, diagrammes, cassettes), complété éventuellement par la collecte téléphonique des dernières observations du mois, paraît suffisant : nous joignons en annexe une notice qui présente les solutions d'enregistrement ou de transmission que nous utilisons pour les diverses données hydrologiques (cf. p. 159 et 160).

04. Il existe cependant un domaine de mesures hydrologiques pour lequel le système ARGOS, s'il tient ses promesses, peut venir occuper un créneau, c'est celui des mesures d'enneigement dans les emplacements isolés et difficiles d'accès, spécialement dans les régions de haute montagne au relief accidenté qui crée des masques difficiles à franchir par les liaisons radio haute fréquence.

05. Certains pourront s'étonner qu'on ait besoin de télémesure urgente pour des données qui servent à calculer des prévisions des *apports saisonniers* de fonte. Mais pour être effectivement traduite en décision de vidange de nos lacs hydroélectriques, c'est-à-dire en production d'énergie d'hiver de grande valeur, l'information quantitative sur les stocks neigeux doit être fournie dans le délai le plus court possible, c'est-à-dire dès que les chutes de neige ont eu lieu. En effet, c'est pendant les semaines de plein hiver et le plus tôt possible avant la fonte (*) que les lâchures de lac ont leur plus grande valeur.

(*) C'est seulement après que la fonte ait largement entamé les franges du stock neigeux, c'est-à-dire pas avant la mi-mai dans les Alpes, que les images données par les satellites donnent une mesure de la surface couverte de neige qui est liée avec le volume d'apport de fonte. Pendant la période d'accumulation du stock, seules des mesures au sol peuvent servir pour les prévisions d'apports qui sont faites à partir du début de février, et même dès janvier dans les Alpes du Sud. Voir référence (1).

06. Or les sondages manuels, avec pesée d'échantillon de neige, réalisés en haute montagne, au prix de longs trajets à ski, ne peuvent être suffisamment fréquents, ni garantis à date fixe : ils sont obtenus «vers la fin du mois» mais avec des retards éventuels de plusieurs semaines vu la difficulté de circuler en montagne et les risques d'avalanche dans les jours qui suivent les fortes chutes de neige. C'est pourquoi nous nous sommes attachés à développer un appareil automatique qui mesure l'épaisseur et la densité de la couche de neige et transmet ces mesures par radio une fois par jour [cf. Réf. (2)].

07. L'EDF a ainsi entrepris d'équiper une sélection des meilleurs emplacements témoins d'enneigement, à raison de 20 dans les Alpes et de 10 dans les Pyrénées, avec le nivomètre à faisceau horizontal mobile, qui donne le profil complet de densité par décimètre jusqu'à une épaisseur de 6 mètres, d'où, par intégration, la valeur en eau de la couche de neige. Ce dispositif est le seul qui puisse donner une information complète sur la structure en densité de la couche, structure qui intéresse tous les usagers de la neige. Les autres dispositifs, «coussins à neige» (snow pillow) développés en Amérique du Nord, ou nivomètre vertical, n'indiquent que la valeur totale en eau, mais ni l'épaisseur ni la densité de la couche de neige. Or, cette information détaillée est importante pour suivre l'évolution et le mûrissement du manteau avant la fonte ; elle est aussi très utile pour juger des risques d'avalanche qui correspondent à l'épaisseur de neige poudreuse récente en surface, ou à la présence de strates relativement faibles qui subsistent souvent plusieurs semaines dans l'intérieur du manteau.

08. La capacité maximale du message de télémessure ARGOS, qui est de 32 octets, soit 256 bits, permet de transmettre la totalité du profil par décimètre jusqu'à une épaisseur de 4 mètres (40 fois 6 bits, plus 16 bits pour indiquer l'épaisseur et la valeur en eau totales) ; en cas d'épaisseur plus forte, on peut conserver la transmission du profil détaillé des 4 mètres supérieurs, qui sont les plus utiles à connaître et, de toute façon, l'épaisseur et la valeur en eau totales.

09. Nous avons donc récemment adhéré à l'organisation ARGOS pour la transmission de 2 de nos nivomètres haute montagne, 1 dans les Alpes, 1 dans les Pyrénées, choisis parmi les 15 que nous aurons en service l'hiver prochain.

L'expérience nous a paru intéressante à tenter à plusieurs titres :

- elle résout le problème des masques montagneux, auquel nous nous heurtons avec la transmission radio 71,2 Mhz que nous avons utilisée jusqu'à présent ;
- elle résout de façon efficace la concentration et la diffusion à plusieurs organismes (EDF, Météo, Eaux et Forêts, ...) de l'information relativement volumineuse, et d'intérêt général, que représente le profil de densité complet du manteau neigeux ;
- elle nous oblige à faire un dernier effort de perfectionnement du nivomètre qui consiste à le doter d'un registre mémoire de stockage de l'information avant retransmission (quelle que soit la voie de transmission dans l'avenir, un message concentré dans une durée d'une seconde, au besoin répétitif, a de meilleures chances d'échapper aux aléas de transmission que s'il est étalé sur plusieurs minutes, comme nous le faisons jusqu'à présent en émettant un signal à chaque décimètre pendant le fonctionnement du capteur).

DÉVELOPPEMENT DE LA SAISIE ET DU TRAITEMENT DES DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES

à ÉLECTRICITÉ DE FRANCE — Division Technique Générale

Service « RESSOURCE EN EAU »

1 / GÉNÉRALITÉS

La disponibilité d'un ensemble cohérent de données hydroclimatologiques de qualité, relatives aux zones d'implantation des principaux centres de production d'énergie est une nécessité pour ELECTRICITÉ DE FRANCE qui y fait appel pour :

- les études d'aménagements nouveaux et de leur impact sur l'environnement
- la définition et l'application des clauses contractuelles propres à chaque aménagement
- la conduite des centres de production, en temps normal et en période de crue
- les études de valorisation de l'énergie des chaînes d'aménagement
- l'exploitation optimale, par le Service des Mouvements d'Énergie du parc d'usines hydrauliques.

Dans ce cadre, la DIVISION TECHNIQUE GÉNÉRALE est chargée d'une part de la réception et de l'adaptation à ces problèmes spécifiques des informations prévisionnelles de la Météorologie Nationale et d'autre part de la sélection, de la saisie et du traitement des données hydroclimatologiques essentielles :

- précipitations, températures de l'air, état du stock neigeux
- débit et températures des rivières

Cette action est menée dans un contexte de contraintes propres à l'établissement :

- Situation des points de mesure dans des régions étendues et montagneuses (Alpes, Jura, Massif Central, Pyrénées).

- Nécessité de disposer de données de bonne qualité, dans un délai très court, pour pouvoir agir sur l'exploitation des centrales en fonction de l'évolution de l'hydraulicité.

- Recherche d'un nombre réduit de points de mesure de forte représentativité (d'une zone géographique ou d'une classe de phénomènes), qui joueront le rôle de Témoins, équipés de télétransmissions.

- Conception du système de Télémessures permettant simultanément la concentration systématique des informations vers un nombre limité de centres de décision (Dispatching du Service des Mouvements d'Énergie) et l'accès sélectif à ces informations depuis des centres dispersés (Équipes d'intervention, usine-pilote de groupement, centres régionaux de prévision, Direction de l'exploitation (G.R.P.H.) etc ...).

Les solutions que la D.T.G. s'est efforcée d'apporter, répondent aux impératifs actuels de gestion des réseaux de ce type :

- Recherche des moyens modernes de saisie permettant l'automatisation du traitement des données dans un centre de calcul.

- Standardisation maximale des matériels pour en faciliter la maintenance et rendre cohérent le système informatique de traitement.

2 / DÉVELOPPEMENTS DES MATÉRIELS

Les recherches poursuivies depuis environ 15 ans ont porté sur :

- les codeurs numériques des différentes données
- les enregistreurs sur bande magnétique en cassette
- les télétransmissions.

2.1. Les Capteurs-codeurs

2.1.1. Précipitations

Le réseau comporte 400 points de mesures dont 160 sont équipés, en plus du pluviomètre "Association" (1), d'un pluviographe à augets basculants (20 g) avec entonnoir de 2000 cm³ et carter isolant à chauffage électrique. Un contact à mercure lié aux Augets change d'état à chaque basculement correspondant à 0,1 mm de précipitation.

On dispose donc d'un capteur codeur digital incrémental.

2.1.2. Niveau d'eau aux stations de jaugeage

Le réseau E.D.F. comporte environ 180 stations avec limnigraphes. Après de longues recherches, un codeur mécanique angulaire a été sélectionné, il est entraîné par le capteur de niveau qui peut être soit un flotteur soit l'arbre de sortie d'un limnimètre esservi à insufflation de gaz. Ce codeur, fabriqué par NEYRTEC (GRENOBLE) se compose d'une série de roues à cames et fournit sur 12 ou 15 contacts repos-travail en parallèle la valeur numérique de la mesure en code binaire réfléchi ou naturel : il présente un faible couple résistant, ce qui permet avec un flotteur Ø 250 mm d'assurer son entraînement en même temps que celui d'un limnigraphie classique (SIAPE ou OTT) avec une sensibilité de 0,5 cm.

2.1.3. Température de l'eau et de l'air (2)

La D.T.G. a développé un thermomètre digital original pour disposer d'un capteur numérique précis, de faible consommation, de grande sensibilité : le senseur est une sonde à résistance de platine (100Ω à 0°C) insérée dans une branche d'un pont de Wheatstone, sur ordre de l'enregistreur, le pont est équilibré par commutation successive de résistances de valeur décroissante dans un rapport 2. Le signal est composé d'un nombre d'impulsions proportionnel à la température en dixième de degré celsius et il est lisible en clair sur un afficheur digital incorporé - l'autonomie, assurée par 4 piles 1,5 v est compatible avec celle de l'enregistreur.

Ces capteurs sont tous étalonnés sur un banc de précision dont dispose la D.T.G. et offrent une précision réelle de 0,1°C.

- Ils sont essentiellement utilisés pour la mesure des températures des cours d'eau, mais l'extension de leur emploi à la mesure des températures de l'air, notamment pour des télétransmissions est en cours d'étude.

1) - défini il y a plus d'un siècle par l'"Association Française pour l'avancement des Sciences", et composé d'un récipient tronconique avec bague de réception circulaire de 400 cm² placée à 1,50 m du sol.

(2) - Voir fiche technique D.T.G. n° 56 "Mesures des températures en rivière"

2.1.4. Stock neigeux

Les recherches entreprises par E.D.F. il y a plus de 25 ans, pour la mesure automatique de la valeur en eau du manteau neigeux ont permis d'aboutir à un dispositif automatique de bonne fiabilité dont le développement est activement poursuivi.

La mesure est fondée sur l'atténuation du rayonnement d'une source radioactive, par les molécules d'eau. La source est constituée de Césium 137, le capteur est un compteur GEIGER-MULLER.

2 modèles sont utilisés suivant la hauteur maximum de neige à mesurer : ils disposent avec une batterie sèche de 40 A.h, d'une autonomie de 6 mois pour une mesure par jour.

- Télénivomètre vertical - pour hauteur de neige jusqu'à 1,50 mètre.

C'est un appareil entièrement statique, comportant un portique d'environ 2 m de hauteur supportant, dans un contenant de sécurité une source d'environ 100 mCi dont le faisceau collimaté est dirigé verticalement vers le sol. Le capteur (compteur GEIGER), est placé dans le sol. La mesure, déclenchée par ordre de l'électronique, est constituée par le temps nécessaire au comptage d'un nombre fixe (2048) de désintégrations, elle est répétée 4 fois à chaque ordre.

Télénivomètre horizontal (1) - (pour toute hauteur de neige)

C'est un appareil à équipage mobile : 2 poteaux creux espacés de 60 cm sont reliés par une "tête" contenant l'électronique de commande et le moteur. La source (10 mCi) et le compteur se déplacent simultanément chacun dans un des poteaux. Le faisceau de la source est collimaté horizontalement. Le moteur, du type pas à pas, est alimenté par les impulsions reçues du compteur : l'équipage se déplace donc à une vitesse variable fonction de la densité de la neige sur une tranche horizontale.

Un signal est émis tous les 10 cm de course. La mesure est donc constituée par la succession des intervalles de temps séparant les signaux successifs.

L'arrêt de la mesure se fait automatiquement lorsque l'équipage mobile dépasse la surface de la neige, par détection d'un seuil dans le taux de comptage, et l'équipage retourne à sa position de repos dans le sol.

2.2. L'enregistrement local (2)

Le choix de la bande magnétique comme support d'enregistrement in situ pour les données hydro-climatologiques a été fait par la D.T.G. il y a environ 15 ans. Après une première réalisation menée à bien en étroite collaboration avec l'E.N.E.L. et la Société Italienne SIAPE (en utilisant une cartouche à bande sans fin), ce système a ensuite été développé par la D.T.G. et a conduit à un enregistreur autonome sur cassette digitale (3). Cet appareil, conçu pour fonctionner en ambiance sévère (-20°C + 50°C) utilise un code binaire bipiste et un format d'enregistrement sur 16 bits (11 bits de mesure, 4 bits de comptage cyclique du rang de la mesure, 1 bit séparateur) - il fonctionne sur 4 piles 1,5 v - son autonomie, qui correspond à celle d'une cassette, couvre 25000 mesures environ - il comporte une base de temps interne, à quartz, permettant diverses cadences d'enregistrement (2 s à 30 mn).

Il offre la particularité d'une densité variable d'enregistrement et nécessite, pour la lecture des cassettes, un lecteur spécialisé. Le lecteur qu'a réalisé la D.T.G. est directement relié à l'ordinateur du Centre de Calcul (I.C.L. 1902 T) comme un périphérique. Il peut aussi être utilisé "Off line" pour examen particulier des enregistrements présentant des anomalies.

Cet enregistreur peut recevoir les mesures des capteurs décrits ci-dessus :

- Les précipitations (ainsi que l'énergie produite par les alternateurs des centrales hydrauliques utilisées comme "Station de jaugeage") sont cumulées dans le compteur d'entrée pendant l'intervalle séparant 2 ordres de la base de temps.

- Les mesures de température sont commandées par l'enregistreur et traduites en code binaire.

- Les mesures de niveau, également commandées par l'enregistreur sont directement enregistrées.

D'autres utilisations sont possibles et plusieurs Services de l'E.D.F. l'utilisent comme enregistreur d'essais, avec des capteurs codeurs adaptés à diverses grandeurs.

3 / LE TRAITEMENT DES DONNÉES ENREGISTRÉES SUR CASSETTE (4)

Les cassettes sont regroupées par type de données enregistrées et après contrôle (sur le lecteur "Off line") de leur qualité, sont transférées en mémoire centrale de l'ordinateur et subissent les traitements habituels au moyen d'une chaîne de programme standard, comportant en général :

- Elaboration de valeurs moyennes horaires et journalières

- Transformation des hauteurs en débits, par l'intermédiaire des fichiers numériques d'étalonnage des stations

- Archivage en fichier de travail annuel

- Édition automatique sur imprimante de tableaux divers

- Graphes divers sur traceur de courbe.

4 / LES TÉLÉTRANSMISSIONS

Divers systèmes sont utilisés simultanément par E.D.F. :

- Répondeurs automatiques phoniques sur le réseau Téléphone Public (précipitations, niveau) (70 sont en service depuis parfois 20 ans)

- Transmissions numériques privées, à faible distance (≠ 5 km) sur paire téléphonique (température de l'eau, niveau)

- Transmissions numériques privées, longue distance, utilisant une ligne spécialisée téléphonique (entre capteur isolé et "poste" E.D.F.) et une liaison du type Émetteur-Récepteur cyclique privée reliant les centres de décision (dispatching, postes de commande centralisée) et les centres de Production ou de Transport. Ce réseau existant pour d'autres besoins E.D.F., effectue un "rafraîchissement" de l'information toutes les 10 secondes et peut être utilisé pour tous les types de capteurs

- Transmissions radio, avec codage "impulsion-temps" (valeur en eau de la couche de neige)

Les études en cours ont pour objet la définition d'un système standard de collecte centralisée, avec possibilité d'interrogation sélective depuis le pupitre central et accès possible, pour information rapide, à divers utilisateurs.

5 / PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT

- Un plan d'équipement systématique en enregistreur sur cassette, des postes fondamentaux est en cours. Il concerne environ 150 limnigraphes, 150 pluviographes, 50 thermomètres et 50 usines témoins et doit être achevé en 1982

- A fin 1978, 50 thermomètres, 10 pluviographes, 10 usines et 5 limnigraphes sont équipés

- Ce plan prévoit également d'étendre de 15 à 35 le nombre de Télénivomètres et de doter les 2 "Centres Régionaux de Prévisions" d'un système de collecte automatique, à cadence et sélectivité variables, des informations des "stations témoins".

(1) - Voir fiche technique dtg n° 23 et fiche MESUCORA 1976 "Télénivomètre à faisceau horizontal mobile".

(2) - Voir fiche technique DTG n° 50 "Enregistreur magnétique incrémental autonome"

(3) - Type PHILIPS.

(4) - Voir fiche technique DTG n° 63 "Matériel de dépouillement pour cassettes".

10. Nous espérons donc que l'hiver 79-80 nous apportera des résultats concluants quant à la fiabilité et aux délais de transmission. A nos yeux, l'intérêt de l'expérience ARGOS réside dans la mise au point de composants et de méthodes qui pourraient préfigurer un système définitif de transmission quasi immédiate par les satellites géo-stationnaires, particulièrement adapté à la desserte des régions montagneuses quasi désertes.

11. La réduction du délai est encore plus importante pour la connaissance des risques d'avalanche qui est un objectif de sécurité publique. Les progrès futurs des techniques de transmission en ondes décimétriques se traduiront sans doute par une compétition entre les solutions suivantes :

- utilisation des satellites,
- relais terrestres actifs ou passifs,
- réflexion sur les trains ionisés des météores (c'est cette dernière solution qui est mise en œuvre dans le système SNOTEL de transmission des mesures d'enneigement dans l'ouest des États-Unis) [cf. Réf. (3)].

RÉFÉRENCES

- Réf. (1) MARBOUTY D., OBLED Ch., GUILLOT P.
Les images de satellite et les mesures de la couche de neige, Société Hydrotechnique de France, séance du 15 mars 1977
La Houille Blanche, n° 7/8, 1978.
- Réf. (2) GUILLOT P., VUILLOT M.
Le télénivomètre à faisceau horizontal mobile
Bulletin de l'AISH, XIII, 4 - 12/1968, pp. 47-70.
- Réf. (3) BARTON M., BURKE M.
SNOTEL : an operational data acquisition system using meteor burst technology.
Proceedings of the 45th Western Snow Conference, April 1977, pp. 82-87.



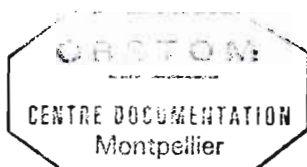
DOCUMENT 2.6.

**SELECTION OF APPROPRIATE SYSTEMS
FOR TELETRANSMISSION OF HYDROLOGICAL DATA
IN DEVELOPING COUNTRIES (*)**

Wulf KLOHN

*Scientific Officer
Hydrology and Water Resources Department
World Meteorological Organization Secretariat
Genève, SUISSE*

* This text expresses the views of the author as an individual and not necessarily the official views of the World Meteorological Organization.



F3292

INTRODUCTION

01. Within the framework of projects executed by WMO in developing countries in the field of operational hydrology, the question of whether satellite teletransmission of hydrological data should be used, has been considered since satellites became available for this purpose. However, although the prospects for satellite teletransmission appear very good from the technical point of view, because of its successful application in industrial countries, no major system for the collection of hydrological data has as yet been implemented in developing countries. The following review of a few relevant projects involving the establishment of telemetering systems should cast some light on the reasons for this, to date, unfavourable outcome for the use of satellites for data radio-transmission.

IMPROVEMENT OF FLOOD FORECASTING IN THE INDUS RIVER BASIN IN PAKISTAN

02. Large areas of Pakistan are prone to flooding because of particular natural and historical, social, and technical conditions. The flooding problems in Pakistan are extremely complex, and there is significant danger of major disasters due to flooding. Flood forecasting is successfully practiced in Pakistan and contributes towards a reduction in damage to property and particularly in loss of life due to flooding, but there is room for improvement of the flood-forecasting techniques in use.

03. Within the framework of a project for the improvement of the flood-forecasting and warning system in the Indus River Basin, a study was prepared by WMO in 1976, in order to examine the prevailing conditions of the flood-forecasting network in Pakistan, and to make recommendations for its improvement and modernization. Some of the basic difficulties and deficiencies found in the forecasting system are :

- Lack of meteorological and hydrological data from upper catchments of the Indus tributaries ;
- Heavy reliance on man-operated meteorological and hydrological stations ;
- Fragmentation of responsibility for data collection and transmission among several organizations.

04. It was therefore recommended that a system of automatic data transmission using data collection platforms (DCPs) should be implemented as soon as possible. The network was to comprise 24 stations in Pakistan. Most of these stations were already in operation, and the existing observers could have been used to guard the automatic equipment against vandalism. The automatic data-collection platforms would have transmitted data either via satellite, meteor-burst or conventional VHF relays. Among the significant advantages of the use of satellites for hydrological and meteorological data collection, the following were noted :

- Reliability ;
- High frequency of observations and of data transmission ;
- High efficiency in data reception and processing as the data are handled by computers ;
- Relatively low cost of installation, operation and maintenance ;
- Low power requirements.

05. It was, however, emphasized that, given the local conditions, and in order to be of any real use to the streamflow forecasting unit (SFU), the data collected by the data collection system (DCS) have to be conveyed directly to the SFU and not relayed through a central data-acquisition station in a distant foreign country.

The recommendations of this study gave a clear preference to a satellite DCS, preferably using a geostationary satellite, alternatively using the TIROS N polar-orbiting satellite.

06. In early 1979, a decision was taken to implement a conventional VHF automatic data-collection system. The reason given for not pursuing the installation of a satellite DCS, as had been recommended, was that the Government did not wish its flood-forecasting and warning system to rely on a satellite which was out of national control but would prefer to rely on its own resources. It is interesting to note some of the relevant questions which were raised during preliminary discussions :

- For how long would the satellite DCS be operated ? (The Government would apparently have expected a firm, long-term commitment by the satellite operator).
- What if the satellite failed ? Would there be a standby satellite ?
- What would be the charge for using the satellite ? Would there be a guarantee that charges would not be substantially increased in the future, once the flood-forecasting system had been designed to rely on a satellite DCS ? (The need for payment would probably have ruled out the use of the satellite).

HYDROLOGY AND CLIMATOLOGY OF THE BRAZILIAN AMAZON RIVER BASIN

07. This project aims at obtaining a satisfactory level of hydrological and climatological knowledge of the Amazon River basin in Brazil, to provide a basis for rational development planning. Given the enormous size and extremely difficult environmental conditions prevailing in the area, the objectives of setting up a hydrological information system within the given constraints will require fundamental changes in the current system of network operation. The existing hydrometric network is insufficient by any standard. As the cost of operating a hydrological station in the Amazon River basin is excessively high (\$ 25,000 - \$ 40,000/station/year), it is not possible to expand the network significantly with the existing limited budget. Taking into consideration all aspects involved, it was recommended that the number of hydrometric stations should be increased by about 250 during the lifetime of the project.

08. A first set of 50 stations is being installed at present. Stations located on sites which are difficult of access or which are to be used for flood forecasting should be provided with data-collection platforms (DCPs) to make possible continuous observations and a rapid alert in case of non-operation. It was also found that the hydrometeorological network should be increased, emphasis being placed on the installation of recording rain-gauges with DCPs requiring infrequent attention.

09. On the basis of these recommendations, several data-telemetry systems were evaluated for possible use in the Amazon basin during a follow-up study. These were : meteor-burst, GOES satellite, both interrogated and self-timed, and Tiros N/Argos-system. Conven-

tional radio telemetry was not considered because of several factors such as the large number of repeaters required, the lack of existing microwave repeaters and the large installation expense. The Landsat data-collection system was also not considered for the Amazon project because it is an experimental programme which could be terminated at any time. A further possibility, involving the use of Intelsat and the Canadian domestic communications satellite Anik, was not considered because of certain technical risks, potentially high costs, and possible operational problems. The transmission alternatives were evaluated under the assumption that data relayed by satellite must be received directly in Brazil, as it was considered unacceptable for hydrometeorological data from an operational Brazilian system to pass through the USA or France. The factors considered in selecting a hydrometeorological telemetry system for Amazonia were grouped in three main categories : technical suitability, cost, and management.

10. Under *technical suitability*, the following factors were evaluated :
 - (a) Timeliness, i.e. whether the system can provide data as often as required, and whether these data can be made available to all users ;
 - (b) Accuracy, i.e. whether the transmitted data are accurate, and whether there is a possibility to verify accuracy ;
 - (c) Reliability, i.e. what are the possibilities and consequences of failure in DCPs, satellites or ground stations ;
 - (d) Expandability, i.e. how easy is it to add additional remote stations to the network ;
 - (e) Technical risk, i.e. whether the system has proved itself under actual operating conditions, and whether there are possibilities of failure under exceptional circumstances ;
 - (f) Data distribution, i.e. how complex is the data reception and distribution centre, and whether the data links have been proven.
11. Under *cost*, the following factors were considered :
 - (a) Capital and operating costs for DCPs ;
 - (b) Capital and maintenance costs for ground stations ;
 - (c) Possibility for cost sharing, i.e. whether there are existing facilities which could be upgraded to handle hydrometeorological data telemetry ;
 - (d) Lifetime, i.e. how long would the equipment last before it becomes necessary to replace it.
12. Under *management*, factors related to planning, installation and operation of the system were considered :
 - (a) Implementation, i.e. administrative complexities which must be overcome in order to proceed with the system, such as the signing of user agreements, or obtaining operation licenses ;
 - (b) Scheduling, i.e. the time it would take to put the system into service, once administrative matters were settled ;
 - (c) Personnel, i.e. type of personnel required to operate the system.
13. The four possible methods for hydrometeorological teletransmission were compared by assigning points on the basis of a geometric progression. This tends to exaggerate

strengths and diminish weaknesses, which is fair because all systems could be used. Also, in totalling the figures, technical suitability and cost were assumed to have equal weight, while management was assigned a weight of one-half. The meteor-burst system was arbitrarily assigned a uniform value and all others rated against that value. The results are shown in Table 1.

It can be seen that the GOES self-timed emerges as the most suitable system. As an alternative, the project is turning to a close examination of the only viable non-satellite alternative, i.e. the meteor-burst data-collection system.

Table 1. Comparison of telemetry systems for the Brazilian Amazon River basin project

	Meteor burst	GOES Interrogate	GOES Self-Timed	Tiros - N Argos
I - TECHNICAL SUITABILITY (1)				
Timeliness	4	4	2	1
Accuracy	4	4	4	4
Reliability	4	4	8	4
Expandability	4	4	4	4
Technical risk	4	8	8	2
Data distribution	4	8	8	4
Total	24	32	34	19
II - COST (1)				
Capital/operating (DCPs)	4	2	8	8
Capital/operating (ground stations)	4	8	8	2
Cost sharing	4	8	8	8
Lifetime	4	4	8	8
Total	16	22	32	26
III - MANAGEMENT (0.5)				
Implementation	4	2	2	2
Scheduling	4	4	4	2
Personnel	4	4	4	4
Total	12	10	10	8
(0.5) (total)	6	5	5	4
IV - GRAND TOTAL POINTS	46	59	71	49

RIVER NIGER HYDROLOGICAL INFORMATION AND FORECASTING SYSTEM

14. The execution of this project will require a comprehensive real-time reporting network over the entire River Niger basin. A detailed study of the technology best suited to this purpose has not, as yet, been undertaken. At first sight, satellite data collection would appear to be a very convenient system for this purpose, as data from all over the basin could easily be concentrated at one ground station and transmitted to the basin-wide River Forecasting Center. However, there is already a preliminary indication that several countries object to having hydrological data from their territory relayed directly to an international center. In practice this would mean that several satellite-receiving ground stations would have to be installed. The costs involved in these additional stations would weigh against the selection of satellite data collection for this project.

CONCLUSIONS

15. All the above case studies have in common a situation in which the use of satellite teletransmission for hydrological data collection appeared to be convenient or was even strongly recommended because of its technical and economic advantages, yet did not lead to implementation. While it is most difficult to define clearly the final reasons why satellites are not being used, it may be surmised that these reasons are political and administrative, rather than technical. Among the questions which need further clarifications are the following :

- (i) What is the lifetime of a satellite teletransmission system ? It can hardly be expected that developing countries should agree to invest scarce development funds in a system which may be discontinued in three, five or eight years or, even worse, be cut off for non-technical reasons.
- (ii) What will be the cost of satellite data collection in the future ? Developing countries are reluctant to engage in the long-term use of a system which is at present free of charge, or available at nominal cost, but may start to charge considerable sums later on.
- (iii) Some developing countries do not accept that the data collected from their territory be relayed directly to a foreign country. These countries want to «see» the data before passing them on. This point may be linked to the legal status of satellite-relayed information.
- (iv) A few countries may expand the above argument by refusing to accept relays of hydrological data via a foreign satellite, because these data might then become available to third parties.
- (v) In addition to the above reservations, some doubts have been expressed about the viability of a system which relays DCP data to one central receiving ground station far away, these data then being recovered at the user's site through telecommunication links.

16. It is our considered opinion that, before these administrative questions are fully clarified, there are limited prospects for the immediate implementation of large-scale

satellite systems for teletransmission of hydrological data. However, appropriate technical measures may, to some extent, alleviate the administrative problems, which at present are the main obstacle.



DOCUMENT 2.7.

THE WMO SAHEL AGRHYMET PROGRAMME

Wyndham Gethin OWEN

*Hydrologist
WMO - Sahel Agrhymet Programme
Niamey, NIGER*



F3293

01. The CILSS/UNDP/WMO AGRHYMET programme will establish a telecommunication system for data acquisition from more than 100 hydrological and agrometeorological stations distributed throughout the Sahel zone of West Africa. The system will be based upon daily SSB (1) Radio reports to the eight national centres of the CILSS (2) countries, and will extend to the mini-computer verification of reported data and their onward transmission to the AGRHYMET Centre, Niamey, using existing GTS (3) links in the region. Following computer interpretation and evaluation on a regional basis or on the basis of hydrological basins, information statements will be prepared for same-day transmission by the GTS links back to the national centres, for direct dissemination to primary users and for general dissemination by radio broadcast.

02. The adoption of a traditional telecommunication system relates partly to the technology available at the date of formulation of the programme, partly to the comparatively higher costs of establishing automatic transmitting stations, and generally to the volume of data to be transmitted, particularly of agrometeorological and pedological data.

Problems associated with operation of such a traditional system are well understood, and it is expected that by the provision of adequate training both at the AGRHYMET Centre and at the factory level of personnel who will be responsible for the maintenance and repair of the equipment, by the establishment of repair shops at the national centres which will be supported by extensive workshop/replacement-part facilities at the AGRHYMET Centre, and by close management by the concerned national services, the system will operate effectively and consistently.

03. This on-going system for data acquisition, analysis and interpretation, and for quasi-real time transmission of hydrological and agrometeorological information to the participating countries, is evidently susceptible to adaptation in the future taking account of developing technology, including the transmission of data by satellite, as this becomes available and viable in the technical and financial aspects.



(1) SSB : Single Side Band (équivalent à BLU : Bande Latérale Unique).

(2) CILSS : Comité International de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel.

(3) GTS : Global Telecommunication System.

DOCUMENT 2.8.

**THE RIVER NIGER BASIN
AND DATA TELETRANSMISSION**

Gabor KIENITZ

*WMO - Hydrological Expert
with the River Niger Commission
Niamey, NIGER*



F 3291

01. One of the potential users of a satellite based telecommunication system could be the River Niger Basin Hydrological System which I am describing in a few words.

The eight countries of the River Niger Basin are represented in the River Niger Commission (the 9th, Chad, holding only a portion of it, is not). The RNC decided years ago to set up a hydrological forecasting system for which assistance was sought from international sources. After a preliminary project, the stage was reached in 1978 when a preparatory project could be started with the aim of preparing the Project Document. This was my task. The Project Document has been prepared, and presently is about to be signed. This will signal the starting of the Project.

02. The project will consist of two phases, both of them covering the entire basin of the Niger (the Project Document concerns only the first phase). In the first phase only water levels will be observed and forecasted (propagation model), while in the second, forecasting will start from precipitation data (transformation + propagation model).

03. The basin's length from Guinea to Cameroon exceeds 3 500 km, the Niger's length exceeds 4 000 km. Enormous distances are involved, and establishing an operational forecasting system covering such an area requires unconventionally reliable real-time transfer of data. Around 100 automatic water level gauges are envisaged and a telecommunication system relaying the data to the centre located in Niamey where they will be run on a computer will a mathematical model in order to produce forecasts to be disseminated to the national hydrological services of the member countries.

04. For realizing the transfer of data, 3 alternatives were thought of, final decision resting with the results of a feasibility study to be performed within the project itself.

The are :

- (1) fully automatic surface VHF or UHF system (no human interference at either the gauges or sub-centres),
- (2) meteor-burst,
- (3) satellite-based systems.

05. What has been said at this seminar, either the Meteosat or the Argos system could be made use of and they will be thoroughly investigated within the subsequent studies from that aspect, together with the other possible solutions.

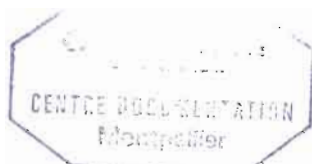


DOCUMENT 2.9.

**TÉLÉTRANSMISSION DES DONNÉES HYDROLOGIQUES
ET LUTTE CONTRE LES VECTEURS AQUATIQUES
D'ENDÉMIES TROPICALES
LE CAS DE L'ONCHOCERCOSE**

René LE BERRE

*Entomologiste
Écologie des Vecteurs et Lutte Antivectorielle
Organisation Mondiale de la Santé
Genève, SUISSE*



F 3295

SUMMARY

In tropical countries, endemic diseases represent powerful barriers to socio-economic development. Almost all of these are transmitted by insects or molluscs. For many of them, all or part of the biological cycles occurs in stagnant or running water.

Control strategies against these endemic diseases are based on the destruction of vectors, often at the aquatic stage. It is therefore important to know the dimension of the reproductive area, as well as its capacity or discharge, in order to forecast the vector populations variations and to adapt the treatments to the actual hydrological conditions.

Teletransmission of rainfall and hydrological data, allowing accurate and extemporaneous figures to be obtained, represent a good prospective in this field.

RÉSUMÉ

Les grandes endémies constituent de puissantes barrières au développement socio-économique de la plupart des pays tropicaux. Presque toutes ces maladies sont transmises par des insectes ou mollusques dont, pour beaucoup d'entre eux, tout ou partie du cycle biologique se déroule dans l'eau, stagnante ou courante.

Les stratégies de lutte contre ces endémies passent par la destruction des vecteurs, souvent dès leur stade aquatique. Il est donc important de connaître l'étendue des lieux de reproduction, ainsi que leur capacité ou leur débit, afin de prévoir les variations de populations vectrices et d'adapter les traitements larvicides aux conditions hydrologiques réelles.

La télétransmission des données pluviométriques et hydrologiques, permettant d'obtenir des données sûres et extemporanées, présente un intérêt certain dans ce domaine.

LE VECTEUR DE L'ONCHOCERCOSE ET LES METHODES DE LUTTE RETENUES

01. L'onchocercose humaine constitue en Afrique tropicale un problème de santé publique prédominant ainsi qu'un obstacle au développement socio-économique des pays de savane. Le vecteur de cette endémie majeure est un insecte, la simulie, dont le développement larvaire et nymphal s'effectue obligatoirement dans les zones de courant (0,6 à 1,5 m/s).

02. Étant données

- l'absence de médicaments pouvant être utilisés en campagne de masse,
- la mobilité extrême de la simulie adulte,

la stratégie actuelle de la lutte contre l'onchocercose est uniquement basée sur la destruction des populations larvaires de l'insecte qui sont, elles, relativement concentrées compte tenu des exigences écologiques de l'espèce.

03. Cette lutte consiste à épandre, à intervalles réguliers et en amont de chaque zone de reproduction (gîte), la quantité d'insecticide nécessaire à la destruction de la totalité des larves.

04. Dans le programme régional de lutte contre l'onchocercose exécuté par l'OMS pour sept États africains (Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Haute-Volta, Mali, Niger, Togo), les épandages s'effectuent par voie aérienne (hélicoptères et avions), seule technique qui permette de s'affranchir des problèmes d'accès aux zones de traitement. Bien que les quantités d'insecticide utilisées soient extrêmement faibles (0,05 à 0,1 partie par million de parties d'eau pendant 10 minutes chaque semaine), les doses à épandre doivent être soigneusement calculées afin d'éviter tout surdosage préjudiciable à l'environnement et source de dépense inutile. A l'inverse, tout sous-dosage se traduit par une réapparition rapide de populations vectrices.

PROBLÈMES DE COLLECTE DE DONNÉES HYDROLOGIQUES A RÉSOUDRE

05. La lutte contre l'onchocercose est donc fondamentalement liée à la bonne connaissance des débits des cours d'eau hébergeant des gîtes larvaires du vecteur et c'est pourquoi, dès sa phase initiale, le Programme Onchocercose :

- s'est appuyé sur les réseaux hydrométriques de base nationaux,
- a financé la création de plus de 50 stations nouvelles (conventions OMS/ORSTOM/Services nationaux).

06. Outre la nécessité de bénéficier d'une bonne couverture hydrométrique des différents bassins, le Programme Onchocercose doit également assurer, de manière autonome, la transmission des données :

- les données sont recueillies, selon un rythme hebdomadaire impératif, par les équipes de terrain (fin de semaine).

- elles sont transmises immédiatement, par radio (24 stations BLU correctement réparties dans les sept États, 4 fréquences, trafic permanent) aux bases d'opérations de traitement (Bobo-Dioulasso, Tamale et Ouagadougou),
- ces données sont transformées en débit, ce qui permet de calculer les dosages correspondants,
- les circuits de traitement sont alors planifiés et les instructions sont données aux pilotes (lundi de la semaine suivante),
- les opérations de traitement débutent le mardi pour se terminer le vendredi.

07. Les données hydrologiques collectées en fin de semaine sont donc utilisées avec un délai pouvant atteindre 6 jours ce qui, compte tenu des fluctuations de débit, est difficilement compatible avec un dosage rigoureux.

Malgré le nombre des équipes de collecte et leur mobilité malgré l'extrême rapidité des liaisons qui sont assurées par radio, un délai considérable s'instaure donc inévitablement entre la lecture de l'échelle de crue et le traitement insecticide subséquent.

SOLUTIONS ENVISAGÉES

08. L'installation de systèmes de transmission plus rapides permettant un calcul extemporané des dosages avait été envisagée par les responsables du programme, en collaboration étroite avec les hydrologues de l'ORSTOM et surtout W. OWEN, hydrologue de l'OMM, projet d'Agrhymet :

- transmission visuelle, directement de la station au pilote de l'hélicoptère de traitement,
- transmission par radio (VHF), selon le même principe.

Cette étude s'est révélée trop complexe et n'a pas abouti, la transmission des données hydrologiques continuant donc de présenter des délais considérables.

09. Cette présentation sommaire permet d'expliquer l'intérêt que nous portons à la télétransmission des données hydrologiques par satellite.



DOCUMENT 2.10.

**OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS SUR LES TRAVAUX
DE LA SECONDE SÉANCE ATELIER**

Claude PESANT

*Directeur du Service de l'Hydrométrie
Direction Générale des Eaux
Ministère des Richesses Naturelles du Québec
Québec, CANADA*



F 3296

1. GÉNÉRALITÉS

- (a) Les mémoires : à cet atelier six mémoires techniques furent présentés et cinq avaient trait à l'acquisition de données par télétransmission dans les pays suivants : Brésil, Canada, France, Royaume-Uni et Sénégal. Le mémoire préparé par le Ministère des Richesses Naturelles du Québec, Canada, faisait état de l'exploitation d'un réseau de télémétrie comprenant une vingtaine de stations de mesures hydrologiques. Les autres mémoires concernaient des expériences sur les possibilités de télétransmission par satellite.
- (b) Utilité de la télémétrie en hydrologie : les principales raisons mentionnées pour la télétransmission des données hydrologiques sont les suivantes : 1. gestion de réseaux de mesures hydrologiques dans les régions difficiles d'accès ; 2. la nécessité de l'acquisition des données en temps réel ou quasi-réel pour des besoins particuliers, la prévision des apports, l'exploitation de réservoirs et la surveillance des usages de la ressource.
- (c) Les systèmes de télétransmission par satellite, géostationnaire et à défilement : ils sont complémentaires et peuvent répondre véritablement aux besoins des utilisateurs potentiels ; chaque espèce a ses particularités et le choix sera surtout fonction de la nature des problèmes à solutionner et des objectifs du projet.
- (d) Le coût de la télémétrie : les coûts associés à l'implantation d'un réseau de télémétrie par satellite dépendent de plusieurs facteurs dont le coût du matériel de télémétrie, le type d'équipement hydrométrique déjà en place aux stations de mesure, les problèmes d'accessibilité, les facilités actuelles pour le traitement des données sur ordinateur.

2. LES OBSERVATIONS

Durant la séance plénière, les utilisateurs potentiels ont montré beaucoup d'intérêt aux expériences réalisées dans ce domaine, et l'on peut résumer ainsi les principales préoccupations des participants.

- (a) Plusieurs intervenants s'interrogent sur l'impact de cette nouvelle technique sur les systèmes actuels de collecte des données hydrologiques et sur la compatibilité des équipements utilisés dans ces systèmes de collecte.
- (b) La précision et l'exactitude des données transmises par le satellite ; cette technique n'élimine pas les problèmes opérationnels du système de mesure (mauvais fonctionnement de limnigraphe et perte de données, etc.).
- (c) La pérennité des deux systèmes opérationnels, géostationnaire et à défilement, et la vie utile du matériel de télémétrie.
- (d) Dans quelle mesure cette technique est-elle transposable dans les pays en développement.
- (e) Les coûts réels d'implantation et d'exploitation d'un système de télémesure.
- (f) Les problèmes potentiels d'ordre politique et économique relatifs à la mise sur pied et à l'exploitation en commun d'un système de télémétrie pour un bassin de rivière dont l'étendue recouvre le territoire de plusieurs pays.

3. LES CONCLUSIONS

Il a été établi que la télémétrie par satellite est un outil valable pour l'hydrologue et ce, à un coût abordable ; aux États-Unis d'Amérique et au Canada cette technique est utilisée sur une base opérationnelle depuis plus de deux ans. Ce mode d'acquisition en temps réel

ou quasi-réel des données hydropluviométriques par satellite est un ajout à toute activité de base relative à l'exploitation de systèmes de collecte de données hydrologiques ; c'est la phase terminale de l'automatisation d'un programme de collecte de données.

C'est aux utilisateurs qu'appartient la décision de choisir la technique de télécommunication. Il est important d'établir d'abord le besoin des données en temps réel, puis d'identifier clairement les objectifs du projet et les différentes alternatives de solutions. L'analyse bénéfice/coût du projet doit prendre en compte les besoins de formation du personnel requis pour la mise en place et la gestion d'un système de télé-métrie pour lequel l'informatique et l'électronique sont les techniques de base.

Les échanges entre les fabricants de matériel, les exploitants de systèmes de télécommunication par satellite et leurs usagers ont fourni des renseignements qui seront utiles à l'utilisateur potentiel pour l'estimation des coûts de son projet. Pour la planification du projet et la formation du personnel technique, le chargé de projet devrait tirer profit de l'expérience déjà acquise en télé-métrie.



3. TROISIÈME SÉANCE ATELIER

PROBLÈMES DES UTILISATEURS

(matinée du mercredi 30 mai 1979)

Rapporteur : M. René LEBERRE
Entomologiste, Écologie des Vecteurs et Lutte Anti-vectorielle à l'Organisation Mondiale de la Santé

Co-Rapporteurs : M. Jean-Pierre LAMAGAT,
Conseiller Technique au Ministère du Développement Industriel et du Tourisme du Mali, représentant M. le Ministre Lamine KEITA

M. Nii Boy AYIBOTELE,
Chief Research Officer, Water Resources Research Unit, Ghana.

SOMMAIRE

(a) COMMUNICATIONS

Document 3.1.

Réflexions sur la télétransmission par satellite des données hydrologiques appliquée aux pays en développement. **Mayaou GAGARA**

Document 3.2.

Infrastructures et moyens des Services Hydrologiques du Niger et problèmes posés par la collecte des données. **Bagnan BEIDOU**

Document 3.3.

Possibilities of using satellite teletransmission for hydrological data collection in Ghana **Nii Boi AYIBOTELE**

Document 3.4.

Hydrological data as applied to the river Nile **Sarwat H. FAHMY**

Document 3.5.

Requirements for transmission of hydrological data for flood forecasting in India **Pritam SINGH**

Document 3.6.

Le réseau hydrométrique du Ministère Français de l'Agriculture. Organisation, situation et perspectives d'avenir. **Michel COLIN de VERDIERE**

(b) COMPTE RENDU

Document 3.7.

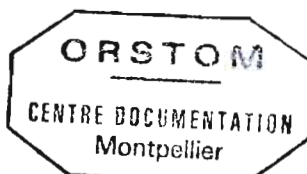
Rapport général sur la troisième séance atelier. **René LE BERRE**

DOCUMENT 3.1.

**RÉFLEXIONS SUR LA TÉLÉTRANSMISSION
PAR SATELLITE DES DONNÉES HYDROLOGIQUES
APPLIQUÉE AUX PAYS EN DÉVELOPPEMENT**

Mayaou GAGARA

*Secrétaire Général
du Comité Interafricain d'Études Hydrauliques
Ouagadougou, HAUTE-VOLTA*



F 3297

RÉSUMÉ

L'article présente quelques remarques et pose quelques questions au sujet du thème abordé :

- 1. Diverses utilisations de la télétransmission par satellite : acquisition et traitement de données en temps réel, édition et diffusion accélérée des observations.*
 - 2. Avantages par rapport aux systèmes classiques (télégraphe, radio, radar) ; fiabilité.*
 - 3. Avantages et inconvénients des balises émettrices sur le terrain.*
 - 4. Coût de la télétransmission.*
 - 5. Nécessité de moderniser les méthodes de mesures hydrométéorologiques.*
-

1. PRÉAMBULE

L'expérience du Comité Interafricain d'Études Hydrauliques en matière de télétransmission est limitée à une connaissance acquise au travers des diverses publications de spécialistes sur le sujet. Ainsi, nous ne pourrions pas présenter ici le résultat d'une solide pratique de cette technique, mais, en tant qu'utilisateur potentiel, nous présenterons quelques remarques et quelques réflexions suggérées par l'objet du séminaire.

2. TRANSMISSION DE DONNÉES EN TEMPS RÉEL

Le principal intérêt de la télétransmission est, à nos yeux, de permettre l'exploitation des observations en temps réel ou quasi réel (dans le cas d'un satellite à défilement, le satellite entre en communication avec une balise émettrice au sol environ six fois par jour, à raison d'une dizaine de minutes à chaque passage, permettant d'exploiter ainsi les mesures avec un retard maximal de quelques heures).

L'utilisation de données en temps réel rencontre trois applications :

- Annonce de crues (réseau hydropluviométrique). Le réseau de pluviographes et limnigraphes transmet ses mesures à un poste central permettant d'effectuer des prévisions sur le régime du réseau hydrographique, et de gérer en conséquence les ouvrages de régulation. Suivant la taille du bassin analysé, une telle application nécessite de deux à dix émissions quotidiennes.
- Avertissement agricole (réseau agroclimatologique). Après traitement en temps réel des informations transmises par des stations climatologiques et synoptiques (mesure des précipitations, température, évaporation et ensoleillement), le poste central informe en retour les services agricoles sur les actions à entreprendre sur le terrain (doses d'irrigation, traitements phytosanitaires...). Une émission quotidienne ou biquotidienne doit être suffisante pour permettre l'édition d'un bulletin d'avertissement.
- Opérations de pluie provoquée (réseau météorologique). Les applications sont de deux types : transmission au poste central des observations (pluviométrie, pression, température, vent), de façon à définir les interventions à effectuer sur les masses nuageuses (zone d'intervention et types d'ensemencement), puis contrôle des résultats des opérations de traitement. Pour une telle opération, la surveillance et le traitement des informations doivent être assurés de façon continue.

3. TRAITEMENT ET DIFFUSION DE DONNÉES ELABORÉES

Outre l'utilisation de résultats d'observations en temps réel, la télétransmission par satellite devrait permettre une exploitation des données plus poussée que celle effectuée classiquement par les services hydrologiques ; les informations sont traitées directement par ordinateur et peuvent ainsi être aisément mises en forme et diffusées en bulletins ou annuaires (les services hydrologiques nationaux, par exemple, ont actuellement des difficultés à assurer ces éditions qui sont généralement publiées avec beaucoup de retard).

Cependant, pour présenter un réel avantage, cette exploitation doit permettre de traiter la quasi-totalité des stations des réseaux nationaux ; un tel projet est d'une ambition plus large que ceux relatifs à l'annonce de crue ou l'avertissement agricole.

4. AUTRES SYSTÈMES DE TÉLÉTRANSMISSION

A priori, la télétransmission d'observations de terrain au moyen de satellites peut paraître démesurée et l'utilisation d'un système plus classique semble plus appropriée : transmission par télégraphe, radio, ou même radar.

Le premier système n'est en fait pas exploitable pour deux raisons. La première est que le développement insuffisant du réseau téléphonique et télégraphique de nos régions ne pourra permettre qu'occasionnellement une telle transmission. En second lieu, même dans les pays disposant d'une infrastructure suffisante, on évite souvent d'avoir recours à celle-ci en raison des risques de rupture des lignes de communications en cours de tempêtes.

La liaison par radio présente quant à elle l'avantage de nécessiter une infrastructure plus légère et de ce fait est assez fréquemment utilisée (par exemple, les observations d'une centaine de stations synoptiques sont transmises huit fois par jour aux services climatologiques des États Membres du CIEH). Cependant, ce système n'est pas exempt d'inconvénients : pannes diverses, mauvaise propagation des émissions (la transmission des observations des stations synoptiques doit parfois se faire par téléphone), utilisation de relais, etc... Par ailleurs, le coût d'une installation d'émission par radio est relativement élevé : d'après RAINBIRD (Hydrological forecasting - OMM Technical note n° 92), la télétransmission par satellite devrait éliminer quelques-uns des éléments les plus coûteux des stations de télétransmission par radio et permettre une maintenance plus aisée.

Enfin, la liaison par radar ne peut être citée que pour mémoire en raison des infrastructures importantes qu'elle nécessite et des consommations élevées d'énergie qu'elle entraîne.

5. LES BALISES ÉMETTRICES SUR LE TERRAIN

Un avantage indiscutable de la télétransmission est de permettre des mesures en des lieux d'accès parfois difficile. Ainsi, les stations de jaugeage sont fréquemment inaccessibles en saison des pluies (pistes boueuses et sites inhabités) ; le contrôle du bon fonctionnement de ces appareils de mesure est alors assez rare et les pannes sont réparées avec beaucoup de retard, laissant des lacunes importantes dans les observations. La télétransmission par satellite, en permettant une surveillance constante du fonctionnement des enregistreurs, permet une remise en état de ceux-ci plus rapide.

Mais, en contrepartie, ce matériel est situé dans des conditions d'environnement difficile et éloigné du poste central. On peut ainsi poser la question de la fiabilité et de la maintenance de ce matériel très sophistiqué : alimentation électrique (ce problème est sans doute résolu par l'utilisation de photopiles), entretien, adaptation aux conditions d'environnement (les expériences effectuées par l'ORSTOM au Congo en 1972-1974 utilisaient par exemple un matériel nécessitant une température inférieure à 30° C et une humidité relative inférieure à 95 %).

6. COUT DES PROJETS

Les programmes spatiaux ont la réputation d'être onéreux, et on ne peut donc s'empêcher d'évoquer le coût d'une installation de télétransmission de données par satellite. Une telle installation comprend trois postes :

- Les balises émettrices. Le prix de ces appareils, élevé par rapport à celui des instruments de mesure classiques, est néanmoins d'un ordre de grandeur abordable et va très bien certainement diminuer avec le développement de la télétransmission.
- Les infrastructures au sol. De telles installations représentent des investissements importants si l'on fait référence aux stations de télédétection.
- Le satellite. Bien évidemment, on ne peut imputer aux seules opérations de télétransmission de données hydrométéorologiques le coût du satellite qui est utilisé également à d'autres fins. Les hydrologues, n'utilisant ainsi qu'en partie les possibilités du satellite, deux questions viennent à l'esprit : 1. quelle est la capacité de la chaîne de télétransmission et quel est le nombre de balises émettrices au sol pouvant être utilisées ? 2. le coût élevé des communications spatiales ne va-t-il pas autoriser le développement de cette technique uniquement pour certains projets rentables à court terme et conduire à négliger l'infrastructure hydrométéorologique qui ne présente pas toujours d'intérêt immédiat ?

7. APPAREILS DE MESURE

Nous saisissons l'occasion offerte par ce séminaire en réunissant constructeurs, utilisateurs, expérimentateurs et instituts de recherche, pour présenter une remarque, à notre avis, importante.

Les mesures hydrométéorologiques n'ont pratiquement pas évolué dans leur principe depuis le début du siècle : la mesure du débit d'une rivière passe par l'intermédiaire de celle de la cote de l'eau, le passage de la hauteur au débit étant tributaire de la précision de la courbe de tarage et de ses extrapolations ; de même, l'estimation de la pluviométrie moyenne sur une surface est obtenue à partir de mesures ponctuelles et à l'aide d'appareils criticables en ce qu'ils modifient par leur présence le paramètre mesuré.

Il nous paraît ainsi important de développer les recherches sur de nouvelles méthodes de mesure des pluies et des débits faisant appel à des principes différents. Pour les pluies, des exemples de mesure au moyen de radars donnent des résultats très encourageants et le problème est également abordé par la télédétection. Pour ce qui concerne les débits, il conviendrait d'essayer d'exploiter des principes différents des lois des écoulements à surface libre : utilisation de la magnétohydrodynamique, de l'acoustique (sonars). Il est bien évident qu'un bon nombre de problèmes épineux posés aux hydrologues trouveront une solution lorsque de telles techniques pourront être employées avec succès.

Au stade actuel, l'utilisation d'un matériel très élaboré et précis (satellites, ordinateurs...) pour collecter et traiter des observations effectuées avec une précision très moyenne, donne un grand poids à notre remarque.

8. CONCLUSIONS

Les réflexions que nous venons de présenter ne sont sans doute pas originales et elles ne reflètent que les questions qui se posent dans l'esprit d'un néophyte face à cette technique très nouvelle et en apparence disproportionnée avec ce à quoi il est familiarisé.

Nous rappelons ainsi les points que nous souhaitons voir aborder dans les discussions de ce séminaire : 1. utilisations de la télétransmission ; 2. avantages par rapport aux systèmes classiques ; 3. fiabilité des appareils ; 4. coût ; 5. modernisation des méthodes de mesure.

De par l'objectif qu'il s'est assigné, nous pensons que le séminaire apportera des réponses à la plupart de nos questions et présentera des recommandations dans le sens des remarques formulées.



DOCUMENT 3.2.

**INFRASTRUCTURES ET MOYENS
DES SERVICES HYDROLOGIQUES DU NIGER
ET PROBLÈMES POSÉS PAR LA COLLECTE DES DONNÉES**

Bagnan BEIDOU

*Chef de Section Hydrologie du Génie Rural
Service du Génie Rural
Niamey, NIGER*



F 3298

RÉSUMÉ

Après un inventaire détaillé des moyens à la disposition du Service Hydrologique du Niger (organigramme, effectifs, infrastructures, notamment implantations et équipement des stations), les méthodes et procédures de collecte et diffusion des données sont présentées, ainsi que les problèmes qui semblent pouvoir être résolus, dans le cadre de projets en cours de réalisation ou envisagés à court terme, par la collecte en temps réel de données hydrologiques.

1. INTRODUCTION

Le Niger est un pays situé dans la région dite du Sahel. L'on se souvient que cette région a été très récemment frappée par une terrible sécheresse dont les effets ne disparaîtront pas avant longtemps.

Le Niger est donc tout particulièrement intéressé à la maîtrise des ressources en eaux et ne ménagera aucun effort pour être présent chaque fois que le problème de l'eau et les techniques permettant de faciliter sa résolution seront à l'ordre du jour.

Le CEFIGRE, l'ORSTOM et l'OMM, organisateurs du séminaire sur la télétransmission des données hydrologiques par satellites, trouveront au Niger toute la collaboration, non seulement dans le domaine de la collecte des données hydrologiques, mais aussi dans les domaines connexes comme :

- l'agriculture en général,
- la pédologie et l'inventaire des sols,
- l'état des cultures à des stades différents, etc.

Le document ici annexé concerne l'infrastructure du service hydrologique du Niger et les problèmes de collecte des données et leur diffusion.

2. SERVICE HYDROLOGIQUE

On trouvera l'organigramme du Service Hydrologique en figure 1.

2.1. Effectifs (cadres nationaux) :

- 1 ingénieur hydrologue,
- 2 techniciens supérieurs en hydrologie,
- 3 agents techniques hydrologues,
- 4 aides-hydrologues.

En formation (sortie 1980) :

- 2 techniciens supérieurs en hydrologie.

2.2. Effectifs (cadres expatriés) :

- 1 expert en hydrologie OMM,
(renforcement réseaux et services nationaux)
- 2 mission ORSTOM-Niamey
(études particulières et réseau Est du Niger).

2.3. Brigades de terrain

(a) Nombre de brigades

- 2 brigades opérationnelles de terrain,
- 1 brigade mobile,
- 3 brigades sous contrôle ORSTOM en vue de leur formation complète (au total 5 brigades de terrain et 1 brigade mobile).

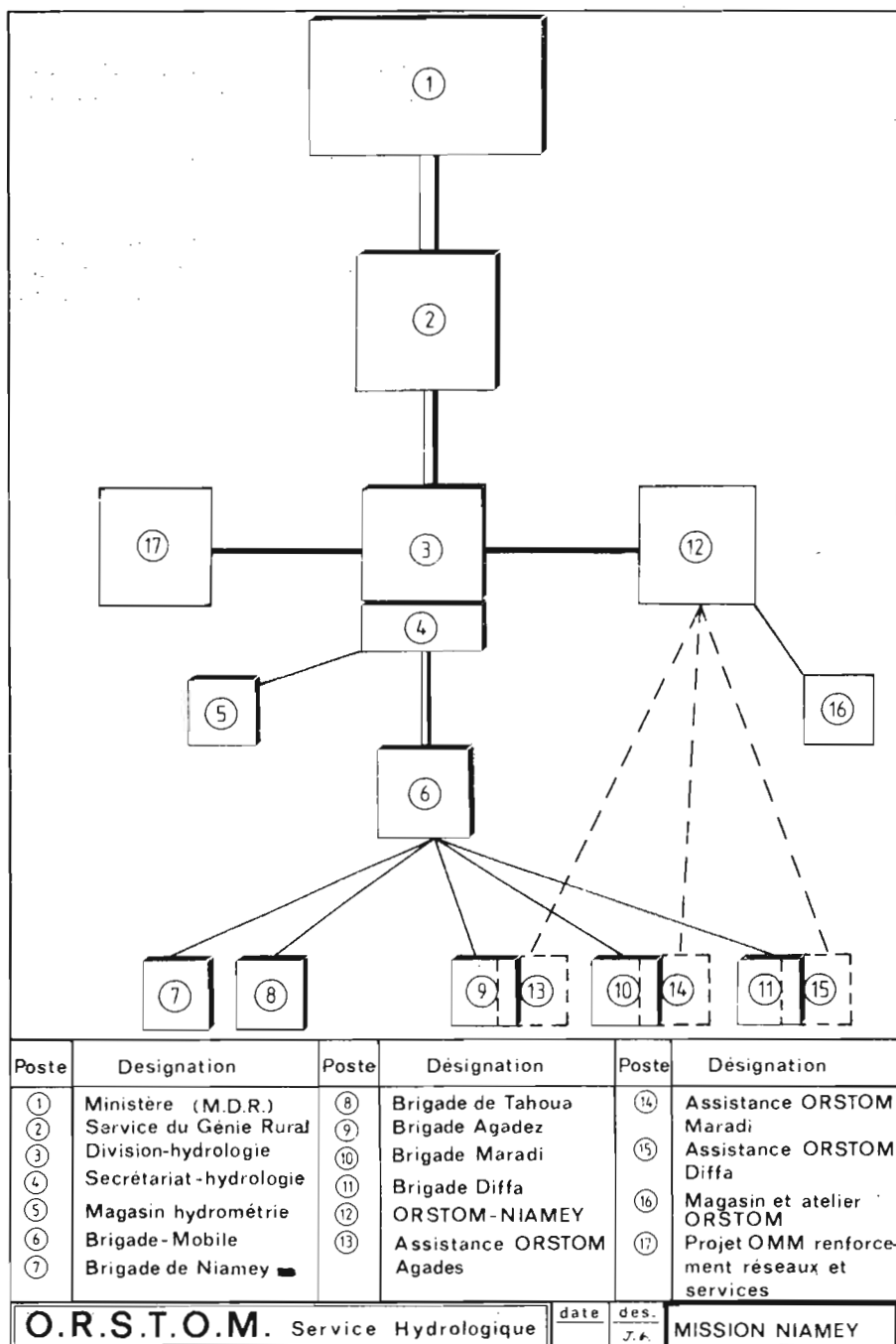


Fig. 1.

(b) Activités des brigades de terrain

- recueil des données ; hauteurs d'eau,
- mesure des débits,
- dépouillement des résultats,
- première critique des résultats,
- tracé des courbes d'étalonnages,
- acheminement du travail vers le centre de Niamey.

3. RÉSEAU HYDROLOGIQUE

Le réseau de base de la République du Niger compte aujourd'hui 37 stations, dont les caractéristiques et l'implantation sont précisées figure 2.

3. 1. Équipement des stations :***(a) Stations à lecture directe***

14 stations limnimétriques auxquelles il faut ajouter les 17 stations du long du fleuve qui servent pour le calcul des lignes d'eau dans le cadre des projets hydro-agricoles des cuvettes.

(b) Stations pourvues d'enregistreurs

23 stations limnigraphiques, mais il faut signaler que, compte tenu de la nature des écoulements des régions sahéliennes, certaines sont considérées en ce moment comme relevant d'études particulières.

Une définition du réseau minimal dans l'Aïr se fera dans les années à venir.

(c) Stations avec télétransmission

Néant.

3.2. But des stations***(a) Infrastructure hydrologique***

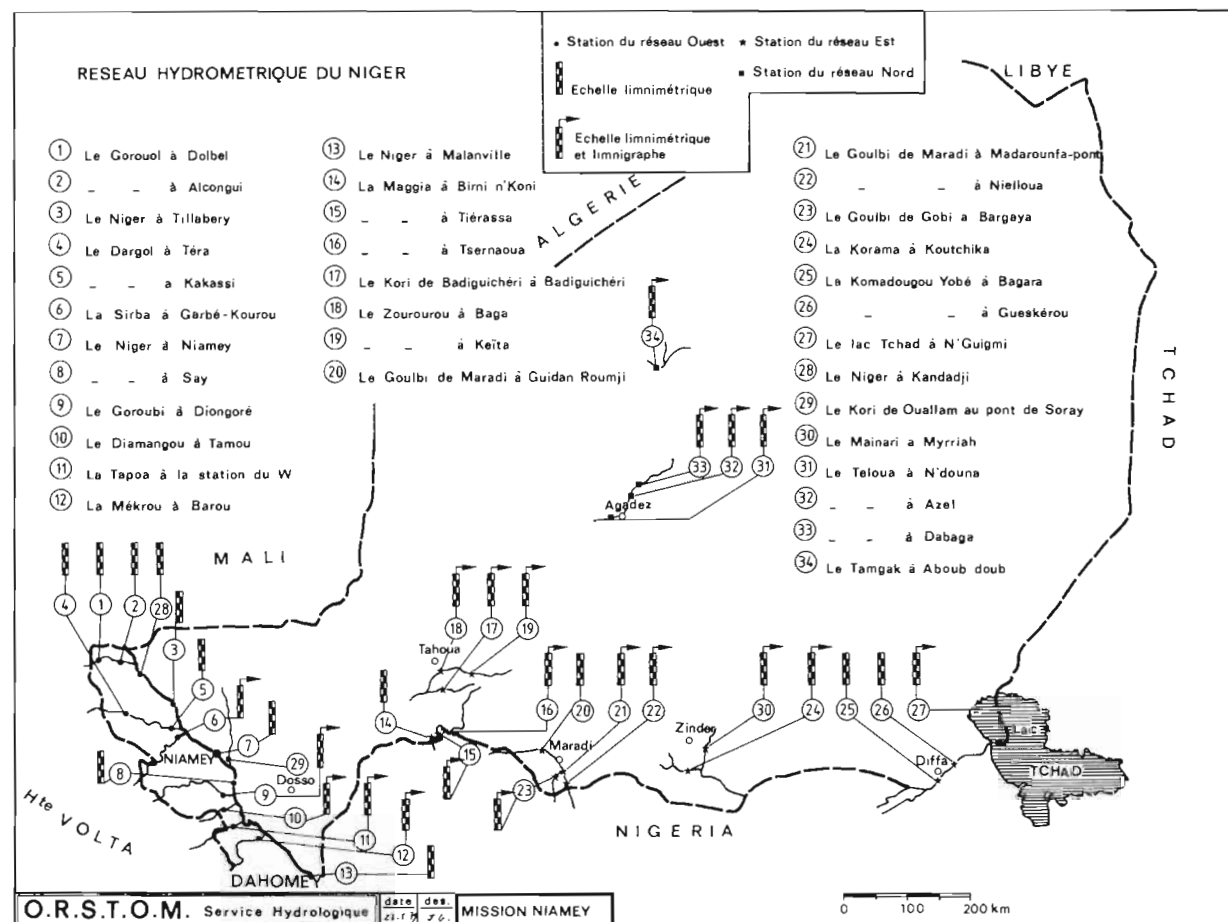
On sait qu'il est recommandé à chaque pays de conserver et d'observer un nombre de stations répondant aux normes fixées par l'OMM. C'est de cette infrastructure hydrologique primaire que relèvent la plupart des stations du Niger.

(b) Stations rattachées à un projet

Dans un pays comme le Niger où la priorité des priorités est donnée à l'agriculture et au monde rural, les stations du réseau se trouvent aujourd'hui presque toutes rattachées à un projet dont les principaux sont les suivants :

- sur la Mékrou, projet de barrage hydro-électrique,
- sur le Niger, projet de barrage hydro-électrique et d'aménagements hydro-agricoles,
- sur la Komadougou, aménagements hydro-agricoles,
- dans l'Adder-Doutchi et la Maggia, tout un ensemble d'aménagements hydro-agricoles, 4 retenues collinaires, etc.

Fig. 2.



(c) Réseau d'annonce de crue

Néant

3.3. Facilité d'accès aux stations

Le Niger couvre une superficie dépassant 1 200 000 km², les difficultés résident dans les distances à parcourir. Malgré l'état des routes, les stations sont accessibles mais les distances sont grandes, de sorte que l'on est souvent obligé de mobiliser une brigade pour 3 stations hydrométriques seulement, et quelquefois moins.

4. CENTRALISATION DES DONNÉES

Les données sont centralisées au niveau de Niamey par les méthodes classiques dans des «dossiers stations» comprenant :

- chemise des hauteurs d'eau - limnigrammes,
- chemise des débits
- chemise des barèmes, courbes et fiches récapitulatives,
- chemise renseignements stations et travaux effectués - changement de zéro et levé correspondant,

et cela pour toutes les stations.

4.1. Collecte des données*(a) Collecte des données par tournées*

C'est la méthode que nous utilisons au Niger.

(b) Transmission par radio

Néant.

(c) Transmission par téléphone

Néant, mais les lecteurs se trouvant près d'un téléphone sont autorisés à nous téléphoner uniquement pour annoncer un phénomène exceptionnel (limnigraphe arraché, pont coupé, etc.).

(d) Transmission par la poste

Nous remettons des enveloppes timbrées portant l'adresse du service pour que les lecteurs nous avertissent sans restriction d'un problème quelconque, et ces circonstances sont fréquentes ; exemple : un lecteur qui sait qu'il va s'absenter les jours à venir ou qui reçoit une affectation en raison des fonctions dont il est chargé par ailleurs, doit nous avertir.

4.2. Archivage des données*(a) Fréquence avec laquelle sont centralisées les données*

Après la publication de l'annuaire, les données de l'année écoulée sont centralisées dans les dossiers stations.

(b) Problèmes rencontrés

- volume encombrant
- méthode rudimentaire.

5. DIFFUSION DES DONNÉES

Les données sont diffusées sous forme d'annuaire. Les principaux organismes demandeurs sont les suivants :

- Agriculture,
- Travaux publics,
- Service des adductions d'eau,
- Service des assainissements des villes,
- Service des transports fluviaux,
- etc.

6. UTILISATION EN TEMPS RÉEL DES INFORMATIONS

Un système de télétransmission voit la justification de son application dans plusieurs cas :

- protection des villes,
- protection des cultures,
- exploitation d'un système complexe d'aménagement (barrage),
- résolution de problèmes liés à la navigation et à la protection des dépôts, etc.

En ce qui concerne le Niger, deux projets sont en cours de réalisation ou d'étude :

- un projet est en cours de réalisation pour l'annonce des crues dans le Niger moyen, ce système d'annonce aura certainement recours à la télétransmission, et, parmi les stations citées plus haut, plus de quinze seront retenues dans le projet et seront équipées de système de télétransmission,
- dans le domaine de la gestion des retenues, le barrage de Mandadji au Niger requerra la mise en place d'un système par télétransmission des stations en amont (Mali) reliées à un centre d'exploitation.



DOCUMENT 3.3.

**POSSIBILITIES OF USING SATELLITE
TELETRANSMISSION FOR HYDROLOGICAL DATA
COLLECTION IN GHANA**

Nii Boi AYIBOTELE

*Acting Director
Water Resources Research Unit (CSIR)
Accra, GHANA*



F3299

SUMMARY

This paper gives a brief description of the socio-economic situation in Ghana and reviews the present hydrometeorological and hydrological data acquisition networks including problems being encountered in their operation. It then looks at the role of the networks in routine data collection and in project operations. This provides the background against which the paper examines the possibilities of using satellite teletransmission in the data acquisition system of the country.

Two conclusions are drawn. The first is that the use of satellite teletransmission of hydrological data cannot be justified for routine data collection. The second conclusion is that it can be applied to operate the Akosombo hydro-electric project on the Volta River. However, the introduction of the system will depend among other things on the level of development and water resources utilisation in the whole of the Volta Basin including those in Ivory Coast, Upper Volta, Mali, Benin and Togo.

RÉSUMÉ

Ce rapport fournit un bref exposé de la situation socio-économique au Ghana ; il passe en revue les systèmes hydrométéorologiques et hydrologiques ainsi que les problèmes que pose leur fonctionnement. Le rapport examine le rôle des réseaux dans la collecte des données de routine et de celles nécessaires à la réalisation de projets. Ces considérations servent de toile de fond dans l'examen des possibilités d'utilisation de la télétransmission par satellite dans le système d'acquisition des données au Ghana.

Deux déductions peuvent être formulées : premièrement, l'on ne peut pas justifier l'utilisation de la télétransmission par satellite pour acquérir des données hydrologiques de routine ; deuxièmement, l'on peut recourir à cette technologie pour la mise en œuvre du projet du fleuve Volta. Cependant, une telle décision dépendrait, entre autres, du niveau de développement et d'utilisation des ressources en eau dans le bassin entier du fleuve Volta y compris ses portions situées en Côte d'Ivoire, au Togo, et en Haute Volta.

BACKGROUND

01. Ghana lies approximately between latitudes $4^{\circ}45'N$ and $11^{\circ}1'N$ and longitudes $3^{\circ}07'W$ and $1^{\circ}14'E$. It has a total surface area of $238,600 \text{ km}^2$. It shares boundaries with Ivory Coast in the west, Upper Volta in the north, and Togo in the east.

02. It is drained by two main river systems. These are the Volta River and the South-western and coastal river systems. The two systems are separated by the Kwahu Scarp which begins from Koforidua and runs in north-westerly direction to Wenchi near the border with the Ivory Coast. The south-western and coastal rivers take their sources from the Kwahu Scarp and flow generally in a south-westerly direction into the sea. They have a combined basin area of $65,000 \text{ km}^2$ and lie wholly in Ghana. The basin of the Volta River system, on the other hand, stretches into Ivory Coast, Mali, Upper Volta, Benin and Togo. The total basin area is $400,000 \text{ km}^2$ of which $168,000 \text{ km}^2$ lies in Ghana.

03. The population of the country was estimated at a little over 10 million people in 1977. Its current growth rate is 2.7 % per annum. The population is predominantly rural making up 71.1 % of the total (1970 census estimates). The population is distributed over 47,769 localities ; 47,634 of these localities, with 5,000 or less people are rural areas.

04. Water is utilized mainly for domestic and industrial purposes, for power generation and for agriculture in the areas of small scale irrigation and livestock watering. Water supplies in the urban areas depend mainly on surface water supplies, while the rural areas depend mainly on groundwater sources.

About 42 % of the total population was supplied with potable water in 1977. Of this, 94 % of the urban population was supplied with good drinking water, while only 20 % of the rural population had this facility.

The contribution of hydro-electric power is very significant in Ghana's electrical energy production. Of the total electrical energy produced in Ghana, hydro-electric energy forms 98 %. This is generated at the Akosombo hydro-electric power station on the Volta River, some 110 km. from Accra: The Akosombo plant has an installed capacity of 912 MW., and supplies power also to Togo and Benin. It is the biggest single water project in Ghana and also in the Volta River Basin. The use of water for agriculture viz. irrigation started only in the 1960s. At the moment, about 12,000 hectares are under irrigation. The areas under irrigation are small, ranging from 200 to 2,000 hectares.

05. Economically, Ghana is a primary producing country. It produces and exports cocoa, timber, gold, diamonds, and manganese. The foreign exchange earned is used in importing equipment, tools, machinery, food and other consumable items. The Gross National Product per person in 1974 was US.\$418 at current prices.

A REVIEW OF HYDROMETEOROLOGICAL AND HYDROLOGICAL DATA COLLECTION NETWORKS

06. Data on the water resources of Ghana are collected by two main agencies. These are the Hydrological Division of the Architectural and Engineering Services Corporation, and the Meteorological Services Department of the Ministry of Transport and Communication. The Ghana Water and Sewerage Corporation and the Water Resources Research Unit of the Council for Scientific and Industrial Research, generate hydrogeological data in their drilling operations and research activities respectively. The Volta River Authority, which is responsible for the Akosombo project operation, also collects data on lake levels, plant flows and inflows into the lake.

07. The Meteorological Services Department is the older of the two main data collection bodies. It collects data on rainfall, evaporation, wind, humidity, temperature, etc. It has at present 590 stations of all kinds. Of these, rainfall is measured at 437 stations. Evaporation is measured at 16 of their stations. There are 70 self-recording rain gauges within the system, including those at the synoptic stations. The stations are manned by observers of the meteorological services, and also observers who work for other government agencies like the Ministries of Agriculture, and Health. Schools and Colleges. Quite a number of the observers at the rainfall stations are voluntary observers who are paid a small allowance at the end of each month. Data collected are first sent to regional offices of the Meteorological Services Department, before being sent to the head office in Accra for processing, storage and dissemination.

08. The hydrological data network is made up of a total of 193 stations. Of these 66 are equipped with automatic water level recorders. Discharges are measured at 98 of these stations, to establish rating curves for the rivers at the particular stations. These curves are checked normally once in three years to ensure their validity. The stations are manned by observers of the hydrological services, and also by voluntary observers. The voluntary observers are used almost exclusively to observe water levels at stations with staff gauges. The recording water level gauges are operated and maintained by the trained staff of the hydrological services who visit the stations, once a week or once a month as the case, may be to change charts and check on the proper functioning of the recorders. The data collected from the staff gauges and the recorders are sent to regional offices, which check them for any serious discrepancies, before sending them to the head office in Accra where they are processed, published, and stored.

PROBLEMS WITH OPERATING THE EXISTING NETWORKS

09. The reliability and efficiency of the data collection networks depend on the manpower, material and financial resources placed at the disposal of the responsible agencies by government.

10. The main problem with manpower is that there is an inadequate number of sub-professional and technicians/observers who are sufficiently trained and motivated. A number of reasons are responsible for this, but the net effect is that reliability of data so collected is undermined from the point of view of accuracy and continuity.

11. The second problem lies with equipment and logistic support for operating the networks. All the equipment used in the networks are foreign and have to be imported. The same is with the logistic support like vehicles and communication equipment to ease operations in difficult and remote areas. As these imports depend upon foreign exchange which is normally a major constraint on development in the country, operation of the networks has to be carried within this constraint. In the past two years the country has experienced a serious shortage of foreign exchange, and, consequently, the development and operation of the data collection networks have been correspondingly affected.

12. It is evident from the foregoing that considerable improvements can be effected to improve the reliability and efficiency of the present system if the manpower and foreign exchange constraints are minimised.

ROLE OF NETWORKS IN ROUTINE DATA COLLECTION AND FOR PROJECT OPERATIONS

13. The hydrometeorological and hydrological networks described above have been developed mainly in response to water projects. They were installed to collect data for feasibility studies and design, and later incorporated into the national data collection network. Hence it can be seen that they have a role to play in providing data, both for water resources assessment on a continuous and routine basis and for project operations.

14. It is to be noted however, that all the water projects in the country except one are comparatively small scale projects, and as such no elaborate and sophisticated system, for data collection and transmission to forecast runoff into the respective reservoirs, have been necessary.

15. The one project whose size requires extensive data collection for operation is the Akosombo Hydro-electric project on the Volta River sited some 110 km from the sea (see Fig. 1). The catchment area of the river at Akosombo is just under 400,000 km². The reservoir has a surface area of 8,500 km², and a length of 402 km. The gross storage volume of the reservoir is 148,000 millions m³. The mean annual inflow into the reservoir is 1,270 m³/sec. For the operation of the project, data is gathered on rainfall, water levels and discharges by field observers, and the information is sent by an elaborate network of road, telegraph and radio communication system to the operations room at Akosombo, using the facilities of the meteorological and hydrological services, the Posts and Telecommunications, the police and the army.

POSSIBILITIES OF USING SATELLITE TELETRANSMISSION TECHNOLOGY IN THE DATA COLLECTION NETWORKS

16. The above brief information on the socio-economic situation in Ghana, review of the present data collection networks, together with problems being encountered with their operation, assessment of the role of the networks in routine data acquisition and for project operations, have now set the background against which the use of satellite teletransmission technology in the data acquisition system can be considered.

17. It must first be accepted that satellite teletransmission technology in hydrological data acquisition is a feasible one as has been proved in the developed countries. However, it is necessary to bear in mind the factors that have influenced the development and adoption of such a technology.

The demand for more and more water in the developed countries to meet domestic, municipal, industrial, energy and agricultural needs, the control of pollution and the protection or enhancement of the environment, in the face of limited water supplies, have brought about an intensive utilisation of the available water supplies. Thus many river systems in the developed countries are highly regulated and conserved to increase the amount of water available for use.

18. It is usual to have the river water regulated both on the tributaries and on the main river, to achieve different combinations of single purpose and multipurpose uses. Within single river basin system it is possible to have water used for power generation, domestic, municipal, industrial purposes, irrigation, fishing development, navigation, flood control, pollution control and recreation. An example is the Tennessee Valley Scheme in the United States of America. The operation of such a system with the runoff resulting from rainfall inputs in such a way as to maximise economic, social and environmental benefits have become very complex. This has created the need to build system models for such basins. The calculations involved in running such models are many and also complex. Computers of large capacities have become a necessary tool. The data needs of such models are considerable and are collected over wide areas, some of which are difficult of access, and transmitted to the computer centre as quickly as possible. These are used in running the model to get outputs which will show how each facility within the basin system has to be operated to maximise benefits. In these circumstances the use of satellite teletransmission of hydrometeorological and hydrological data becomes an asset and justifiable.

19. Now a look at the situation in Ghana. It is evident that the problems created by remoteness and difficulty of access to such stations can be eliminated by using a satellite teletransmission system. However, the suitability of such a system, for data acquisition for routine purposes or for project operation, or for both, need to be examined.

With regard to data acquisition for routine purposes, it does appear that the cost involved in changing from the present system can hardly be justified considering the investment needs of other sectors of the economy, and also the scale and intensity of water utilisation in the country. On the other hand, the possibility is worth considering in the area of project operations. But even here, as already pointed out, it is only the Akosombo hydro-electric project whose scale and size lends itself to the use of the system. Beyond its scale and size, consideration must also be given to the present level of development and water utilization in the basin. The Akosombo project was designed as multi-purpose one for hydro-power generation, irrigation, river transportation and fishing. At the moment it is being used almost exclusively for power generation. There is some utilization for river transportation and fishing, but these are on a limited scale and are yet to reach their full potential.

20. Presently, a second hydro-electric power project is under construction at Kpong, about 24 km downstream of Akosombo. It is to have an installed capacity of 160 MW. Facilities are being provided in this project to make it possible to irrigate about 7,000 hecta-

- 7 -

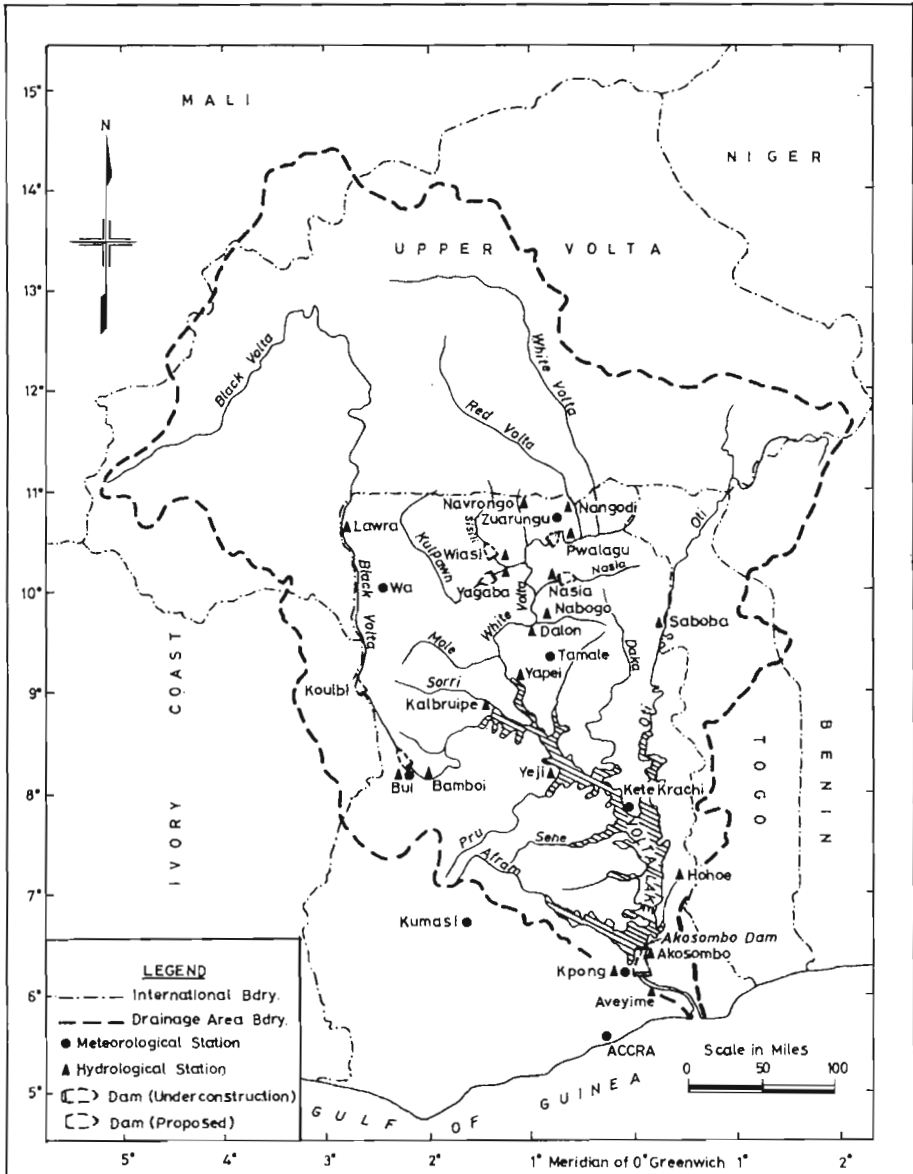


Fig. 1 - Volta Basin-Hydrometeorological and Hydrological Stations within Ghana

res of land in the Accra Plains. Between the new project and Akosombo, it would be possible to irrigate a total area of 176,000 hectares in the Accra Plains.

21. After the Kpong project, it is planned to construct another multi-purpose project on the Black Volta at Bui, upstream of Akosombo (see Fig. 1). This is intended to have an installed capacity of 300 MW to generate hydro-electric power and irrigate some 32,000 hectares of land. The next major project is planned to be constructed at Pwalagu on the White Volta, another tributary of the Volta. This is to be a multi-purpose project to control floods, to have an installed capacity of 36 MW to generate electricity and irrigate some 96,000 hectares of land.

Some six other smaller projects on the tributaries of the White Volta will bring another total of 42,000 hectares under irrigation. There are plans also to develop a site at Koulbi on the Black Volta, upstream of Bui, for hydropower with an installed capacity of 60 MW. These proposed projects do not take into account the water supply for domestic, municipal and industrial uses.

22. It is important to note that the proposed projects mentioned above are all planned to be developed within Ghana. If projects planned for implementation in the neighbouring countries which share the Volta Basin with Ghana, especially in Upper Volta, are added, it becomes evident that the Volta River Basin, at substantial or full development, would become a complex system to operate. At that stage the present simple system of hydro-meteorological and hydrological data, being gathered in the field by field technicians/observers and transmitted by road, telegraph and radio, with the assistance of army and police facilities, would no longer be adequate to handle the complex operation problems to be encountered. At that stage, satellite teletransmission of observed data will become a very attractive alternative. The following points will then have to be taken into consideration.

23. First, there would be the need to change the data collection networks so that they become compatible with satellite teletransmission technology. This will require investment in new equipment for rainfall, evaporation, soil moisture, water level and water quality parameter measurements. These should have the ability to collect, store and later transmit their information to a suitable orbiting satellite when called by the satellite. The cost of using such an orbiting satellite will have to be considered. Secondly, consideration will have to be given to investment into building a receiving station or modification to an existing station to receive the data from the satellite.

24. Thirdly, it has to be borne in mind that data transmitted and received will have to be processed. At the stage where satellite teletransmission technology is adopted, it would be necessary to develop a system model for the Volta River Basin. The cost of computer acquisition and operation will have to be taken into account. Finally, there will be need to have engineers and technicians to manage the system. They will require training and this will be a cost item that should also be borne in mind. After these investments, the recurrent annual cost of operation and maintenance of the system should be worked out and made available.

CONCLUSION

25. It can be concluded that, in the light of the above considerations, the possibility for using satellite teletransmission in the routine hydrological data collection system in Ghana is rather low and does not appear justifiable.

26. However, there appears to be justification for its use in project operations, only with reference to the Volta River Basin system in which the Akosombo hydro-electric power plant is located. The justification should consider the investment cost and the operation and maintenance costs. It should also consider the timing of introduction of such a system, especially with respect to the level of utilisation of the water resources of the whole Volta Basin, in which developments in the riparian countries of Ivory Coast, Upper Volta, Mali, Benin and Togo are included.

DOCUMENT 3.4.

**HYDROLOGICAL DATA
AS APPLIED TO THE RIVER NILE**

Sarwat H. FAHMY

*Project Supervisor General
Ministry of Irrigation
Cairo, EGYPT*



F 3300

SUMMARY

The need of real time data for forecasting is increasing in the Nile Basin for more efficient operations of control works to avoid waste of water.

For Egypt and the Sudan, the need for forecasts of river supply from its different tributaries will continue to be pressing for the full operation of the High Aswan Dam and the several other dams on the Blue Nile, River Atbara and the White Nile.

The present system of hydrological data collection and transmission from the numerous hydrological studies spread along the Nile and its tributaries is based on human records and telephone communications, thus subject to reliability problems.

The Nile is a long river basin and many countries are interested in having up-to-date on flows and levels for forecasting and operation planning.

The use of satellite transmission of hydrological data presents an opportunity to establish, for all countries in the basin, a service that can avoid the present system implications.

RÉSUMÉ

La prévision rapide des informations devient un besoin pressant pour le Bassin du Nil en vue d'une plus grande efficacité des opérations de contrôle visant à réduire les pertes d'eau. En ce qui concerne l'Égypte et le Soudan, le besoin de prévision des apports au fleuve en provenance de ses affluents, est de plus en plus pressant pour la gestion rationnelle des Hauts Barrages d'Assouan, ainsi que de celle des nombreux autres barrages du Nil Bleu, de Atbara, et du Nil Blanc.

Le système, actuellement en usage, de collecte et de transmission des informations fournies par les différents programmes d'études hydrologiques réparties tout le long du Nil et de ses affluents, est basé sur les transcriptions manuelles et les communications téléphoniques, d'où leur crédibilité relative.

Les nombreux pays, s'étendant sur le long bassin du Nil, sont tous intéressés à obtenir des informations récentes sur le cours et les niveaux du fleuve, tant pour la prévision que pour la planification.

L'emploi de satellites pour la transmission des informations hydrologiques offre l'opportunité d'établir, pour tous les pays du bassin, un service affranchi des implications du système actuel.

THE PRESENT SITUATION OF RIVER FORECASTS... AN EGYPTIAN PERSPECTIVE

Basis of Forecast

01. The forecast procedure in its simplest form is evaluating the sum of discharges arriving Aswan from the different tributaries and reaches of the River Nile. These evaluated values take a period of time to arrive to Aswan and are exposed to transition losses during their travel from their different sources to Aswan. Precise prediction depends to a great extent on the accuracy of estimating those two factors, namely the lag and the losses.

The Lag

02. The lag between two stations is estimated by the time of travel of the discharge or level oscillations from one station to a proceeding one on the river and its tributaries. The length of this period depends on the level and the discharge values. In rivers with natural losses, such as the Blue Nile, River Atdala and the Main Nile, the lag decreases with high levels and discharges and increases with low ones. On the contrary, the lag increases with higher levels and discharges, and decreases with lower ones in cases of channels with high losses such as the case of River Sobat at Nasser. The group of curves shown on Plate No. 3, indicates the lag or the periods of travel between different stations and Aswan in case of a normal year.

The Losses

03. The discharge losses between two stations on the river depend on several factors as evaporation, evapotranspiration, seepage and saturation, besides other different factors. The method used for estimating the losses in the forecast procedures is by comparing a certain discharge measured on a front station with the corresponding discharge on the next station, taking the lag into consideration.

METHODS APPLIED TO EVALUATE RIVER FORECAST

04. The first method is simply by the summation of discharges from different resources in the corresponding dates (taking lag in account) and deducting the transition losses. Actual discharge measurements are taken in more than 140 stations distributed on the Nile and its main tributaries. The main discharge stations used in our forecast are :

- (a) Malakal on the White Nile which represents the supply from the equatorial plateau in addition to the supply of torrents between Lake Albert exit and Mongalla on Bahr el Gebel, as well as the yield from River Sobat.
- (b) El Deim on the Blue Nile which represents the yield of this river before being regulated by the Roseires Dam.
- (c) Roseires downstream of the Roseires Dam.
- (d) Downstream Sennar Reservoir and this represents the regulated discharge of Roseires by the Sennar Dam after deducting the withdrawal of the Gezira canals in Sudan.
- (e) River Atbara : Discharges of this river are measured upstream Kashm el Girba Reservoir, 440 km from its junction with the main Nile and also at kilometer 3 from the junction.
- (f) The Main Nile at :
 Taminat representing all the yields from the White Nile and the Blue Nile.
 Hasanab represents the yield before the junction of River Atbara.
 Dongolia at 381 km south Aswan, which represents the total yield before entering the High Aswan Reservoir.

Data are collected from those stations and correlation curves are deduced as well as stage discharge curves.

Tables are then prepared to forecast the daily discharge expected to arrive Aswan from the summation of discharges from different sources.

05. Another method is also applied to evaluate forecast of discharges expected at Awsan, by deducting a correlation curve between the river stage at Atbara and the discharge expected to arrive Aswan. From such a curve forecast is estimated for dates between seven and fifteen days in advance.

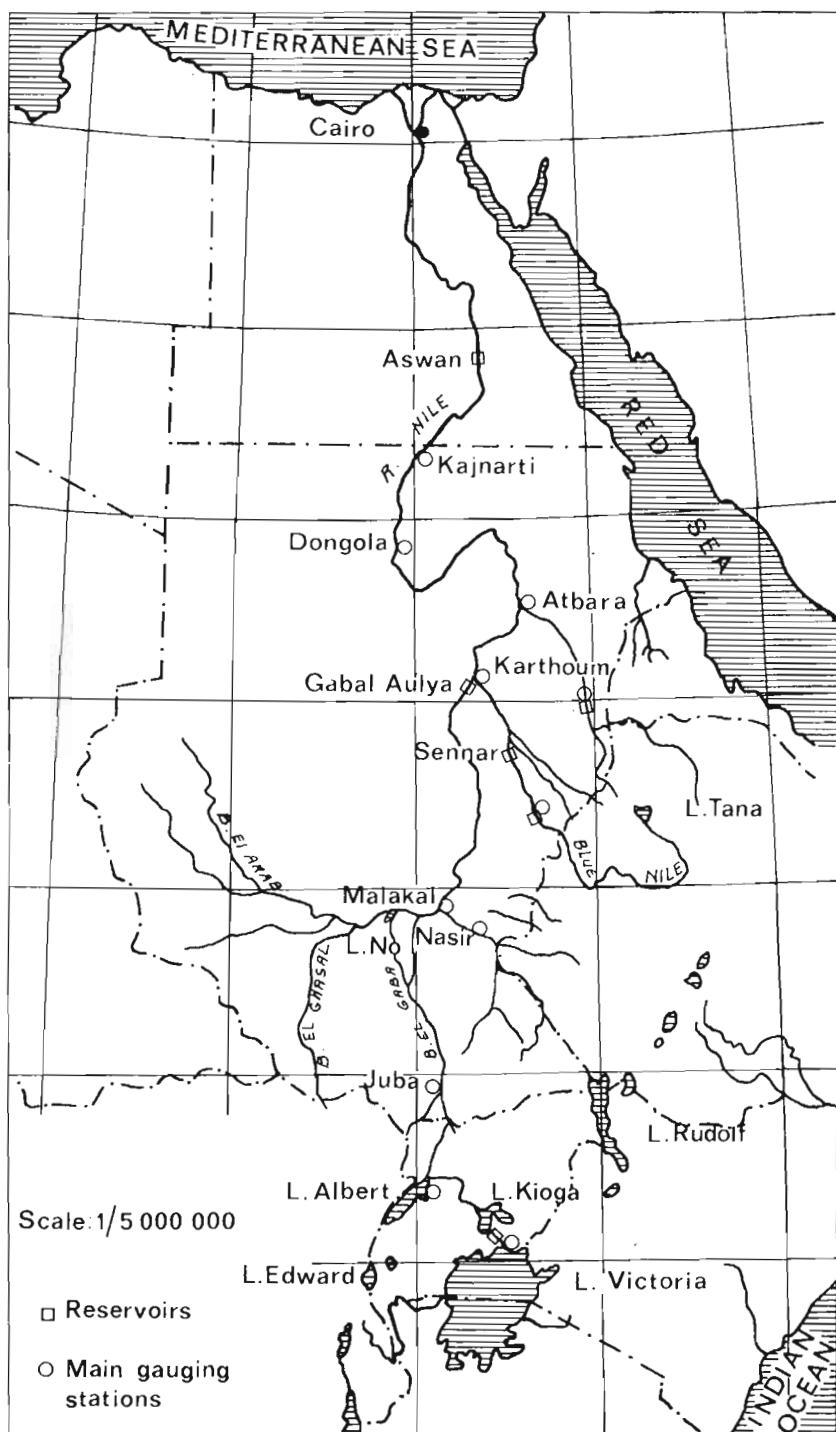
06. After the construction of the Aswan High Dam, an important new factor is being taken into account, when forecasting the water arriving Aswan. This is the loss in the reservoir by evaporation, seepage and saturation.

The different discharge and gauging stations spread all over the Nile tributaries in Sudan are run by the Permanent Joint Technical Commission for Nile Waters. The recorded discharges and gauge levels are sent to Headquarters in Khartoum by cable and telephone messages. Data is recorded there and by daily telecommunication between Khartoum and Cairo, the same informations are received and recorded in the Cairo concerned offices, where River forecasting processes take place.

THE NEED FOR FORECASTS BEFORE AND AFTER CONSTRUCTING THE HIGH ASWAN DAM

07. Before the High Dam, the success of regulations on the annual storage reservoirs and barrages and the satisfactory completion of such regulations was completely dependant on the degree of accuracy of the river forecast and prediction of its discharges at the different reaches.

THE NILE BASIN



The filling of Gebel Awlia Dam used to need simple forecast. The prediction of flood both in magnitude and duration as to estimate its expected hazards and to control its damages, used to need forecast. The filling and emptying of the old Aswan Reservoir needed forecasts re-adjusted more than once.

08. The following example shows how it was important to predict the river supply at Aswan during February 1st to July 31st which we used to call the critical period or the timely period :

The different sources of supply during this period are :

- (a) A constant stored amount in the old Aswan reservoir having a magnitude of $5.1 \cdot 10^9 \text{ m}^3$.
- (b) A variable amount representing the natural river supply with a great range in variation as shown below :

Maximum Supply (10^9 m^3)	The Normal (10^9 m^3)	Minimum Supply (10^9 m^3)
36.13 (in 1879)	15.0	6.9 (in 1914)
24.50 (in 1918)	15.0	9.0 (in 1922)

This natural supply with such variation has to be forecasted as to achieve a controlled accurate distribution of water during the timely period.

There was no big change in the water requirements during February. March. April and May, after which the water budget should be reviewed to indicate the agricultural lands permitted to cultivate rice

09. After the completion of the High Aswan Dam, forecast is still of high importance. The regulation rules of this dam require to predict the flood supply to draw the reservoir by the end of July to a level which will permit accomodation of that supply.

We also have to forecast the river supply all the year round to estimate the shares between Egypt and Sudan and also to schedule the releases from the reservoir in high years in reasonable discharges that may not cause degradation to the river bed.

10. During the transition stage, before the reservoir having achieved its highest level, flood was forecasted every year to predict the highest expected level to inform the inhabitants living around the reservoir to move up their temporary houses to a level higher than the predicted level, before finally beingsettled at levels higher than full reservoir level (182.0).

THE USE OF SATELLITE TO TRANSMIT NILE WATER DATA

11. Proved technology and equipment are now available to convert water level data into digital information for radio transmission to satellites.

The satellite stores the data temporarily for re-transmittal to a ground receiving station.

12. The telex cost of retrieving the data from the ground receiving station depends upon the location of that station.

If a receiving station was located in Cairo or Khartoum the telex costs for Egypt and Sudan would be very much less than present telephone arrangements. Cost comparisons should be supplemented by comparisons of reliability and timeliness of data. The satellite system is extremely reliable and several readings can be obtained every day. The present system, based on human records and telephone communications, has reliability problems.

13. The Nile is a large river basin and many countries are interested in having up-to-date on flows and levels for forecasting and operation planning. The use of satellite transmission of water level data presents an opportunity to establish for all countries in the basin a service that can avoid all the implications involved in the now existing system.

LAG PERIODS FROM DIFFERENT
STATIONS TO ASWAN IN A NORMAL YEAR

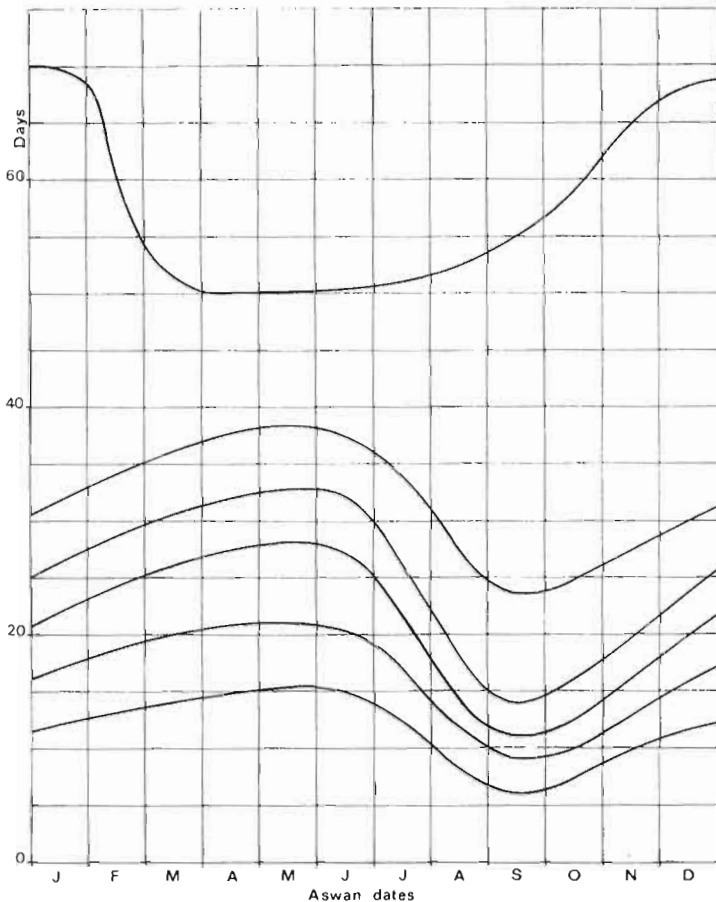


Plate 3.



DOCUMENT 3.5.

**REQUIREMENTS FOR TRANSMISSION
OF HYDROLOGICAL DATA
FOR FLOOD FORECASTING IN INDIA**

Pritam SINGH

*Member (Floods & Drainage)
Central Water Commission
New Delhi, INDIA*



F 3301

01. In India, flood forecasting is carried out by the Central Flood Forecasting Organisation under the Central Water Commission. Almost all the large rivers, liable to floods, are covered under the programme. The Organisation is headed by the Chief Engineer, Central Flood Forecasting Organisation, with headquarters at Patna, working under the general guidance of the Member (Floods), Central Water Commission, New Delhi. There are three Superintending Engineers in charge of Flood Forecasting Circles at Delhi, Gauhati (Assam), and Maithon Dam (Bihar). Under the three Superintending Engineers, there are twelve Flood Forecasting Centres, each under a Deputy Director, and fifty Control Rooms, each under an Assistant Engineer.

Flood forecasts are issued for about 120 damage centres all over the country. The forecasts are issued mainly by correlation of river stages between base stations, located upstream on the main river and major tributaries, and the forecast stations. In some cases, discharge correlations are also used. The effect of rainfall and antecedent precipitation is taken into account, mostly in a qualitative manner.

02. There are about 320 stream gauging stations, where river stages are observed hourly during the flood season by observers posted at the site. Transmission of river stage and discharge data is made by radio telephone with the help of VHF and HF SSB wireless sets, working according to a pre-determined schedule. Except for rain-gauges located at the sites of wireless sets, rainfall data is generally collected by telegrams or on telephone.

03. The flood forecasting system is working fairly satisfactorily, especially on main stream rivers. The warning time is generally 24 to 48 hours, sometimes longer. However, in headwater reaches and smallest streams, sometimes the warning time, based on river stage or discharge data, is only 6 to 12 hours. In these cases, the need is felt of deriving flood forecasts from realtime rainfall data. Telemetering rain-gauges are under development by the India Meteorological Department, and about half a dozen such instruments have been under test for the last few years.

04. For improvement of river forecasting services in India, an UNDP Project has been drawn up, which envisages setting up of about ten remote sensing stations in the upper catchment of the Yamuna river. Telemetering from the remote stations may be either by ground-based radio working on VHF or UHF with necessary repeater stations, or may be based on the meteor scatter principle. The final decision will be taken in consultation with WMO after the project is finally approved by the Government of India and UNDP.

05. As mentioned before, the present telemetering system is by radio telephone operated by trained personnel using VHF or HF SSB wireless sets. The system is generally satisfactory and is in tune with social and economic conditions in India. We have no shortage of man-power. In fact, there are problems of unemployment, especially among educated youth. Manual observation of river stages and their transmission by wireless operators on radio telephone is quite dependable. The data transmitted can also be checked and clarifications obtained. The wireless sets are manufactured within the country.

06. Automation of collection and teletransmission of river stage and rainfall data is no doubt required under certain circumstances, such as from inaccessible locations in uninhabited mountainous or forest areas. However, there are several problems before we can go

in for automation in a big way. The first one would be of unemployment. The second one would be that most of the sophisticated recording and telemetering instrumentation would have to be imported. The high costs of imported equipment may well outweigh the savings due to reduction in man-power. Thirdly, the equipment would have to be protected from vandalism by ignorant or mischievous elements, or by damage from wild animals. If we have to appoint watchmen for safeguarding the instruments, we could as well appoint observers for measurement of river stage or rainfall, and reporting them by wireless.

07. Most of the rivers in India have meandering and shifting river beds. The river discharges vary considerably. During the dry season, the water depth is very small, and the flowing channel may be far away from the river gauge located near the bank. The rivers also carry a lot of sediment, tending to choke the pipe leading from the flowing channel to the gauge well.

08. Until such sophisticated equipment is manufactured within the country, we would be dependent on imports, not only of the initial equipment but also of spare parts to maintain the equipment in working order. Because of high replacement costs in developing countries, we tend to use equipment far longer than in developed countries. Quite often, the equipment becomes obsolete in the country of manufacture, and spare parts are no longer available.

09. There is, thus, need for development of suitable self-recording and telemetering hydrological instruments, which would be relatively inexpensive and sturdy for use in remote areas of developing countries and which would not be dependent in the long term on continued import of spare parts from abroad. This point was brought to the notice of the WMO/ESCAP Panel on Tropical Cyclones at the Sixth Session held at Rangoon (Burma) from 27th February to 5th March 1979. It was agreed that the problem should be brought to the attention of the WMO Commission on Hydrology and the Commission for Instruments and Methods of Observation for appropriate action.

0000

10. India has plans for launching a meteorological and communication satellite some time in 1981. For the time being, only about 100 data collection platforms are being planned for telecommunication of meteorological elements. It is proposed to keep provision for some hydrological elements also. Specifications for the instrumentation and location of the stations are yet to be drawn up.

0000
0000



DOCUMENT 3.6.

**LE RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE
DU MINISTÈRE FRANÇAIS DE L'AGRICULTURE
ORGANISATION, SITUATION ET PERSPECTIVES D'AVENIR**

Michel COLIN de VERDIÈRE

*Chef du Bureau Ressources et Qualité des Eaux
Service de l'Hydraulique
Ministère de l'Agriculture
Paris, FRANCE*



F 3302

RÉSUMÉ

Les services extérieurs du Ministère de l'Agriculture (Services Régionaux de l'Aménagement des Eaux) assurent la gestion de la moitié du réseau hydrométrique français (1 100 stations en 1978). Un système informatique développé depuis 1970 permet la saisie des données à partir d'une digitalisation des limnigrammes dans les centres de lecture interrégionaux, puis un traitement par une chaîne de programmes (ARHMA) en vue de la constitution d'une banque de données hydrométriques.

L'utilisation des connaissances acquises se fait à plusieurs niveaux différents : fondamental, planification, conception, gestion et protection. Les services du Ministère de l'Agriculture n'ayant pas de responsabilité en matière d'annonce de crues, seul le niveau d'utilisation correspondant à la gestion peut exiger la connaissance très rapide des valeurs des débits que permet la télétransmission sous ses différentes formes, les autres niveaux d'utilisation nécessitant, pour l'essentiel, un suivi, régulier et de qualité, des diverses stations hydrométriques avec la production des résultats dans un délai «raisonnable».

En vue d'une analyse comparative avec un système d'exploitation différent utilisant la télétransmission des données hydrologiques, la note présentée donne des indications sur les moyens mis en œuvre et leur coût dans la situation actuelle.

PRÉAMBULE

01. Dans cette contribution sont abordés successivement les aspects suivants :

- finalités du réseau hydrométrique au Ministère de l'Agriculture
- organisation du réseau
- traitement des données
- évaluation des coûts de gestion.

La connaissance de ces différents aspects est un préalable nécessaire à toute modernisation du réseau. L'importance d'un réseau de plus de 1 000 stations et l'homogénéité déjà obtenue par la standardisation des méthodes d'exploitation rendent nécessaires une comparaison approfondie des différentes orientations possibles pour l'avenir, parmi lesquelles la transmission de données par satellite est une possibilité.

BESOINS EN MATIÈRE DE CONNAISSANCE DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE (FINALITÉS DU RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE)

L'utilisation des données hydrométriques dans les services du Ministère de l'Agriculture répond à diverses fonctions de niveaux différents :

Niveau fondamental

02. Ce niveau est qualifié ici de «fondamental» parce qu'il concerne les études fondamentales menées sur bassins versants expérimentaux représentatifs relativement aux différents aspects de l'évolution et de la prévision des *conséquences des activités humaines sur le régime de l'écoulement*.

Un exemple de ce niveau fondamental : si l'influence des travaux d'aménagement foncier (remembrement notamment) et du drainage agricole sur le régime des eaux fait l'objet de controverses aussi vives, c'est bien parce que, la plupart du temps, on ne dispose pas de mesures préalables aux travaux et que, dans ces conditions, le moindre évènement climatique exceptionnel permet de porter des accusations subjectives sur l'aggravation des phénomènes à la suite de ces travaux.

03. Il y a là matière à des études qui sont entreprises par le CTGREF (*) (bassins versants représentatifs de l'Orgeval et du Naizin), mais l'existence de réseaux de mesures, sur d'autres bassins versants faisant l'objet de travaux d'aménagement, permet une appréciation raisonnée du rôle aggravant éventuel de ces travaux sur les crues, par exemple. En l'absence de données, un phénomène climatique exceptionnel est, par une tentation tout à fait naturelle, imputé à l'action d'aménagement entreprise sur le bassin versant.

04. D'une manière générale, l'influence de l'action humaine (occupation des sols et aménagement de l'espace sous toutes leurs formes - forêts, cultures, urbanisation, équipements divers - prélèvements et rejets) sur le régime et la qualité des eaux est une préoccupation de niveau fondamental, qui prend chaque jour une place croissante dans les orientations données à l'action des services de l'État.

(*) Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts.

Niveau planification

05. Le terme de planification s'entend ici dans un sens très large, comme la phase opérationnelle qui suit immédiatement le niveau plus général de «connaissance de la ressource en eau» : il s'agit de la phase de *confrontation de la ressource et des besoins dans une vue prospective*.

06. L'élaboration de schémas d'aménagement des eaux par sous-bassin hydrographique donne l'exemple le plus évident de la nécessité de connaître le régime et la qualité des eaux. Dans le cas où le bilan au niveau d'un bassin montre que les ressources en eaux sont insuffisantes, en particulier pour faire face à l'augmentation prévue des prélèvements (irrigation notamment), deux solutions sont envisageables : soit réduire ou plafonner autoritairement les prélèvements, soit réaliser des ouvrages pour améliorer la disponibilité de la ressource. Il est bien évident que, si les mesures réglementaires de limitation des prélèvements permettent à court ou à moyen terme la satisfaction des besoins prioritaires, elles peuvent constituer un frein au développement économique de certaines régions. Le choix entre les différentes solutions possibles pour l'amélioration de la ressource (création de barrages-réservoirs, transferts entre bassins, utilisation accrue des eaux souterraines en les réservant pour les besoins exigeant des eaux de bonne qualité) résulte de comparaisons économiques d'autant plus fiables qu'elles sont basées sur les données de séries de mesures précises et de longue durée.

07. Si la responsabilité de cette planification des ressources en eau est par essence interministérielle, il convient d'être conscient qu'une analyse sectorielle prospective des consommations couvrant l'alimentation en eau potable, l'industrie, l'irrigation et le refroidissement (centrales nucléaires) montre que l'accroissement prévisible touche surtout les deux derniers secteurs : *la consommation nette (prélèvement moins restitution) de l'agriculture, qui représente actuellement les 2/3 du total, doit voir sa part s'accroître dans les dix années à venir*. L'action et les choix des responsables du développement agricole sont donc fondamentaux dans les orientations de planification de la ressource.

Niveau conception

08. Il s'agit là de l'aspect le plus connu de l'intérêt des mesures hydrométriques. Le projeteur d'un barrage par exemple prendra, sur ses calculs théoriques concernant la crue exceptionnelle à évacuer par le déversoir de crue du barrage, un coefficient de sécurité d'autant plus important que les données utilisées pour le calcul seront douteuses et les séries utilisées de courte durée.

Dans un autre cas, le choix du débit qui devra pouvoir s'écouler sans débordement (ou qui entraînera une durée limitée de submersion des terres agricoles sans dégâts aux cultures) ne pourra être fait par celui qui étudie l'aménagement d'un cours d'eau qu'à partir d'une série de séquences de débits observés sur les années antérieures.

09. *Les économies faites au niveau des travaux*, dans ces deux types d'aménagement notamment, par l'existence de séries de mesures, justifient à elles seules amplement le fonctionnement pendant les dix années antérieures d'une station de mesure.

D'autre part, un réseau suffisamment dense et de bonne qualité permet l'établissement de

formules de transfert, permettant d'utiliser, même sur un cours d'eau non équipé, les longues séries de mesures d'un bassin voisin. Des synthèses nationales ou régionales (crues et apports notamment) sont entreprises au Ministère de l'Agriculture en vue de faciliter l'application de ces méthodes (SRAE (*), CTGREF et Service de l'Hydraulique).

Niveau gestion et protection

10. Les préoccupations de *gestion optimale d'un ouvrage*, en liaison avec l'impact de cette gestion sur le milieu aquatique (vie piscicole notamment), prennent chaque jour un poids croissant dans les préoccupations des administrations, sous la pression notamment des différentes associations (pêche, protection de la nature...). Le suivi de cette gestion commence à l'établissement de «l'état zéro», avant aménagement, et se poursuit parallèlement aux différentes actions d'équipement (ouvrages de stockage, stations d'épuration, entretien des rives des cours d'eau, développement des irrigations...).

La fixation de débits réservés à l'aval des ouvrages, ou de débits de référence applicables aux rejets, constitue une des responsabilités des services de l'État dans cette matière. Elle ne peut être assurée qu'à partir d'une connaissance suffisante du régime des eaux et de leur qualité.

Délais de collecte des données

11. Des quatre niveaux de connaissance précédents, seul le dernier niveau peut nécessiter une saisie et un traitement rapides de l'information, dans le cas où il s'agit de la gestion d'un ouvrage à buts multiples notamment. Mais, dans la majorité des cas, les différents objectifs indiqués précédemment demandent seulement une exploitation normale et régulière des données d'observation à l'échelle annuelle, avec aperçu mensuel des résultats pour le contrôle de fonctionnement. Les objectifs du réseau ne comportant pas «l'annonce de crues» (prévision à court terme des crues), les choix de l'équipement et de la chaîne d'acquisition et de traitement des données ont été orientés vers une *transmission différée de l'information captée*, avec le souci de minimiser le coût de la collecte des données.

ORGANISATION ET IMPORTANCE DU RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE

12. Dans l'organisation des services extérieurs du Ministère de l'Agriculture, la tâche de connaissance des ressources en eau fait partie des missions des 22 Services Régionaux de l'Aménagement des Eaux.

13. Sous la pression des besoins, le réseau de stations de mesure gérées par le Ministère de l'Agriculture s'est considérablement développé entre 1968 et 1970, années pendant lesquelles ont été créées notamment 400 stations de jaugeage nouvelles. Il y avait, en effet, dans la situation antérieure un manque d'information sur les petits bassins, à l'exception de ceux des zones de montagne intéressant la production hydroélectrique. Depuis 1970, le réseau hydrométrique s'est développé à un rythme beaucoup moins rapide et, grâce aux efforts de planification et de rationalisation entrepris, on peut estimer qu'avec 1 059 stations

(*) Services Régionaux de l'Aménagement des Eaux.

limnigraphiques à la fin de l'année 1978, le réseau a atteint une densité relativement satisfaisante. Sur les bassins versants contrôlés par ces stations, 40 % ont une surface inférieure à 100 km² et 5 % supérieure à 1 000 km².

14. Chaque Service Régional dispose d'une division hydroclimatologie, qui comprend un Ingénieur et une ou plusieurs équipes d'hydrométrie.

Au total 21 Ingénieurs ou techniciens supérieurs consacrent 60 % de leur temps à la gestion du réseau hydrométrique, et 110 techniciens et agents d'hydrométrie y consacrent 80 % de leur temps.

15. Le passage des hauteurs d'eau enregistrées par les limnigraphes aux débits se fait par l'intermédiaire des courbes de tarage. L'établissement et le suivi des courbes de tarage par l'exécution de jaugeages est l'essentiel du travail de terrain des équipes d'hydrométrie. En 1978, 6 500 jaugeages ont été réalisés sur ces stations, ce qui représente 6 jaugeages en moyenne par station et par an, avec une variabilité importante selon l'âge des stations et les moyens en personnel de chaque SRAE.

Il s'y ajoute un travail d'entretien des stations existantes, de création ou de déplacement de stations et d'amélioration des conditions de mesure (création de seuils notamment).

TRAITEMENT DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES

16. La masse d'information recueillie et la nécessité d'homogénéiser au plan national les techniques de dépouillement ont justifié le développement d'une chaîne de traitement informatisée des données hydrométriques, mise en place progressivement depuis 1971 : cette chaîne de traitement (qui correspond à un ensemble de programmes appelé ARHMA) a été utilisée en 1978 pour le traitement de 75 % des stations, un objectif de 85 % devant être normalement atteint en 1980. Les 150 stations non traitées par cette procédure seront en général des stations tertiaires de projets à objectifs limités et qui ne présentent qu'un intérêt purement local. La chaîne de traitement correspond aux étapes suivantes :

Préparation des limnigrammes

17. Les enregistrements sont préparés pour la digitalisation par le service gestionnaire qui indique les points à retenir à cet effet (l'enregistrement doit être assimilable à un segment de droite entre deux points successifs digitalisés). Les enregistrements ainsi renseignés sont envoyés au centre de lecture interrégional auquel est rattaché le service gestionnaire (5 centres actuellement à Montpellier, Colmar, Bordeaux, Orléans, Rennes et un nouveau centre prévu à Valence pour fin 1979).

Lecture des diagrammes

18. Au centre de lecture, les différents points et renseignements annexes sont digitalisés sur une table de lecture et transcrits sur support informatique (cartes perforées jusqu'en 1978 et cassettes magnétiques, progressivement avec la modernisation des matériels). Les paquets de cartes (ou les cassettes) sont envoyés (par voie postale actuellement, puis par réseau de transmission de données dans les années à venir) au centre de calcul situé à Paris.

Constitution de la banque de données et calcul des débits journaliers

19. Au centre de calcul sont élaborés successivement :

- la banque hauteur-temps
- le fichier des courbes de tarage
- le calcul et le fichier des débits journaliers
- les données du tableau d'annuaire par année-station

avec, à chaque étape, un retour des sorties ordinateur au service gestionnaire pour critique.

Gestion des données

20. Ces procédures ont pour avantage de permettre la normalisation des méthodes de traitement des données et la constitution d'une banque de données comprenant l'ensemble de l'information : en effet, dans le système développé, l'intégralité de l'information recueillie est stockée sur support magnétique, puisque la base de la banque de données est une copie des limnigrammes (fichier hauteur-temps) et des courbes de tarage successives, le fichier des débits journaliers n'étant, en quelque sorte, qu'un résultat.

COÛTS DE GESTION DU RÉSEAU HYDROMÉTRIQUE

21. L'analyse du coût de gestion du réseau est délicate, car cette gestion ne fait pas l'objet d'une comptabilité individualisée au sein de chaque SRAE : on peut néanmoins, à partir des renseignements recueillis dans les comptes rendus d'activité des services sur les fonctions des différents agents et des dotations budgétaires (enveloppes gérées au niveau national et régional), approcher le coût de gestion avec une précision satisfaisante. Les résultats en sont présentés dans le tableau ci-après.

22. Le tableau porte sur l'année 1978 et sur un réseau comportant 1 059 stations limnigraphiques, dont 783 sont traitées par la chaîne ARHMA. Le coût de gestion 1978 est évalué à *12 millions de francs*, soit un coût moyen de gestion de *11 300 F/Station*, avec la ventilation suivante :

- frais de personnel : 72 % dont les 3/4 pour salaires et indemnités des agents de terrain
- fonctionnement et entretien : 20 %
- achat de matériel-équipement : 8 % (niveau insuffisant en 1978 par rapport aux besoins).

On peut également remarquer que le *traitement de l'information* individualisé dans les 3 postes précédents représente 11 % du coût total.

23. Il convient toutefois de nuancer ces calculs qui donnent des valeurs moyennes par les considérations suivantes : selon l'équipement de la station (seuil), la nature du lit (végétation aquatique) et le régime hydrologique (crues méditerranéennes notamment), les coûts de gestion peuvent varier dans des proportions très importantes. Pour fixer les idées, le coût de gestion est de 5 à 6 000 F/an sur une station en régime océanique équipée d'un seuil avec un lit stable non enherbé, et peut atteindre 25 à 30 000 F/an pour certaines stations méditerranéennes.

ÉLÉMENTS CONCERNANT LE COÛT DE LA GESTION DU RÉSEAU HYDRO-MÉTRIQUE DU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE POUR L'ANNÉE 1978

(unité : 1 000 FF)

1 - Frais de personnel (charges salariales comprises)		
Ingénieurs : 21 ingénieurs ... à 60 % de leur temps	1 400	
Agents d'hydrométrie : 110 agents ... à 80 % de leur temps	5 400	
Personnel administratif : 21 agents ... à 20 % de leur temps	200	
Saisie et traitement de l'information : 12 agents	550	
Indemnité aux observateurs des stations hydrométriques	250	
Frais de déplacement des agents	900	
Total frais de personnel		8 700
2 - Fonctionnement et entretien		
Fournitures de bureau, matériel de bureau, édition	400	
Essence et entretien des véhicules	600	
Fournitures et matériel technique	800	
Informatique (unité centrale, terminal et centres de lecture)	500	
Total fonctionnement et entretien*		2 300
3 - Achat de matériel - équipement		
Véhicules	400	
Gros matériel d'hydrométrie	300**	
Informatique	300	
Total équipement		1 000
Total général		12 000
(soit un coût moyen de gestion de 11 300 F/station/an)		

* Les dépenses suivantes sont exclues : bureaux, téléphone.

** La dotation 1978 de 300 000 F couvre seulement le tiers des besoins réels qui sont de l'ordre de 900 000 F par an.

Perspectives d'avenir

24. La préparation et la critique des limnigrammes pour la saisie au centre de lecture représentent une part importante du travail des agents d'hydrométrie. Ce travail se fait au détriment des campagnes de jaugeages hors des sites équipés (connaissance des étiages et études particulières, notamment) ; il s'agit de plus d'une tâche répétitive qui apporte peu de satisfactions professionnelles. L'allègement de ce travail pourrait être rendu possible par un stockage direct de l'information sur un support magnétique (cassette ou mémoire statique) en conservant l'enregistrement graphique comme contrôle. Le relevé des informations stockées pourrait être fait périodiquement, soit par passage d'un agent d'hydrométrie, soit par transmission des données. Les deux solutions méritent de faire l'objet d'une étude comparative et les enseignements et échanges de vue du séminaire devraient être pour nous une contribution à une meilleure définition d'un des termes de la comparaison.

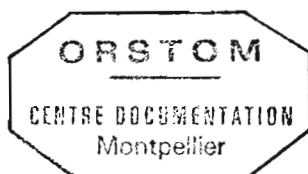


DOCUMENT 3.7.

**RAPPORT GÉNÉRAL
SUR LA TROISIÈME SÉANCE ATELIER**

René LE BERRE

*Entomologiste
Écologie des Vecteurs et Lutte Antivectorielle
Organisation Mondiale de la Santé
Genève, SUISSE*



F 3303

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du Séminaire, la troisième séance-atelier intitulée «Problèmes des utilisateurs» a permis à ceux-ci d'exprimer leurs besoins, leur intérêt mais également leurs problèmes et leurs préoccupations. Au cours de cette séance, complémentaire de la précédente consacrée aux «expériences acquises et projets immédiats», plusieurs communications ont été présentées, sous forme synthétique, ce qui a permis de longs échanges de vue entre les utilisateurs potentiels, les utilisateurs actuels, les agences de toute nature et les fabricants.

2. COMMUNICATIONS ET DISCUSSIONS

Les communications écrites et verbales des différents participants peuvent être classées selon trois optiques différentes :

- selon l'origine géographique, essentiellement par continent ;
- selon les besoins, actuels ou potentiels ;
- surtout, selon le degré d'avancement de la collecte des données.

2.1. Origine géographique

L'ensemble des continents étaient représentés :

- Europe :
 - prévision des fontes de neige, Électricité de France (GUILLOT) ;
 - Réseau hydrométrique français (COLIN de VERDIERE).
- Amérique du Nord :
 - Bassin de l'Ungava, province du Québec, Canada (PESANT et DESRUISSEAU ; CALLEDE - cf. *séance précédente*).
- Amérique du Sud :
 - Bassin de l'Amazone, Brésil (CAMPELLO, RIBEIRO DOS ANJOS).
- Asie du Sud-Est :
 - Bassin de l'Indus, Pakistan (KLOHN) ;
 - Réseau hydrométrique indien (SINGH).
- Afrique :
 - Bassin du Nil en amont d'Assouan : Égypte et Soudan (FAHMY) ;
 - Bassin du Niger : Mali, Niger, Nigéria, Commission du fleuve Niger, PNUD (LAMAGAT, BAGNAN, MARTINS, KEINITZ, BERTHELOT) ;
 - Bassin de la Volta : Ghana (AYIBOTELE), OMS (LE BERRE) ;
 - C.I.E.H. (GAGARA) ;
 - Agrhyment (OWEN), projet pour lequel la transmission des données sera assurée par radio ;
 - Réseau hydrométrique de Côte d'Ivoire (CAMERLO).
- L'OMM (KLOHN) avait, au préalable, présenté une communication globale portant sur les grands projets situés en zone tropicale (Indus, Amazone, Niger).

2.2. Expression des besoins

La nécessité d'obtenir en temps réel (cf. 3.1.b) des données hydrologiques provenant de stations correctement situées ayant été exprimée par l'ensemble des participants, les utilisateurs ont précisé leurs besoins, qui se rattachent aux grandes rubriques suivantes :

- Annonce des crues en vue de leur régularisation ;
- Connaissance du réseau hydrologique en fonction de la construction et de l'exploitation d'un aménagement ou d'une série d'aménagements ;
- Navigation fluviale ;
- Agriculture (irrigation et problèmes phytosanitaires) ;
- Santé (endémies à vecteurs : onchocercose, paludisme).

2.3. État d'avancement

Les communications et les débats ont permis de classer les utilisateurs en cinq catégories :

- (i) Pays bénéficiant déjà de bons réseaux de communications conventionnelles pour lesquels cette technique ne représenterait qu'un adjuvant permettant d'obtenir de meilleures données à partir des rares zones difficiles d'accès (par exemple : régions montagneuses, France).
- (ii) Pays possédant de vastes zones d'accès difficile ou impossible mais dont les moyens technologiques et financiers ont déjà permis l'utilisation de cette technique : Canada pour les régions septentrionales du Québec (cf. atelier précédent).
- (iii) Pays tropical présentant les mêmes caractéristiques que le précédent en termes de besoins et d'accès, et dont les moyens et l'expertise ont permis de planifier la mise en œuvre de télétransmission par satellite : Brésil pour le bassin de l'Amazone.
- (iv) Pays groupés au sein d'une organisation multinationale leur permettant d'envisager l'utilisation de cette technique : Mali, Niger, Nigéria, participant de la Commission du fleuve Niger subventionnée par le PNUD.
- (v) Pays, ou groupes de pays participant d'organisations multinationales, ayant également des besoins, actuels ou potentiels, mais préférant rester dans une position d'expectative eu égard à une technologie avancée dont ils n'auraient pas l'entier contrôle technique et financier : Inde, Côte d'Ivoire, Ghana, Haute-Volta, C.I.E.H.

3. AVANTAGES ET PROBLEMES

La séance-atelier a permis de dégager les avantages de la télétransmission par satellite, ainsi que les problèmes qu'elle pose, tels qu'ils sont perçus par les utilisateurs potentiels.

3.1. Avantages

(a) *Notions d'espace*

Cette technique permettrait de réduire considérablement les problèmes posés par la collecte des données nécessaires à une «meilleure gestion de l'eau» (TERRIERE-BUCHOT, CEFIGRE) dans les zones d'accès difficile, voire impossible. Les utilisateurs potentiels ont conclu que c'était là le principal avantage de cette technique.

(b) *Notion de temps*

La collecte immédiate, ou rapide, des données n'a pas été perçue avec le même intérêt et la notion de «temps réel» a subi différentes interprétations. Cette réaction des utili-

sateurs potentiels est liée à la nature des besoins pour lesquels le facteur temps n'est pas actuellement prépondérant. Elle est également en relation avec les problèmes considérables auxquels ont à faire face les pays en développement concernant la transmission classique, la première préoccupation des responsables étant d'abord d'assurer cette transmission, la notion de rapidité n'intervenant qu'après.

3.2. Problèmes

(a) Identification des besoins actuels et futurs

L'introduction d'une technique aussi radicalement nouvelle aurait comme conséquence d'obliger les responsables à mieux définir leurs besoins actuels et, surtout, futurs.

La communication d'AYIBOTELE (Ghana) concernant le bassin de la Volta est, à cet égard, parfaitement démonstrative :

- Dans la situation actuelle (réseau hydrométrique en place dans les cinq pays concernés : Ghana, Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Togo, Bénin, existence d'un seul barrage hydro-électrique à Akosombo), les données sont estimées suffisantes en termes de quantité, qualité et délais de transmission.
- Si les autres projets d'aménagement se réalisaient (Noumbiel et Bui sur la Volta noire, Bagré sur la Volta blanche, Kpong sur la Volta aval), la gestion de l'eau devrait être envisagée avec beaucoup plus de précision et de coordination, ce qui pourrait alors impliquer le recours à la télécommunication par satellite.

(b) Retransmission des données

Les utilisateurs ont estimé que la retransmission des données acquises par les centres de réception vers les utilisateurs réels du terrain pourrait constituer, «à l'aval», un goulot d'étranglement tel qu'il réduirait considérablement l'intérêt des investissements financiers et technologiques consentis «à l'amont» (télétransmission).

(c) Mise en place et entretien des plateformes de collecte des données

Le problème de l'installation, et surtout de l'entretien des plateformes, a fait l'objet de nombreuses discussions. Les constructeurs et les agences ont pu, à partir des exemples canadiens et de l'expérience de l'ORSTOM au Sénégal, rassurer les utilisateurs potentiels.

(d) Problème du non-retour aux méthodes conventionnelles

Les utilisateurs ont estimé que cette nouvelle technique n'était pas compatible avec le maintien des méthodes existantes et que son adoption se traduirait par une modification radicale de l'ensemble du dispositif, impliquant :

- La nécessité d'améliorer les techniques d'acquisition des données ;
- La nécessité de modifier les méthodes de gestion.

Certains utilisateurs ont manifesté leur crainte de sacrifier ou négliger l'acquis actuel, fut-il imparfait, au profit d'une technique dont la pérennité ne leur paraît pas assurée (cf. ci-dessous).

Les ingénieurs-conseils (DUJARDIN) ont indiqué que chaque projet devrait faire l'objet d'une étude de coût/efficacité permettant de comparer les différentes méthodes (satellite, radio, etc.).

(e) Dépendance technologique

En relation avec le point précédent, les utilisateurs ont estimé que leur adhésion à la technique de télétransmission par satellite les mettrait - ou les remettrait - sous la dépendance de pays technologiquement plus avancés.

Les questions les plus souvent posées furent celles concernant la pérennité des satellites et des équipements au sol (plateformes de collecte et centres de réception). Les agences spatiales et les constructeurs ont garanti que les satellites, dont la vocation dépasse largement le cadre de la télétransmission de données hydrologiques, seraient nécessairement remplacés.

(f) Dépendance économique

La question des coûts d'installation et d'entretien fut évidemment discutée (cf. atelier 4).

(g) Dépendance politique

Le problème de l'évasion possible ou du partage des données a été particulièrement évoqué par le Brésil, l'Inde et le Ghana.

La plupart des participants ont insisté sur leur volonté de recevoir directement les données et de les ventiler à leur gré.

Un exemple concret fut discuté : celui du fleuve Niger pour lequel la Commission envisage une seule station de réception à Niamey (Niger), alors que d'autres États riverains manifestent le désir d'avoir leurs propres récepteurs. Il est évident que ce problème devra recevoir une solution dans le sens de la volonté d'intégration :

- entre pays participants d'un même bassin ;
- entre projets situés dans la même région (hydrologie, agriculture, santé par exemple).

(h) Formation

Le problème de la formation du personnel national ou régional nécessaire à l'installation et à la gestion de cette nouvelle technique a été abordé. La brièveté des débats concernant un sujet qui constitue pourtant le « leit-motiv » des conférences de cette nature peut être interprétée comme un indice de la non-réceptivité actuelle des utilisateurs potentiels vis-à-vis de cette technique.

4. CONCLUSIONS

Le grand intérêt de cette première réunion a été de permettre de longs échanges de vue entre les utilisateurs potentiels d'une part, les agences, les constructeurs et les utilisateurs actuels de l'autre.

De nombreux problèmes restent à résoudre avant que cette technique, parfois la seule utilisable puisque permettant de s'affranchir de l'espace et du temps, puisse être acceptée sans arrière-pensée par ceux qui en ont le plus grand besoin. Il est cependant permis de conclure que cette réunion a pleinement atteint son but, qui était surtout d'informer et de rassurer.



4. QUATRIÈME SÉANCE ATELIER
ASPECTS TECHNIQUES
DES POSSIBILITÉS ACTUELLES
OU RAPIDEMENT ENVISAGEABLES

(après-midi du mercredi 30 mai 1979)

Rapporteur : **M. Jacques CRUETTE**
Chef du Bureau de Télédétection de l'ORSTOM

Co-Rapporteurs : **M. Georges FERRAND**
Chef du Segment Sol METEOSAT à l'ESA
M. Michel TAILLADE-CARRIERE
Chef du Service ARGOS

SOMMAIRE

(a) RAPPORT INTRODUCTIF

Document 4.1.

Esquisse d'inventaire des questions de caractère technique devant faire l'objet d'échanges de vues Jacques CRUETTE

(b) COMMUNICATIONS

Document 4.2.

Data collection systems using satellites from the World Weather Watch Programme. First operational experiences and a supplier's point of view M.E. CLEVERLEY

Document 4.3.

Position of satellite transmission of environmental data in the design of operation data collection networks as seen by Plessey Radar Limited. William A. GRINSTED

Document 4.4.

Analyse et performances d'une station autonome de réception Argos Alain MONIER

Document 4.5.

Présentation des balises Argos Michel PEBERAY

Document 4.6.

Need for developing and standardizing automatic sensors Gyorgy KOVÁCS

Document 4.7.

Instrumentations océanographiques, météorologiques et hydrologiques développées par la Société SAFARE-CROUZET Jean-Jacques PESANDO

Document 4.8.

Quelques remarques concernant le matériel de mesure de niveau. Germain DELAGE

Document 4.9.

Quelques remarques d'un constructeur concernant la formation du personnel d'exploitation Germain DELAGE

Document 4.10.

Sources d'énergie pour balise Argos. Alain BIGOT

Document 4.11.

Réflexions sur le matériel des plateformes d'émission Jacques CALLEDE

(c) COMPTE RENDU

Document 4.12

Compte rendu de la quatrième séance atelier. Jacques CALLEDE

DOCUMENT 4.1.

**ESQUISSE D'INVENTAIRE
DES QUESTIONS DE CARACTÈRE TECHNIQUE
DEVANT FAIRE L'OBJET D'ÉCHANGES DE VUES**

Jacques CRUETTE

*Chef du Bureau de Télédétection
ORSTOM
Bondy, FRANCE*



F 3304

1. CONDUITE DU DÉBAT

Cette réunion étant conçue comme une occasion d'information réciproque, la présente séance se propose d'utiliser au mieux les vertus du dialogue. Le rôle de l'animateur doit se limiter à rendre ce dialogue constructif en proposant une suite ordonnée de questions afin de faire un tour aussi complet que possible de tous les aspects de la transmission des données hydrométriques par satellite.

Certaines de ces questions ont déjà reçu une réponse lors des séances précédentes et nous en ferons un simple rappel rapide. Par contre, la liste s'allongera vraisemblablement au cours de la discussion.

2. QUESTIONS SUR LES SYSTÈMES SPATIAUX

- Quelle est la pérennité des systèmes spatiaux actuels ?
- Pendant combien d'années pourra-t-on utiliser les systèmes METEOSAT et ARGOS ?
- Quelle est la pérennité des spécifications des systèmes spatiaux actuels ?
- Faut-il s'attendre à des modifications sur certains paramètres et quelles seront les conséquences au niveau des utilisateurs ?
- Les conditions financières d'utilisation sont-elles définitives ?
- Existe-t-il une distinction entre système expérimental et système opérationnel ?
- Quel est le nombre maximal de plateformes fixes pour un système ?
- Combien de plateformes fixes sont encore possibles ?
- Pour une même plateforme installée, peut-on moduler la cadence des transmissions et la longueur de chaque message ?
- Les futurs systèmes spatiaux prévoient-ils la collecte des données ?
- En quoi se distingueront-ils des systèmes actuels ?
- En connaît-on les principales caractéristiques ?

3. QUESTIONS SUR LES PLATEFORMES (BALISES)

- Quel est le prix de chaque type de plateforme ?
- Quelle est la durée de vie nominale de chaque type de plateforme ?
- Quels sont les contraintes et le coût de la maintenance ?
- Quelle est l'autonomie d'une plateforme ?
- Comment sont envisagées la formation du personnel, la standardisation de la mise en œuvre, la normalisation des codeurs, la sécurité, la résistance climatique ?

4. QUESTIONS SUR LES STATIONS DE COLLECTE DE DONNÉES

- Quels sont les prix des stations de collecte ARGOS et METEOSAT ?
- Quelles sont les contraintes d'exploitation et de maintenance des stations de collecte ?
- Quels sont les services offerts par les Agences spatiales ?

5. QUESTIONS SUR LES BESOINS DES UTILISATEURS

- La collecte en temps réel est-elle nécessaire ?
- Comment peut-on définir le temps réel ?
- Quels sont les moyens de transmission entre les Agences Spatiales et les Organismes Régionaux et Nationaux ?
- Quels sont les moyens de transmission entre les Organismes Régionaux et les Organismes Nationaux ?
- Une exploitation de la collecte en temps différé est-elle utile ?
- Y a-t-il convergence d'intérêt entre les Services Hydrologiques et les Services Météorologiques pour la collecte des données hydrométriques ?
- Un organisme global de surveillance et d'alerte hydrologique est-il envisageable ?



DOCUMENT 4.2.

**DATA COLLECTION SYSTEMS USING SATELLITES
FROM THE WORLD WEATHER WATCH PROGRAMME
FIRST OPERATIONAL EXPERIENCES
AND A SUPPLIER'S POINT OF VIEW**

*AUTHOR : M.E. CLEVERLEY, Advanced Projects Manager
PRESENTERS : A. FRYETT and T. DUFFY
SUPPORTER : R.S.H. ASHWORTH, Marketing Manager
McMICHAEL LIMITED
Slough, ENGLAND*



F3305

SUMMARY

The paper has described the Data Collection Platform (DCP) system in use with the World Weather Watch series of geostationary satellites, the requirements for a family of DCPs operational, the application of DCPs to a network of measuring stations, and the application of DCPs to shipborne data collection.

All the hardware described in the paper is available as a standard product range from McMichael. It is the most extensive and versatile that is available. The various possible configurations ensure that all user needs can be met, provided they conform to the guidelines for data collection in the World Weather Watch Satellite programme.

RÉSUMÉ

La communication décrit le système de plateforme de collecte des données utilisé avec les satellites géostationnaires de la Veille Météorologique Mondiale, les spécifications requises pour la famille de plateformes, la mise en œuvre des plateformes dans le cadre d'un réseau de stations de mesure, et leur mise en œuvre pour la collecte de données par des navires.

Tout le matériel décrit dans la communication fait partie de la gamme des productions de Mc Michael. Il est conçu pour être le plus polyvalent et le plus convertible possible. Les différentes configurations envisagées satisfont à tous les besoins des utilisateurs potentiels tout en étant conformes aux spécifications exigées par le programme de collecte des données par satellite de la Veille Météorologique Mondiale.

1. INTRODUCTION

This paper is concerned with Data Collection Platforms (DCPs) and their use with the World Weather Watch series of geostationary satellites. Five topics are covered :

- The first topic is a brief general discussion of DCP system concepts using geostationary satellites.
- The second topic is a brief description of the concept of a family of DCPs based on a analysis of likely operational needs which lead to a basic form of DCP around which may variants can be manufactured.
- The third topic is a description of the various types of DCP within the family which are in service in meteorological and hydrological applications.
- The fourth topic is the description of a network of landbased DCPs for a hydrological survey. These DCPs interface with several sensors, include data stores and have data alert facilities.
- The fifth topic deals with operational experience of a DCP used to relay meteorological data from a ship travelling from England to Peru and back.

2. THE DCP SATELLITE SYSTEM CONCEPT

2.1. General

The system consists of a satellite or satellites within whose coverage area on the earth data collection platforms (DCPs) and user receiving stations are located. The DCPs collect data from sensors and send it by a radio telemetry link to the user receiving station via a from sensors and send it by a radio telemetry link to the user receiving station via a satellite.

2.2. Satellites

The paper is concerned with data collection systems using satellites in geostationary orbits, that is, satellites which remain stationary with respect to any point on the earth's surface. In fact, such satellites drift but nowadays the drift is sufficiently small to be irrelevant.

Such satellites contain a great deal of electronics among which is data collection transponder. In principle, the transponder receives radio frequency signals from transmitters on the earth (uplink), extracts the information signal and relays it back to the earth (downlink) at a different radio carrier frequency.

Simple geostationary satellites have broad beam aerials which receive from or transmit to a large fixed area of the earth's surface, the coverage zone. The area covered is typically one-third of the earth's surface area but never includes the extreme polar regions. Thus three such satellites can just cover the earth's surface, while four, five, or even six satellites, properly located, provide increasing degrees of overlap between individual satellite's coverage zones.

One such network of satellites is the series of five satellites in the World Meteorological Organisation's World Weather Watch programme. The coverage provided by this series of satellites is shown in Fig. 1. The names of the satellites are as follows :

METEOSAT

EAST GOES

WEST GOES

GMS

GOMS

The operational schemes described in later sections of this paper use both METEOSAT and EAST GOES.

and

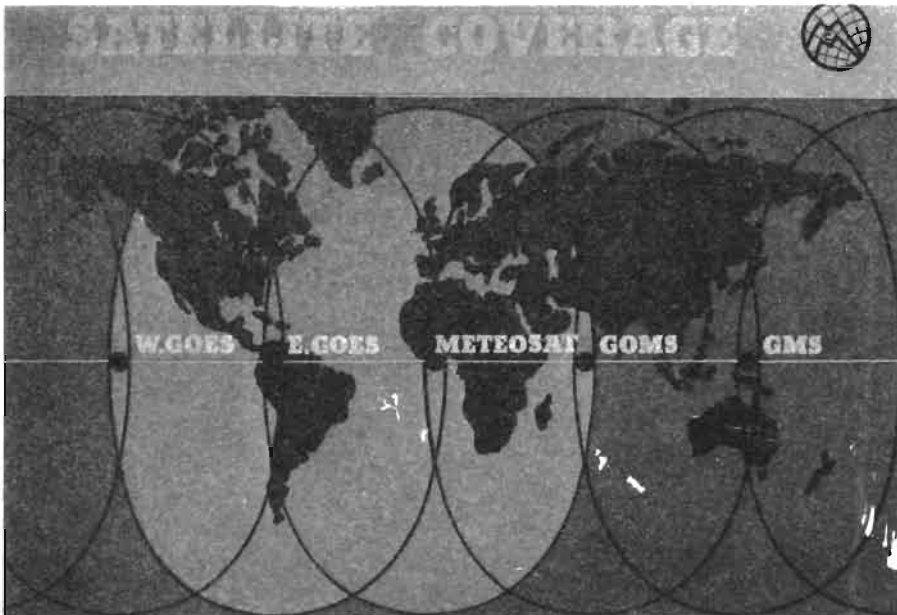


Fig. 1 - WWW coverage ; five satellites

Although the main function of all these satellites is weather imaging using visible light and infra red techniques, each has on board a DCP transponder for the collection of environmental data.

The concept of a system using one such satellite is illustrated in Fig. 2, in which the satellite, DCPs and user ground receiving stations are shown.

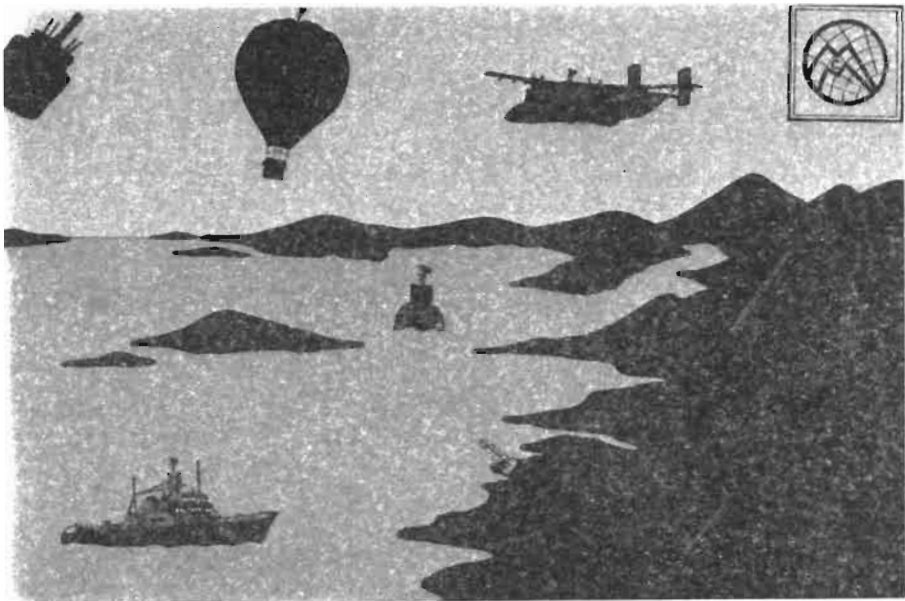


Fig. 2 - System illustration

2.3. Data Collection Platforms (DCPs)

With the coverage zone of the satellite shown in Fig. 2, various types of DCP can be located. DCPs located on land, ships, buoys, aircraft and balloons are indicated in this figure.

DCPs which confine their operations to the area covered by a single satellite are called regional DCPs, while those which may operate through several satellites, for example those on ships or aircraft, are called international DCPs. Different radio channels are used for transmissions from regional and international DCPs.

The DCPs are deployed with and electrically connected to sensors which monitor parameters to do with any of the environmental sciences such as meteorology, hydrology, geophysics and ecology.

To embrace all the possible uses, for the DCPs can operate in several different ways.

The most usual are self-timed DCPs which operate according to an internal clock. At the preset time of transmission, sensor data is passed to the DCP where it is modulated onto a radio carrier and transmitted.

To prevent interference between transmissions from different DCPs, each DCP in the network is arranged to transmit in a particular radio channel at a particular time. Typically, one satellite DCP transponder provides about 48000 time slots of about out-minute duration within a total of some 30 discrete radio channels during the course of one day. Each DCP transmits a preamble code to identify itself, the data and an end of transmission code to complete the message.

An alternative form of DCP includes a receiver which allows it to respond to a user command to transmit sensor data. This is called an interrogated DCP, but, due

to various system constraints, more than very occasional use of such DCPs is discouraged. Interrogated transmissions are arranged only in specially reserved radio channels.

An alert DCP is used where a hazardous situation arises if a particular measured environmental quantity falls outside a limit. Such an event is detected by an alert DCP which then automatically transmits the data to the user using specially designated alert radio channels. It would be unusual for a DCP to be exclusively alert, so an alert DCP is arranged to operate normally as a self-timed or interrogated DCP, the alert procedure coming into action only when an out of limit measurement occurs.

The DCPs may be fixed or mobile. A fixed DCP usually has a reasonably directional aerial which points towards the satellite and a low power transmitter (typically 6 W). A mobile DCP can use the same configuration, provided the aerial is located on a stabilised structure to ensure it points towards the satellite at all times or, and more cost effectively, use a very broad beam aerial to eliminate the need for stabilisation together with a higher power transmitter (typically 60 W).

Other aspects of DCP arrangements are dictated by the way in which data is collected. A number of configurations are possible, for example : single sensors, multiple sensors, analogue or digital interfaces, serial or parallel digital interfaces, external or internal data store/processor/formatter, and so on. All of which demand variations on a basic theme.

Whatever the form of DCP, it has to be approved by the satellite owner before it is used. This is arranged by the manufacturer, who would normally ensure that his whole range of DCPs are acceptable before sale. The operational DCP itself has to be assigned a call code, radio channel number and precise time slots by one of the satellite operating authorities.

2.4. Satellite Receiving Ground Stations

For the user to receive the information from his DCPs via the satellite, a receiving ground station is necessary.

In the DCP arrangements in METEOSAT it is expected that the user will use the Meteosat Control Station (DATTS) located in the Odenwald in West Germany, from which station the data is disseminated to the user using the World Meteorological Organisation's Global Telegraph System (GTS).

The European Space Agency who operate DATTS, guarantee to send the data to the user within two hours of its transmission from the DCP.

Some likely large users are understandably unhappy about this arrangement. The alternative technical solution is simple, the political one may not be. Such a user could equip himself with a Primary Data User Station, PDUS, fitted with a suitable receiver, decoder and data processor and receive his data directly from the satellite. In this way he receives his data within about 1/4 second of its transmission from the DCP, without the delay in dissemination of DATTS and without the risk of loss of data due to a breakdown in the GTS. (A PDUS is usually used to receive weather pictures rather than DCP data transmissions).

The control station accesses only the satellite it controls, and a PDUS would also usually, but not absolutely always, access only one satellite. So a user of international DCPs which may pass through many coverage zones has to rely on data being disseminated to him from the individual satellite control stations over GTS.

2.5. Data Formats

The satellite operators prefer the DCP user to opt for one of the 19 WMO codes which have been approved for use in the system, but almost any data format could be used.

If approved data formats are used, it is usual for the DCP operator not to be charged for the use of the satellite, the satellite control station or GTS. If non-standard formats are used, or data processing at the Control Station is required, charges are levied.

3. CONCEPTUAL REQUIREMENTS FOR A FAMILY OF DCPs

3.1. General

It is clear from the comments in section 2.3 that although the DCP principle is quite simple, there are many different ways in which they may need to be used. These differences lead to the conclusion that a single type of DCP will either be too simple to be of interest to all possible users, since it will operate in only one manner, or too complicated and costly if it is designed to operate in any likely manner. The best approach to the problem is to develop a family of DCPs around a basic unit with any additional facilities provided by extra modules fitted within the DCP box. The DCP needs to be simple to set up and use, and have a minimum of controls.

The solution adopted by McMichael Limited is to employ a basic DCP comprising a number of electronic printed circuit boards (PCBs) mounted in an open PCB frame which provides ready access for setting up and repair, and mounting the whole frame in a metal box with only a few controls and sockets on its front panel.

The DCP is based around a microprocessor controller, and the operation of the DCP is arranged by the use of pre-programmed software. Thus the only external controls are an ON/OFF switch and a timing synchroniser switch to set the actual time on deployment and to initiate the software control programme.

3.2. Basic self timed DCP

A block diagram of a basic self timed DCP is shown in Fig. 3. The basic DCP includes :

- (a) a microprocessor based transmitter controller which turns the transmitter on, triggers the presentation of data at the DCP input at the transmission time and adds the preamble and end of transmission codes around the data.
It also includes a transmitter shutdown timer to turn the transmitter off in the event of controller failure.
- (b) a single input interface which accepts serial data at the rate of 100 bits per second at the time of transmission.
- (c) a highly stable crystal controlled clock and oscillator which provides the timing signals to initiate transmission and a stable signal defining the transmission radio frequency.
- (d) a radio frequency modulator (phase modulator) and low power transmitter (6 W).

(e) a narrow beam aerial directed to the satellite.

That, together with a source of power (mains or battery) constitutes a basic self-timed land-based DCP, the parts of which, with the exception of the aerial, are housed within a single compact box which may be free standing or rack mounted.

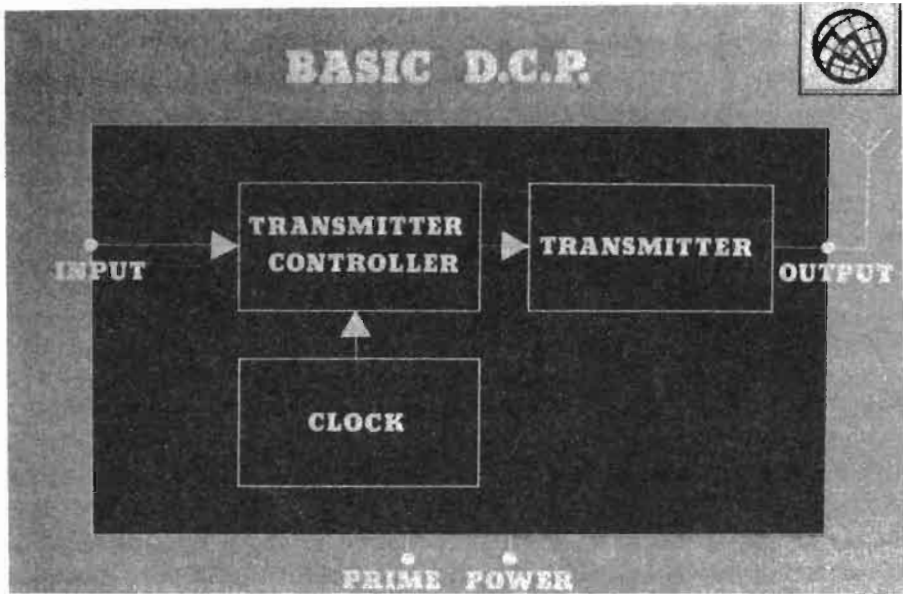


Fig. 3 – Basic block diagram

3.3. Alternative DCP options

The PCB card frame used in the basic DCP has sufficient pre-wired spare capacity to permit all likely options to be incorporated within the DCP box. A variety of these optional additional facilities are indicated schematically in Fig. 4.a and b.

(a) Interrogated DCP

An interrogated DCP uses the transmit aerial. A special diplexing filter is provided in the aerial lead within the box to direct the received interrogation signal to the special receiver module which extracts the interrogation command. This signal is applied to the transmitter controller to activate the DCP, for which procedure special pre-programmed software is incorporated.(fig. 4 a).

(b) Alert DCP

All the DCPs in the McMichael range include in the transmitter controller and its software the means to provide alert facilities. If it is required, the alert connection made to the sensor input socket and the special alert channel radio frequency generator is made operative by including a suitable plug-in crystal in an otherwise vacant socket (fig. 4 b).

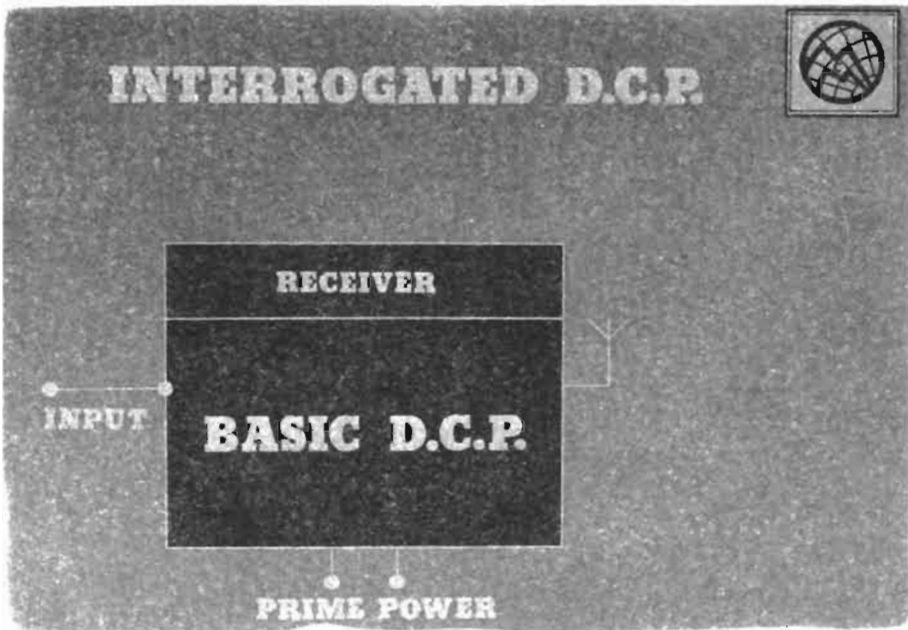


Fig. 4a - Option block diagrams

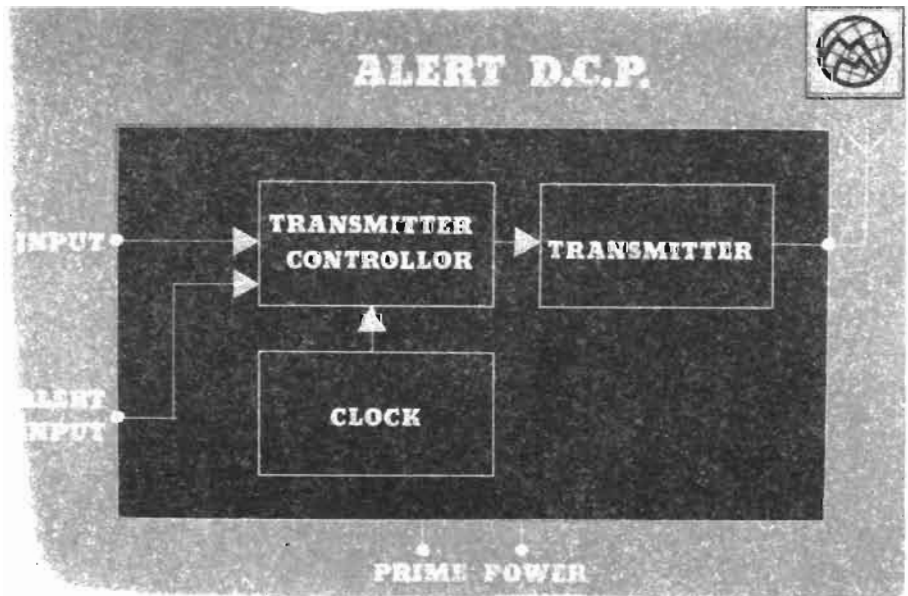


Fig. 4b - Option block diagrams

(c) Mobile DCP

The narrow beam aerial is replaced by a broad beam aerial and within the DCP box a high power (60 W) transmitter is included. This fits into a special compartment beneath the card frame. The low power transmitter is retained as the drive amplifier to the high power unit. To conserve prime power and to reduce heat dissipation within the box, a special highly efficient power amplifier is used.

(d) DCP with processor controlled data store and special input interfaces

There is sufficient space available within the DCP to fit a set of PCBs for a microprocessor controlled data store. The PCBs are identical to those used for the transmitter processor and its program store. Space is also available for a variety of input interfaces to be incorporated.

The software for the processor controller can be varied at will during manufacture by the inclusion of specially selected solid state memory chips, so such a DCP is extremely adaptable. Just a few examples of the use of such a facility are :

- interfacing directly with sensors (up to six sensors can be handled simultaneously)
- independant sampling of each sensor
- 8 bit or 16 bit parallel data inputs
- analogue data inputs
- a synchronous data inputs (teletype compatible)
- data formatting
- storage of data to the capacity on one time slot (5Kbits) or two time slots (10Kbits) in some configurations.
- alert facilities for none, some or all of the inputs.

3.4. Comments

The use of a basic DCP together with a range of built-in options allows McMichael Limited to offer an extensive but standard product range of DCPs.

The flexibility provided by the use of a microprocessor based scheme with software control ensures that this range of DCPs can be used in any data collection system.

4. OPERATIONAL DCP EQUIPMENT

Various DCPs and peripherals are shown in Figures 5-10.

- Figure 5 shows the outside and inside of a basic self timed DCP. It is the actual DCP approved by ESA.
- Figure 6 shows the narrow beam aerial.
- Figure 7 shows a basic DCP with high power transmitter located under the card frame.
- Figure 8 shows the broadbeam aerial.
- Figure 9 shows the outside of a 6 input DCP with data store.
- Figure 10 shows a DCP Synchroniser. This unit is contained within a small box and has a flying lead to connect it to a synchroniser socket on the DCP. It is attached to the DCP to set the internal clock to GMT when the DCP is first set up. It can also be used to check that the DCP is functioning. Only one synchroniser is necessary for a network of DCPs.

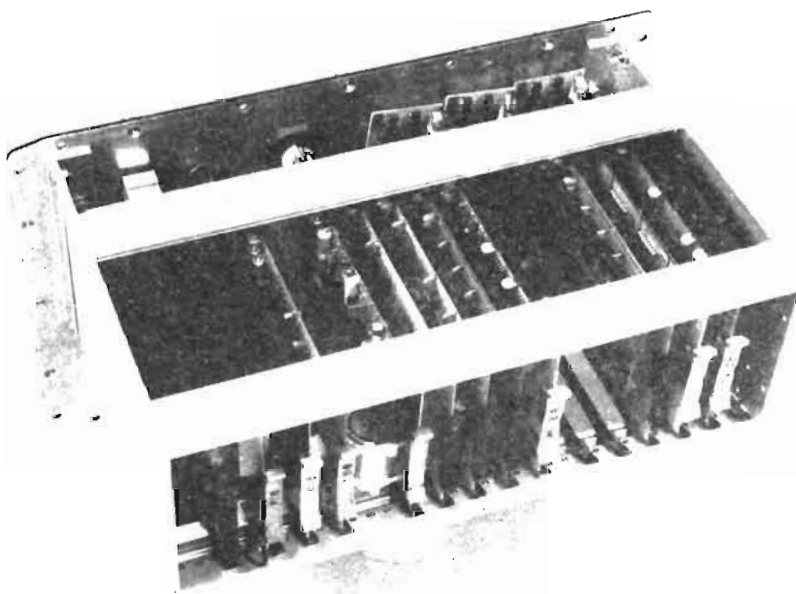


Fig. 5 -- Outside and inside of basic DCP

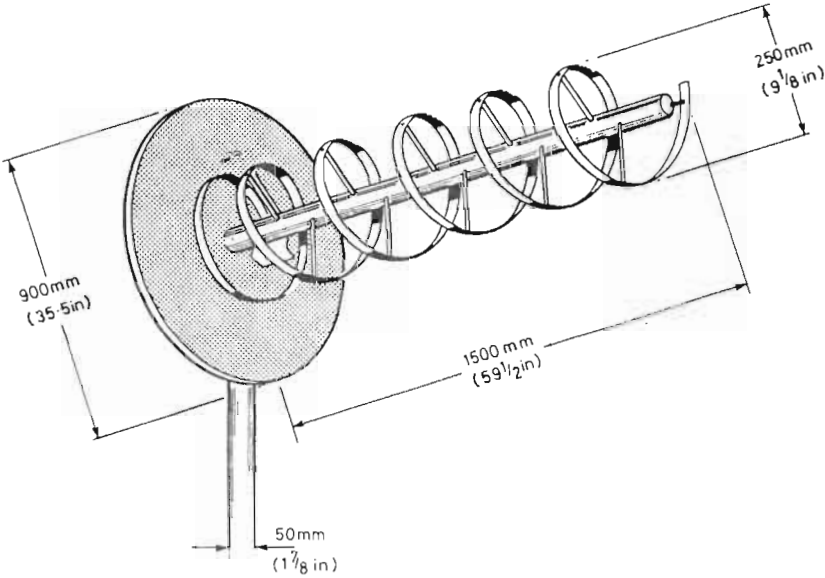


Fig. 6 – Narrow beam aerial

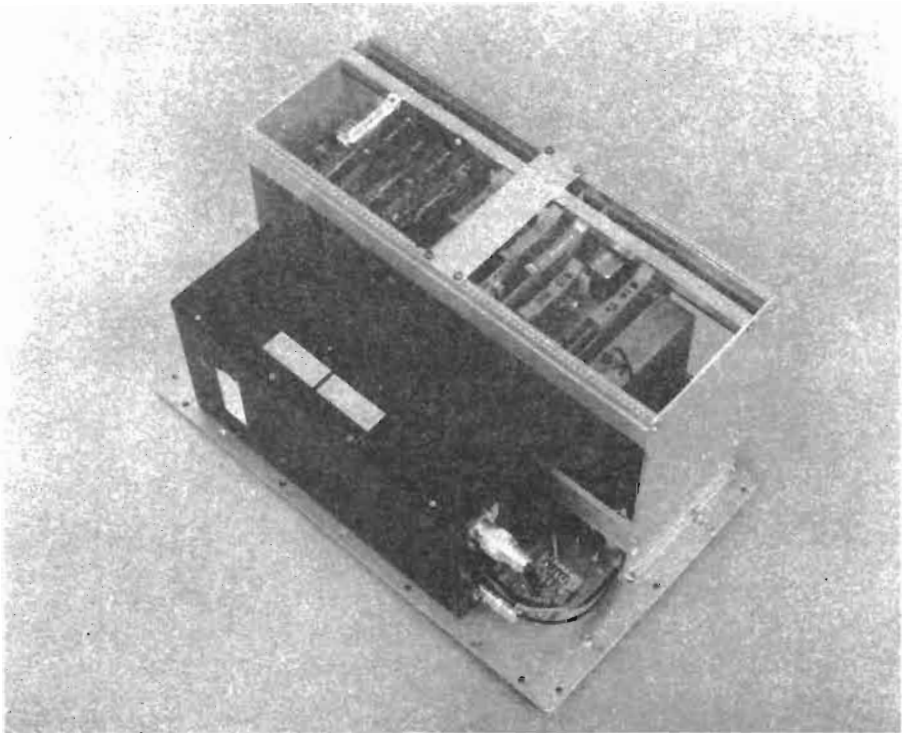


Fig. 7 – Ship DCP - Inside

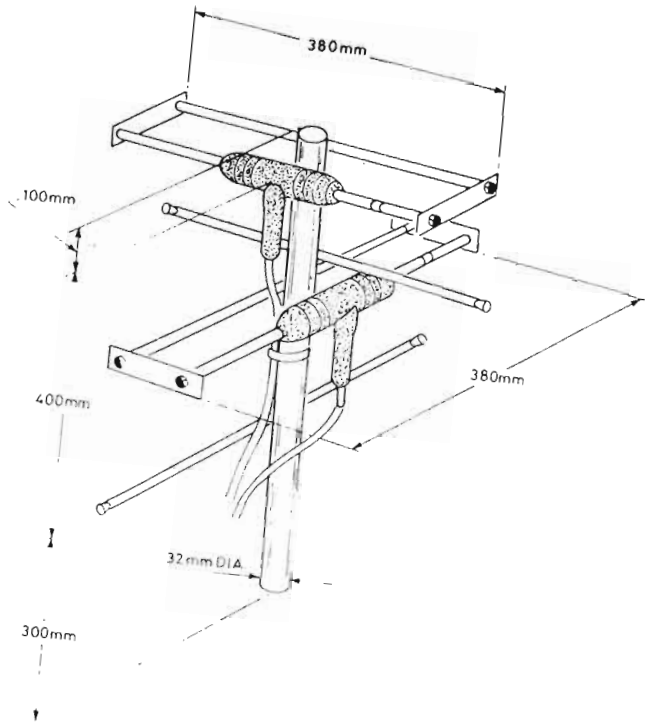


Fig. 8 - Broadbeam aerial

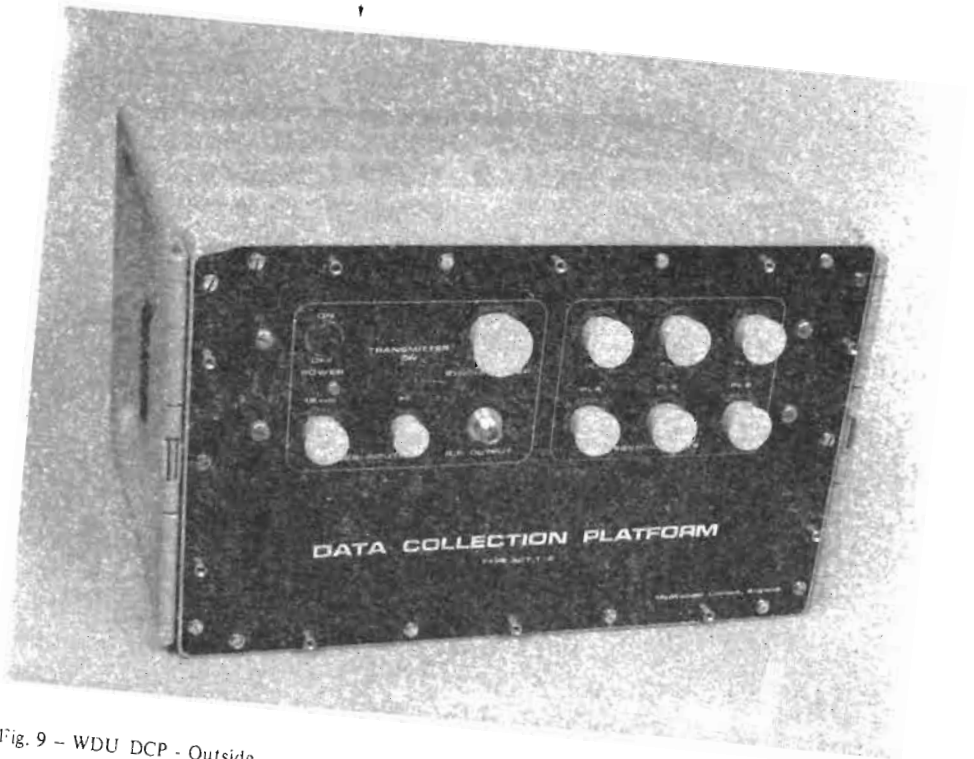


Fig. 9 - WDU DCP - Outside

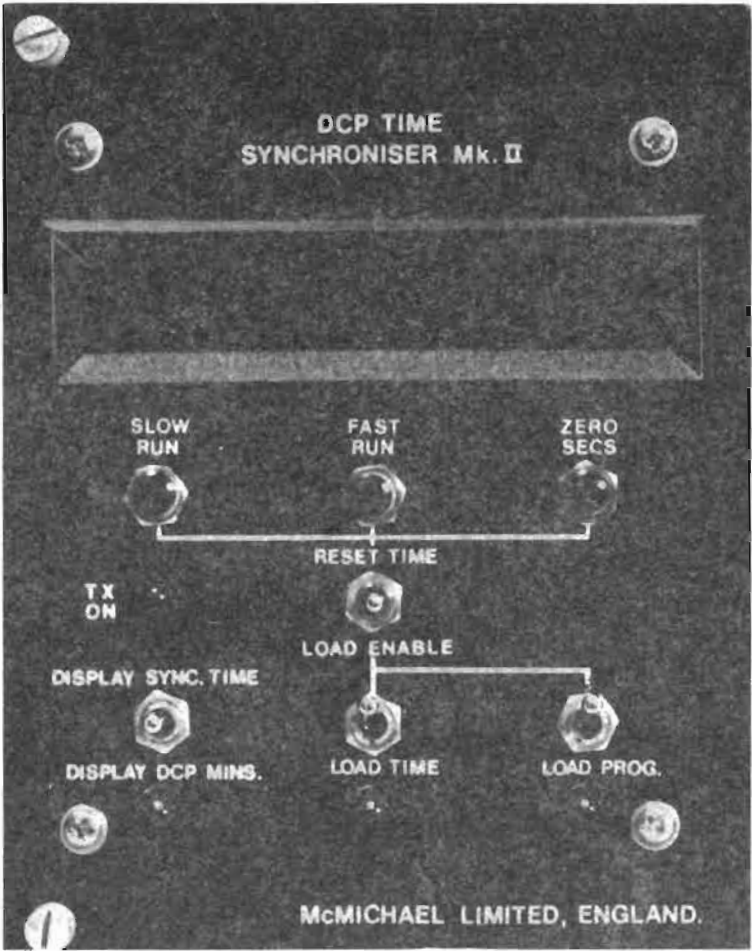


Fig. 10 – Synchroniser

5. NETWORK OF LANDBASED DCPs

The first application of DCPs is a hydrological system in which an area is covered using a co-ordinated set of sensors and DCPs.

This project, which will be fully operational in a few weeks time, is being organised by the Water Data Unit of the United Kingdom Department of the Environment, in collaboration with several regional Water Authorities.

The operational network consists of four DCPs deployed in England, a fifth DCP is also available but is normally retained by the Water Data Unit at Reading, See Fig. 11.

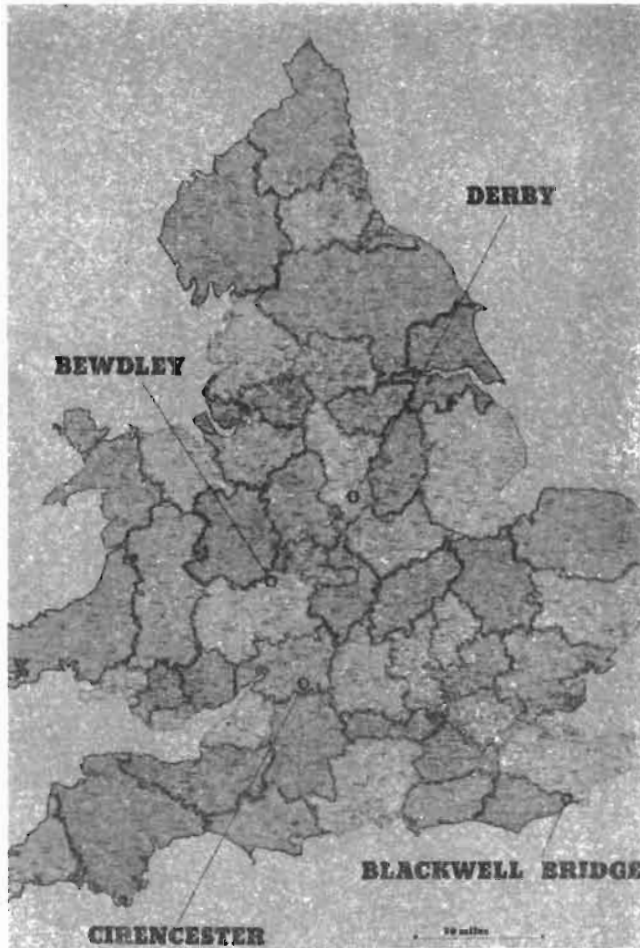


Fig. 11 Deployment of DCPs in UK

Only two locations use the same hydrological equipment so there are three different versions of the McMichael DCP in use in the project.

The two identical units are at Bewdley, which is rural, and Derby, which is urban. At these two stations, the DCPs are connected to Leupold and Stevens river level recorders.

The other two are at Blackwell Bridge, near the South-east coast, where a Harwell ultrasonic gauging equipment is located, and Cirencester, towards the west of England, where a rain gauge is being used.

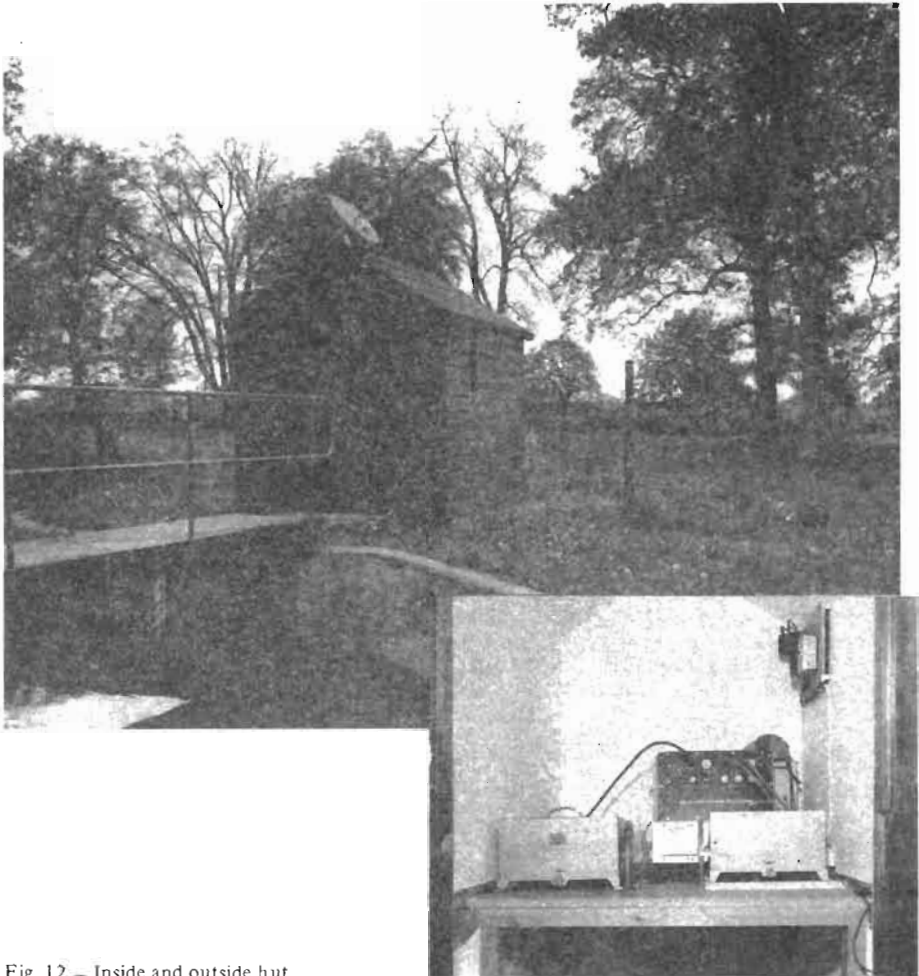


Fig. 12 – Inside and outside hut

A typical installation is shown in Fig. 12. The narrow beam spiral aerial is mounted on the roof of the hut, pointing towards the satellite. Inside the hut the DCP stands on a bench connected to the hydrological instrument.

The general configuration of these DCPs is as follows :

- Code Names : GB/Water 1, 2, 3 and 4.
- Type : Regional DCP.
- Configuration : Basic self timed DCP with data store and alert.
- Inputs : 8-bit or 16-bit parallel data interfaces, 2 or 4 inputs used.
- Data collection intervals : 15 or 30 minutes.
- Data transmission interval : 24 hours.
- Data Format : WMO Miscellaneous (SX) Code, GTS compatible.

As the network is not yet fully operational, it is not yet possible to comment on its effectiveness.

This project is the first operational application of DCPs using Meteosat in a network covering a reasonable area.

The four DCPs are also the first ones with alert facilities to be allocated code names, channels and time slots by the ESA.

6. DCPs AT SEA

McMichael participated with the United Kingdom Meteorological Office in an evaluation of the use of the DCP system for the relay of meteorological data from ships at sea. A small meteorological station is often fitted to ships crossing the Atlantic Ocean and it is usual for the ship's crew to be involved in data collection. With a DCP system the whole arrangement would be automatic.

The DCP together with the meteorological equipment was fitted to the OROPESA, which is shown in Fig. 13.

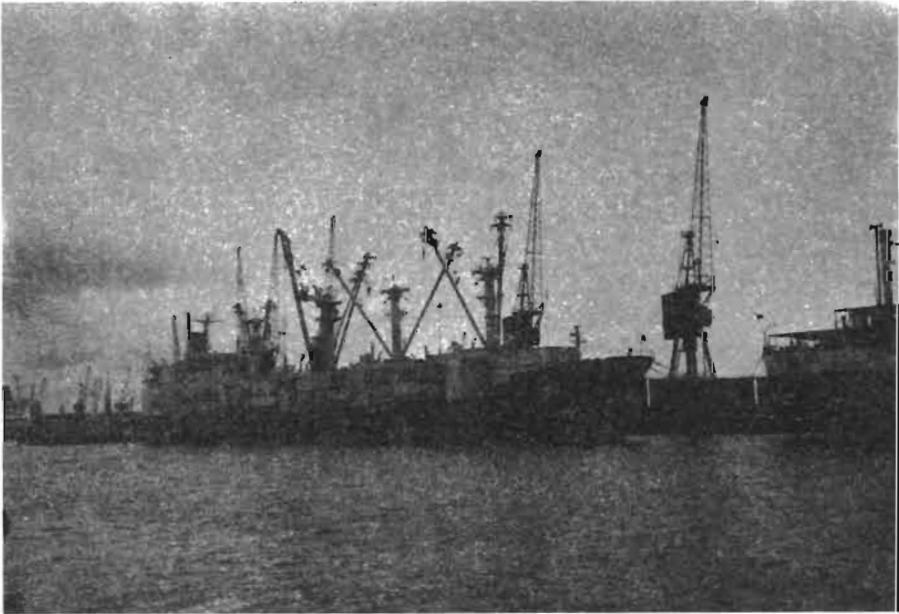


Fig. 13 - Ship

The DCP aerial installation is shown in Fig. 14a. It stands only 1.2 metres away from the ship's main radar aerial which radiates 20 kW. The arrangement in the equipment cabin is also shown in Fig. 14b. The equipment includes : windspeed and direction recorders, air pressure and temperature recorders, humidity recorder, an Automet Automatic Data Recorder and the DCP itself.

It had been intended to include a ship's position recorder but this could not be fitted before the ship sailed.

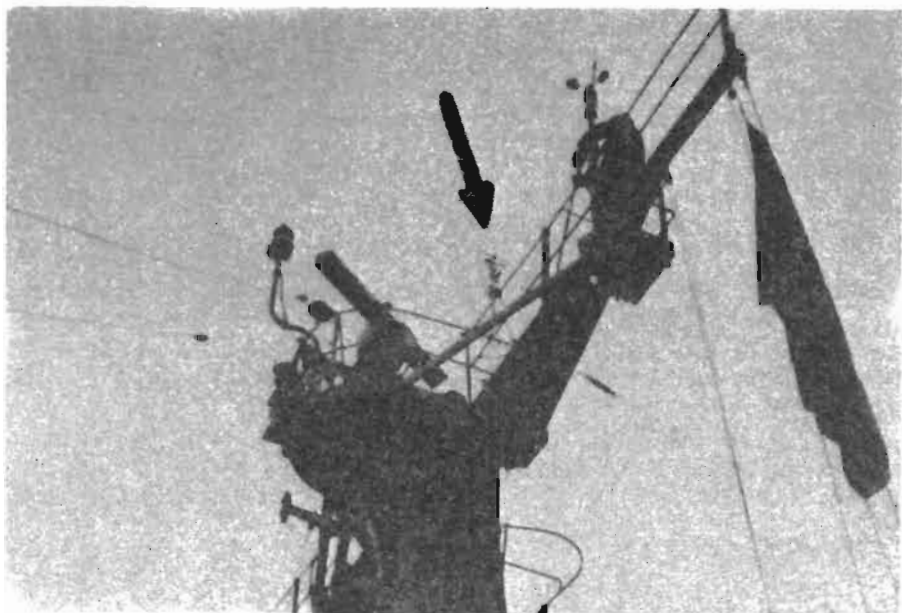


Fig. 14 a – Ship aerial installation

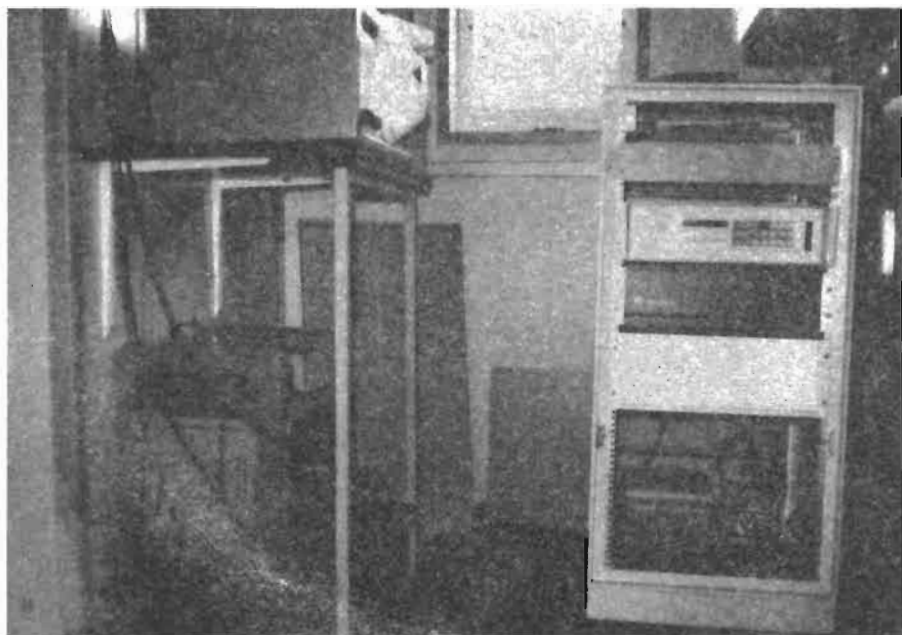


Fig. 14 b – View inside cabin

The configuration of the DCP was as follows :

- Code Name : GB/MARITIME
- Type : International DCP
- Configuration : Basic self timed DCP, high power transmitter, broad beam aerial
- Input : Single input serial data
- Data Collection Intervals : not applicable (data collected and stored externally, 60 minute intervals)
- Data Transmission Interval : 6 hours
- Data Format : WMO SHIP Code, GTS compatible

It crossed the Atlantic Ocean to Bermuda, then through the Panama Canal and on to Peru, from which location it retraced its route back to England, arriving on 24th May. The route is shown in Fig. 15.

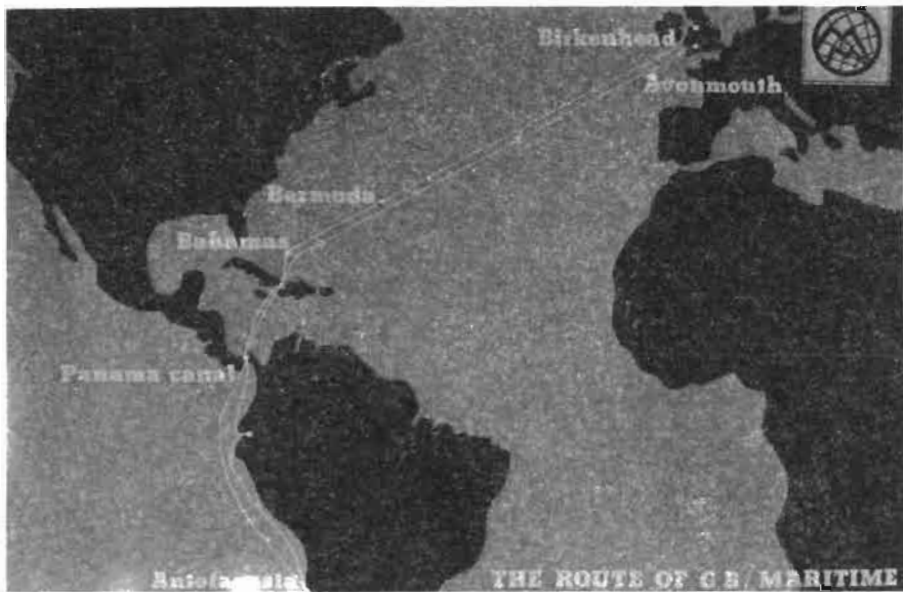


Fig. 15 Ship's route

For most of the journey the ship was in view of Meteosat and data was returned to the Met. Office from the ESA receiving station in West Germany. For the remainder of the journey the ship was in the view of only East GOES, and data was returned from its control receiving station to the Met. Office over GTS.

The Met. Office and ourselves are evaluating system performance while the ship was in view of Meteosat. At present we are trying to estimate the location of the ship at the DCP transmission times by manual analysis of the ship's log. Our first rough estimates are that we achieved 100% data capture inside the recommended Meteosat operating area, that we achieved 50% data capture in the fringe area where operation is not recommended, and that intermittent data capture was achieved even further out, the furthest transmission being $1\frac{1}{2}^{\circ}$ S, 80° W, which is very surprising since the satellite could hardly view the ship at that location.

A typical format of data received by the Met. Office is shown in Figure 16.

```
DCP:GE/MARITIME      (ECH-ADDR.=11302772)
DATA RECEIVED SINCE LAST PRINT REQUEST AT:      YEAR:79 DAY:116 TIME:06.05.43
1. MESSAGE OF DCP:GE/MARITIME      (ECH-ADDR.=11302772)
      RECEIVED ON CHANNEL: 15 A1
      YEAR:79 DAY:116 TIME:06.17.01

DCP DATA C-17 FOOT ADDRESS:RECEIVED-CIRCUIT FIRST DATA BIT BY BYTE (OCTET).
5163 0363 0463 0113 0200 049D 9D84 F4F4 0483 5163 04F4 049C
600D 3C8C 04F4 CDDC 0L9D 04F4 F4F4 F4F4 048C AD8C 3C8C 04F4
F4F4 F4F4 049D 0D4C 3C6D 0101 0101 0101 049D CC8C 9D4C 0406
847B EADE EF7F 5701 0511 9273 1A0E 800D 0D04 4A13 040D 9D04
.... .... .... ETC. .... .... ....
.... .... ....ETC. ....
```

Fig. 16 – Data format

7. ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank the Meteorological Office and the WaterData Unit for their cooperation in preparing this paper.



DOCUMENT 4.3.

**POSITION OF SATELLITE TRANSMISSION
OF ENVIRONMENTAL DATA IN THE DESIGN
OF OPERATIONAL DATA COLLECTION
NETWORKS AS SEEN BY PLESSEY RADAR LIMITED**

William Angus GRINSTED

*Meteorological Consultant
PLESSEY RADAR LIMITED
Surrey, UNITED KINGDOM*



F. 3306

01. Plessey Radar has now had experience in the design and installation of data collection systems covering a large variety of disciplines and particularly for hydrological and meteorological purposes. The development of efficient and reliable sensors which can be left unattended for long periods has led to the possibility of positioning measuring stations in remote areas, the principal restraint now being the network telecommunication system. This is particularly the case in developing countries where there may be no basic system of country-wide ground communications into which the remote data can be fed by relatively short feeder lines. Even in the more advanced countries overloading of the basic telecommunications system can result in unacceptable delays in the transmission of data to the point of use.

02. The rapid advance in recent years in the use of scientific satellites for the transmission of data has given hope of overcoming this problem, but as yet no system is available for regular transmission of data from data collection platforms (DCP's) to national centres with the minimum delay required. The meteorological geostationary satellite METEOSAT can collect data from DCP's within its coverage and relay them to the Data Acquisition Telecommand and Tracking Station (D.A.T.T.S.) at Darmstadt, but from there no inexpensive, quick and reliable method exists for passing the data to the users, other than on the appropriate G.T.S. scheduled bulletin of the DCP is a synoptic station. The other meteorological geostationary satellites have similar systems.

03. An interesting proposal has recently been discussed with the European Space Agency on behalf of the General Directorate of Meteorology of the Kingdom of Saudi Arabia whereby one complete channel of the METEOSAT DCP relay facility would be allocated solely for the transmission of reports from the DCP's in Saudi Arabia. In addition to such reports being received by the D.A.T.T.S. at Darmstadt, the Saudi Arabian National Meteorological Centre will install a P.D.U.S. type ground station capable of receiving reports as they are transmitted from METEOSAT to Darmstadt. Reports from its own DCP's would by this means be immediately available to Saudi Arabia, as well as to Darmstadt and the G.T.S. Such a system has considerable attraction where the number of stations and the frequency of reporting justifies it. It also suggests the possibility of regional systems where the rapid distribution or broadcast of DCP reports from a regional receiving centre was feasible.

04. Using the Argos system on a TIROS meteorological orbiting satellite, messages can be passed by a DCP and received by the user's ground station during the limited number of TIROS passes each day while the satellite is in view of both DCP and ground station. The frequency of such passes varies according to the latitude of the stations concerned, from six at the equator to twenty-eight at latitudes above 75° N or S. This is, therefore, a very suitable method of transmission where the frequency of reports is sufficient but «alert» messages are not required.



DOCUMENT 4.4.

**ANALYSE ET PERFORMANCES
D'UNE STATION AUTONOME DE RÉCEPTION ARGOS**

Alain MONIER

*Ingénieur
Compagnie pour l'Électronique, l'Informatique et les Systèmes
Blagnac, FRANCE*



F 3307

1. INTRODUCTION

Le but de cet exposé est de présenter un moyen de réception direct et autonome des données collectées par le système ARGOS, données qui sont normalement fournies par l'intermédiaire du Service ARGOS situé à Toulouse.

Pour se mettre à la portée d'un utilisateur, nous avons limité au maximum les informations théoriques détaillées, lesquelles peuvent être obtenues, si nécessaire, auprès du CNES ou de la Société CEIS, constructeur de cette station de réception.

2. RAPPELS SUR LE PROGRAMME ARGOS

Il ne paraît pas nécessaire de rappeler toutes les caractéristiques du programme ARGOS ; nous ne le ferons que pour les principales d'entre elles.

2.1. But du programme

Le but du programme ARGOS est la collecte et la localisation de données par satellite.

2.2. Moyens

Les moyens de ce programme sont :

- 2 satellites à défilement sur orbite polaire héliosynchrone
- 3 stations de réception
- le service ARGOS à Toulouse qui assure la dissémination des résultats.

2.3. L'émission VHF

Une des particularités des satellites TIROS qui portent l'expérience ARGOS est de posséder un émetteur VHF (136 ou 137 MHz).

Cet émetteur retransmet dès leur réception toutes les informations en provenance de balises émettrices ; il se comporte du point de vue de l'utilisateur comme un réémetteur et travaille en temps réel (dans la configuration normale ou habituelle, les informations issues des balises sont stockées sur l'enregistreur de bord avant d'être transmises à l'une des trois stations sol).

3. OBJECTIFS D'UNE STATION AUTONOME DE RÉCEPTION EN DIRECT

Les caractéristiques de transmission VHF décrites précédemment ont conduit à envisager les possibilités de réception en direct des messages ARGOS, et à la réalisation de stations de réception en direct.

3.1. Intérêt

L'intérêt d'une telle station de réception en direct réside dans le fait qu'elle fonctionne en temps réel, c'est-à-dire que les informations issues de chaque plateforme émettrice sont retransmises au sol et reçues par la station pratiquement en même temps qu'elles sont émises.

3.2. Limitation

Il existe cependant une limitation pour cette station ; elle réside dans sa zone de couverture ; cette station en effet ne peut recevoir, du fait des caractéristiques de l'émission, des informations balises que lorsque le satellite TIROS N est en visibilité à la fois de la balise et de la station de réception.

De ce fait, on est amené à définir une notion de zone de visibilité qui peut être grossièrement assimilée à un cercle dont le rayon en première approximation peut être évalué à 3 000 km.

Ainsi fixées, ces caractéristiques permettent de définir les objectifs de la station de réception.

- **Réception de balises situées dans la zone de couverture** : de par ses caractéristiques, cette zone de couverture dépasse les limites d'un état ou d'une zone géographique.
- **Autonomie complète** : cette autonomie est renforcée par le fonctionnement automatique de la station.
- **Simplicité** : afin de simplifier les problèmes de maintenance, d'installation et d'utilisation, la station est conçue de manière rustique et fiable.

4. DESCRIPTION DE LA STATION DE RÉCEPTION

Cette station de réception est constituée de deux parties essentielles :

- une antenne
- un pupitre de traitement

4.1. Antenne

Deux sortes d'antennes peuvent être utilisées :

- une antenne orientable commandée en site et azimut à partir d'informations issues du pupitre de traitement. Cette antenne assure une réception optimum par poursuite du satellite lors de son passage
- une antenne fixe essentiellement destinée aux zones où la réception s'effectue dans de bonnes conditions.

4.2. Pupitre de traitement

Le pupitre de traitement assure la réception de l'information VHF et son traitement par microcalculateur. Il est composé de :

- un sous-ensemble de réception et d'acquisition de télémessure,
- un sous-ensemble de traitement des données.

(a) *Sous-ensemble de réception et d'acquisition de télémessure :*

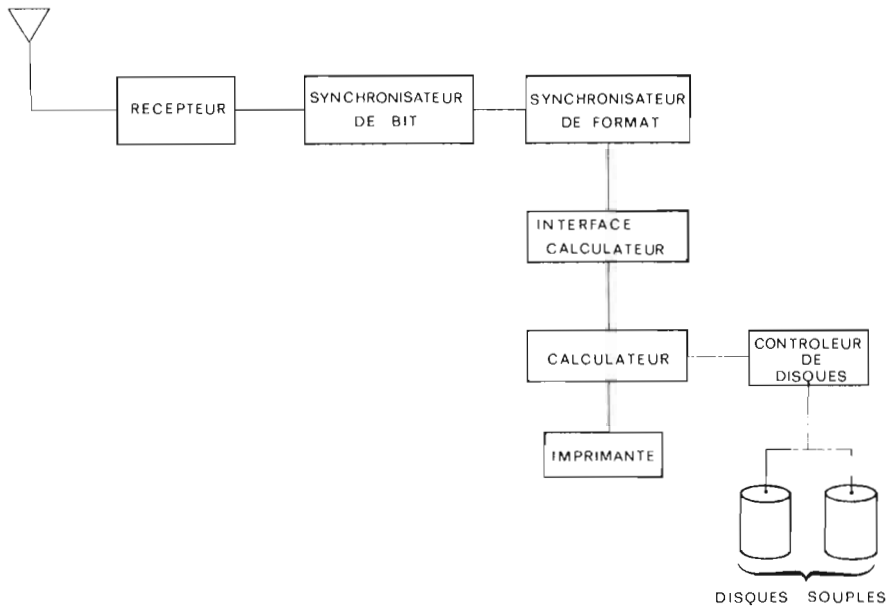
Il comporte un récepteur VHF et un synchronisateur de télémessure.

(b) *Sous-ensemble de traitement :*

Ce sous-ensemble est organisé autour d'un microcalculateur INTEL associé à des unités périphériques classiques :

- Double unité de disque pour le stockage des messages
- Console de visualisation
- Imprimante
- Clavier de commande

et à un tiroir de commande antenne.



4.3. Fonctionnement

La station fonctionne de manière entièrement automatique, les seules opérations qu'il y a lieu d'effectuer sont :

- pour son fonctionnement, la mise à jour des paramètres d'orbite (périodicité 8 jours) qui consiste à rentrer 10 paramètres par l'intermédiaire du clavier.
- pour l'exploitation des résultats, la désignation des balises à traiter et le type de traitement désiré.

Enfin, un certain nombre de traitements particuliers peuvent être réalisés à la demande.

5. PERFORMANCES ACTUELLES

Du point de vue de l'utilisateur, les caractéristiques les plus importantes pour une station de réception sont liées à la qualité des messages reçus et à la zone de couverture.

Les performances d'une station de réception sont bien évidemment liées au site d'installation choisi mais ne doivent pas différer beaucoup de celles d'une station installée à Toulouse, dont nous donnons ci-dessous les principales caractéristiques.

Ces performances sont obtenues avec un seul satellite en orbite.

5.1. Cercle de visibilité

Le cercle de visibilité maximum s'établit à environ 7 000 km, correspondant en fait à un site de 0° et à moins d'une collecte par passage et par jour.

Le cercle de visibilité utile, correspondant à plusieurs messages reçus lors d'un passage et à une collecte au moins par jour, est de 5 000 km environ.

5.2. Qualité des messages reçus

La comparaison systématique des messages reçus par la station pour un site $\geq 10^\circ$ avec les messages reçus par l'intermédiaire du service ARGOS, montre une très bonne identité (plus de 99 % des messages sont identiques).

5.3. Qualité de réception

Une étude détaillée des conditions de réception réalisée par le CNES permet de conclure à une marge de performances suffisamment importante permettant de garantir un bon fonctionnement dans divers sites.

La limite de décrochage du récepteur VHF est de -130dBm ; ses conditions de fonctionnement nominales pour un site moyen (65°) sont comprises entre -90 et 100dBm , ce qui correspond à une marge de garde de 30 à 40dBm .

D'autre part, pour un site 0° lors de la perte de télémessure, le niveau de réception est encore de -110 à -120dBm , ce qui garantit des performances très correctes au niveau du synchronisateur de télémessure.

6. PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT : L'ANTENNE FIXE

Les perspectives de développement de la station ARGOS concernent tout d'abord la mise au point d'une antenne fixe.

L'intérêt d'une telle adaptation réside dans :

- la simplification de la station, dont sont exclues ainsi toutes les parties mobiles,
- la simplification des problèmes d'installation,
- la suppression du rafraîchissement périodique des paramètres d'orbite, ce dernier point confère une autonomie totale à la station.

En contrepartie, la zone de couverture est réduite (site $\geq 20^\circ$) à environ $2\,500\text{ km}$.

Une étude détaillée de Monsieur CALLEDE conclut que l'emploi d'une antenne fixe permet, même à l'équateur, d'avoir une télémessure certaine par jour.

En fait, avec 2 satellites en orbite sur une période de 50 jours, on peut espérer, dans le cas le plus défavorable :

4	collectes de données par jour,	40 jours sur 50
3	"	"
2	"	"
1	"	"

7. CONCLUSION

Une telle station de réception ARGOS de coût peu élevé doit s'adapter parfaitement aux besoins de collectes de données au niveau d'une zone géographique déterminée, d'une part grâce à son fonctionnement en temps réel et, d'autre part par sa bonne adaptation à la gestion d'un parc important de balises.



DOCUMENT 4.5.

PRÉSENTATION DES BALISES ARGOS

Michel PEBERAY

Responsable Commercial Balises Argos
ÉLECTRONIQUE MARCEL DASSAULT
Saint-Cloud, FRANCE



F 3308

RÉSUMÉ

L'Électronique Marcel DASSAULT a développé sous contrat du CNES les principaux éléments du Système ARGOS : les équipements embarqués sur satellites TIROS-N, les stations d'orbitographie et les balises permettant de collecter des informations dans les différents domaines concernant l'environnement.

Ces balises équipent : des bouées, des bateaux, des ballons, qui sont localisés par les satellites, et des stations fixes pour la collecte de donnée seule.

Pour ces différentes utilisations, EMD a livré plus de 200 balises dont le fonctionnement est parfaitement satisfaisant.

1. INTRODUCTION

Depuis 1963, l'Électronique Marcel DASSAULT a participé à la plupart des programmes spatiaux du Centre National d'Études Spatiales - CNES - .

Cette participation s'est concrétisée par l'étude et la réalisation d'équipements spécifiques soit pour les satellites de la série Diamant, soit pour des applications sol.

En particulier, le CNES a confié à l'EMD une participation importante au programme EOLE de localisation et de collecte de données par satellite.

1.1. Programme EOLE

Ce satellite était prévu initialement pour l'étude de la carte des vents dans l'hémisphère sud. Pour ce programme, outre certains équipements pour le satellite, l'EMD a réalisé en cinq mois les 500 répondeurs en électronique friable pour les ballons. Chaque répondeur, affecté d'une adresse, était interrogé par le satellite auquel il transmettait un message permettant son identification, sa localisation et le recueil des données (température, pression, etc.).

Par la suite l'EMD a réalisé une cinquantaine de répondeurs EOLE adaptés pour des expériences complémentaires :

- mesures océanographiques (courants marins, dérive d'icebergs),
- transmission de messages à partir de navires,
- expérience de géodésie.

Ce programme auquel ont participé de nombreux pays a été un succès complet.

1.2. Programme ARGOS

L'expérience acquise au cours du programme EOLE a permis à l'EMD d'être choisi par le CNES pour étudier et réaliser les principaux éléments du système de localisation et de collecte de données ARGOS.

L'originalité de ce programme réside dans le système d'accès aléatoire. Les balises ne sont que de simples émetteurs qui transmettent leurs données indépendamment de toute interrogation du satellite et de toute synchronisation.

Pour ce programme, EMD a réalisé :

- les ensembles de réception et de traitement qui équiperont les huit satellites TIROS-N,
- les stations d'orbitographie qui forment le maillage de référence du système ARGOS,
- et enfin, les balises opérationnelles pour les différents domaines d'utilisation prévus par le système :
 - . maritime
 - . terrestre
 - . aérien.

Ces balises sont conçues pour assurer la collecte de données sur l'environnement et éventuellement pour permettre leur localisation.

Pour tenir compte de la durée du programme opérationnel (au moins jusqu'en 1985) et permettre, en conséquence, aux utilisateurs de prévoir une ou plusieurs expériences de longue durée au cours de ce programme, la fiabilité de l'électronique a été particulièrement étudiée. Notamment, l'électronique est réalisée en composants de classe militaire.

2. PRÉSENTATION DES BALISES ARGOS

L'équipement minimum nécessaire pour utiliser le système ARGOS se compose de l'ensemble électronique, de son interconnexion et de l'antenne.

Cet équipement minimal, adaptable à tous les domaines d'utilisation, est prévu pour les utilisateurs qui disposent d'une alimentation en tension continue non régulée et d'un support permettant l'intégration de l'électronique avec ses propres équipements.

Des éléments supplémentaires peuvent être fournis de façon à assurer éventuellement l'entière autonomie de la balise :

- boîtier pour installation au sol, sur bouée ou sur navire
- alimentation secteur.

Ou pour permettre des utilisations particulières :

- sous-ensemble piloté par microprocesseur à faible consommation, permettant le prélèvement des données capteurs à heures fixes et leur mise en mémoire entre deux prélèvements
- sous-ensemble «minuterie» permettant de commander périodiquement la mise en marche et l'arrêt de la balise.

3. DESCRIPTION DES DIFFÉRENTES VERSIONS D'UTILISATION

Suivant les caractéristiques de l'oscillateur choisi, chaque balise peut assurer la localisation et la collecte de données ou seulement la collecte de données.

3.1. Balise pour bouée

Cette balise comprend :

- une électronique
- un boîtier contenant l'électronique
- une antenne (séparée du boîtier).

3.2. Balise pour navire ou station sol

Cette balise comprend :

- une électronique
- une alimentation par secteur ou batterie
- un coffret contenant l'électronique et éventuellement l'alimentation secteur
- une antenne (séparée du boîtier).

3.3. Balise pour ballon

Une version de l'électronique ARGOS a été développée pour fonctionner dans la gamme de température de -70°C à $+60^{\circ}\text{C}$.

4. DESCRIPTION DE L'ÉLECTRONIQUE

L'électronique des balises est conçue pour fonctionner dans les conditions d'environnement les plus sévères. Elle est constituée par :

- le sous-ensemble UHF avec son oscillateur ultra-stable,

- le sous-ensemble de traitement des données capteurs (SETDS) et le sous-ensemble alimentation-minuterie,
- l'interconnexion.

Dans ce système, les balises ne sont pas interrogées par les satellites. Elles émettent régulièrement à une cadence suffisante pour être reçues plusieurs fois par le satellite à chaque passage de ce dernier (cf. Tableau des caractéristiques techniques).

5. DESCRIPTION DE L'ENSEMBLE ELECTRONIQUE

5.1. Le sous-ensemble UHF

Le sous-ensemble UHF assure la génération du signal radio fréquence à 401,650 MHz, modulé en phase par le message PCM généré par le «Sous-ensemble de Traitement des Signaux» (SETDS).

L'émission régulière de ce signal est déclenchée par un ordre provenant de la minuterie. La cadence de cette émission peut varier de 40 s à 200 s par pas de 10 s, et sa durée de 360 à 920 ms suivant la longueur du message capteur qui peut comprendre de 32 à 256 bits.

La fréquence porteuse est élaborée par multiplication de la fréquence du signal délivré par l'oscillateur ultra stable. Les stabilités de fréquence à court et moyen terme de cette porteuse, sur laquelle le satellite effectue les mesures de fréquence Doppler, déterminent les performances de localisation du système.

Le sous-ensemble UHF se compose essentiellement des circuits de multiplication en fréquence, de modulation et d'émission à 401,650 MHz.

5.2. L'oscillateur ultra stable OUS

L'oscillateur ultra stable délivre le signal de référence utilisé pour l'élaboration de la porteuse radiofréquence et des rythmes digitaux nécessaires au fonctionnement du SETDS.

Deux types d'OUS sont qualifiés :

- un OUS localisable de faible consommation (4 mA), gamme de température -5°C à $+35^{\circ}\text{C}$ - Gradient à $0,5^{\circ}\text{C}$ par 20 mn
- un OUS localisable également de faible consommation (4 mA), gamme de température -40°C à $+60^{\circ}\text{C}$ - Gradient à $0,1^{\circ}\text{C}$ par 20 mn.

5.3. Le sous-ensemble alimentation - minuterie

A partir de la tension continue non régulée, plage de variation de tension admissible 16 à 35 V, le sous-ensemble alimentation élabore les différentes tensions continues régulées, et cadencées au rythme de l'émission, nécessaire au fonctionnement de l'ensemble électronique.

Le sous-ensemble alimentation est équipé d'un circuit de protection contre les émissions permanentes, qui agit dès que la durée de l'émission est égale à 2 secondes, ainsi que d'un dispositif qui stoppe l'émission si la tension d'alimentation est trop faible (seuil à 13 volts environ).

La minuterie contrôle la cadence des émissions, dont la périodicité s'étend de 40 à 200 s par pas de 10 s, programmable par cavaliers.

Consommation de l'électronique :

- en dehors de l'émission 0,5 mA
- pendant l'émission IEE = 0,7 A

TABLEAU DES CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Emission

- fréquence émission	= 401.65 MHz $\pm$ 3.10 ⁻⁶
- stabilité à long terme	= $\pm$ 5.10 ⁻⁶ /an
- puissance délivrée au pied de l'antenne	= 3 W ^{+ 0,5} - 1,5 dB
- stabilité de puissance durant une émission	= meilleur que 0,5 dB
- temps d'établissement en puissance (10 à 90 %)	= $\leq$ 1 ms
- modulation : - type	= biphase avec filtrage de prémodulation
- indice	= 1,1 $\pm$ 0,1 rad

Oscillateur ultra-stable

Spécifications de stabilité :

- long terme sur 2 h	= $\Delta f/f \leq 10^{-6}$
- moyen terme sur 20 mn	= $\Delta f/f \leq 10^{-8}$
- court terme sur 100 ms	= (variance d'Allan) $\Delta f/f \leq 10^{-6}$
- fréquence de calage	= $\pm 3.10^{-6}$
- dérive due au vieillissement	= $\pm 5.10^{-6}$ par an

Accès capteurs

- codage des données	= mot de 8 bits
- rythme digital	= 400 bits/s
- signaux de servitude envoyés aux capteurs :	
- créneau émission (commun à tous les capteurs)	
- horloge 800 Hz de transfert (commune à tous les capteurs)	
- créneau de transfert (commun à tous les capteurs)	
- créneaux interrogation (1 par capteur).	

Caractéristiques mécaniques et climatiques (Version standard)

- température de fonctionnement	= - 55° C à + 60° C (hors OUS)
- température de stockage	= - 55° C à + 70° C
- humidité relative	= 95 % à + 55° C
- vibrations	= gamme de 1 à 25 Hz amplitude crête-crête
- choc	= 11 ms 50 g

A titre d'exemple, les caractéristiques de consommation moyenne sont les suivantes :

- pour une balise non localisable équipée de 4 capteurs : 2 mA
- pour une balise localisable équipée de 4 capteurs : 5,1 mA

5.4. Le sous-ensemble de traitement des signaux - SETDS -

Le SETDS a pour fonction d'assurer les tâches concernant :

- l'organisation de la séquence d'émission
- l'élaboration du message PCM transmis à 400 bits/s en biphase au modulateur
- l'organisation du transfert des informations des capteurs
- le transcodage en un message binaire série, à partir des informations délivrées par les circuits électroniques propres aux capteurs.

6. NATURE DES MESSAGES ÉMIS

6.1. Nombre de capteurs :

1 à 8 en version standard. En option : extension à 24 capteurs par adjonction d'une carte.

6.2. Signaux capteurs (binaires uniquement) :

- soit par mot de 8 bits par entrée capteur,
- soit par message série de 1 à 256 bits sur une seule entrée capteur.

6.3. Messages standards

Les messages standards se composent de mots de 8 bits avec un maximum de 32 mots de 8 bits. La longueur du message capteur émis est programmable par groupe de 4 capteurs ou de 32 bits.

Il est parfois utile de coder les informations en provenance de certains capteurs sur plus de 8 bits. Dans ce cas, il est nécessaire, pour traiter les informations au sol, que chaque groupe de 32 bits comprenne un nombre entier de mots ou de messages en provenance des capteurs.

7. UTILISATION DU SYSTEME ARGOS

La mise en service du système ARGOS, à peine deux jours après le lancement du satellite s'est déroulée de façon parfaite.

Les équipements embarqués, le réseau des stations d'orbitographie et les balises de probation, tous de fabrication EMD, ont parfaitement fonctionné dès la mise en service du satellite avec des performances, surtout en localisation, meilleures que prévues.

Actuellement, à peu près 300 balises ont été fabriquées par EMD. Elles sont affectées à différents programmes et en particulier :

- elles équipent les bouées SAFARE - CROUZET de la Météorologie Nationale Française qui participent à la PEMG et les bouées du Centre National d'Exploitation des Océans pour des expériences d'océanologie,

- elles équipent les ballons du Laboratoire de Météorologie Dynamique pour l'expérience BALSAMINE dans le cadre de MONEX,
- placées sur des icebergs autour du Pôle Sud, elles permettent d'étudier leur dérive,
- elles équiperont prochainement des stations de collecte de données hydrologiques. Une station fonctionne déjà en Afrique,
- des expériences ont lieu actuellement pour mesurer les hauteurs de la neige en montagne, en sismologie pour déterminer les épicentres de séisme, en météorologie pour la collecte des données au sol ou en mer.
- enfin, à titre d'expérience, elles équiperont les voiliers de la prochaine Transat française.

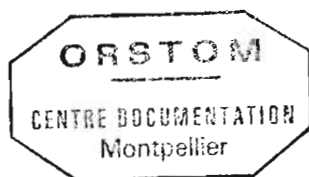


DOCUMENT 4.6.

**NEED FOR DEVELOPING
AND STANDARDIZING AUTOMATIC SENSORS**

Gyorgy KOVÁCS

*Head of Department of Water Resources Development
National Water Authority
Budapest, HUNGARY*



F 3309

01. When surveying the role of satellites in data collection, the planning report of WMO (*) makes clear distinction between two different types of the application of satellites :

- applying space methods to obtain a wide variety of information concerning the state of the atmosphere and the Earth's surface
- using the satellite to transmit data observed in situ to decision points rapidly from remote areas.

02. The effective utilization of observations by means of instruments installed in satellites is indisputable in hydrology. Not only the improvement of forecasting critical weather conditions (on the basis of satellite-data concerning the conditions of both the atmosphere and the surface of oceans) assist the operation of water management systems and the timely warning in connection with the development of extreme hydrological events, but there are also some hydrological parameters being observable by instruments installed in satellites (e.g. snow line, snow cover, ice cover, surface temperature, albedo, extension of inundation, soil type and cultivation, moisture content near the surface).

03. Analysing the list of the various hydrological parameters, their required accuracy and the possibility of the application of satellite technic (which is given in Table iii of Annex ii in the WMO report referred to already), it can be stated, that most of the important hydrological data should be observed in the field, and satellites can be used only to collect and disseminate them. Before investigating the problems of data-transmission via satellites, an important distinction should be made between the various hydrological data :

- the first group is composed of parameters being directly and continuously observable ; and
- the characteristics calculated from other directly observed data (e.g. flow rate from recorded water level) or determined by analysing samples taken from the water are belonging to the second group.

04. It is necessary to emphasize, that reasonable automation and telemetering can be solved only to collect hydrological data of the first type. Although there are water-quality monitoring systems in which the sampling and analysis is also automatized and the results are transmitted in the form of electrical signals, but the slow process of the analysis (e.g. in the case of KOD) sometimes hinders the achievement of the original purpose : i.e. to get immediate information on the condition of the hydrological system. There is also a general attempt in the development of the networks of hydrological observations to deduce all the parameters required in the practice from directly measurable parameters and to characterize the whole water regime by using the continuous records of observations and the models which provide the necessary characteristics as the functions of the recorded data (the best example of this method is the rating curve to determine flow rate, but a project is executed now in Hungary, the purpose of which is to prepare similar models for the characterization of chemical transport on the basis of data recorded continuously and to use

(*) JOHNSON D.S. and VETLOV J.P. : The Role of Satellites in WMO Programmes in the 1980s. WWW Planning Report No. 36. Geneva, WMO-No. 494.

sampling only for checking the validity of the models). The final consequence of this explanation is to concentrate the efforts of satellite teletransmission of directly and continuously observable hydrological data.

05. Central Europe is densely populated. The extension of the countries situated here is generally small. Remote areas can hardly be found. The telemetering problems in the national networks can be solved, therefore, by using the conventional methods (by constructing transmission lines or wireless connections between the sensors and the data collecting centres). Our interest being common with the establishment of satellite teletrans is generally small. Remote areas can hardly be found. The telemetering problems in the national networks can be solved, therefore, by using the conventional methods (by constructing transmission lines or wireless connections between the sensors and the data collecting centres). Our interest being common with the establishment of satellite teletransmission lies in the development and standardization of automatic sensors.

06. According to our investigations, the automatically and continuously measurable parameters - the observation of which can be directly transformed into electrical signals suitable for telemetering - are as follows :

- water level data (gauging data of rivers, lakes and reservoirs ; position of the water table or piezometric level of groundwaters ; observation of evaporation pans ; some types of rain gauges ; pressure values when they are indicated by equivalent water column e.g. in the case of snow pillows, etc.) ;
- pressure data observed directly (either by recording the position of manometers or using devices transforming the change in pressure into electrical signals e.g. crystals or strain gauges ; the most frequent fields of the application of such observations is the tensiometers, and the determination of pressures in closed conduits and wells) ;
- temperature data (including the determination of air, water and soil temperature ;
- water quality data (there are some parameters which can be recorded directly and which can be used to calculate other characteristics of chemical and solid transport e.g. electric conductivity which can be related to total salt content dissolved in the water, transparency being proportional to the suspended load ; pH, etc.) ;
- moisture content of soils (among the various devices the neutron probe is the most suitable method to measure moisture content but its automation is difficult ; applying the method based on electric resistivity, the automation can be solved easily but its reliability is not sufficient ; a newly developed method measuring dielectric constant is suitable for telemetering and its accuracy seems to be acceptable at the same time).

07. One of the greatest assistance would be for the hydrological practice in connection with the development of automated observation and telemetering (either via satellites or by using conventional connections) to collect and evaluate all the various sensors constructed for the continuous recording of the parameters listed, to check their accuracy and reliability and finally to prepare recommendations concerning the standardization of these devices.



DOCUMENT 4.7.

**INSTRUMENTATIONS OCÉANOGRAPHIQUES
MÉTÉOROLOGIQUES ET HYDROLOGIQUES
DÉVELOPPÉES PAR LA SOCIÉTÉ SAFARE-CROUZET**

Jean-Jacques PESANDO

*Ingénieur
Chef des Projets Océanographiques
Société SAFARE-CROUZET
Nice, FRANCE*



F 3310

SUMMARY

*This paper presents activities and purpose of SAFARE-CROUZET Company in oceanology, meteorology and hydrology applications.
Equipments realized for ARGOS system will be also presented.*

RÉSUMÉ

*Cet exposé présente l'activité et les objectifs de la Société SAFARE-CROUZET dans les domaines de l'océanologie, de la météorologie et de l'hydrologie.
Les réalisations effectuées dans le cadre du Système ARGOS seront également présentées.*

1. INTRODUCTION

En prolongement des acquis technologiques de la Société SAFARE-CROUZET dans le domaine naval, civil et militaire, une ligne d'activités océanographiques fut développée il y a quelques années.

Ainsi, divers équipements océano-météorologiques ont été industrialisés et mis en service par des utilisateurs de différents pays. Le matériel existant ou en cours de développement trouvera également son application en hydrologie.

2. ACTIVITÉS OcéANO-MÉTÉOROLOGIQUES

La nécessité d'une meilleure connaissance de l'environnement marin provoque la demande de matériels de plus en plus performants que nous pouvons classer en trois catégories :

- les éléments capteurs
- les stations de mesure en mer
- les équipements de centralisation des données

2.1. Les éléments capteurs

Face à la demande de nombreux utilisateurs, nous avons dû développer certains capteurs adaptés à l'environnement marin.

Nous citerons, entre autres, les capteurs de température, de mesure de l'énergie lumineuse, de mesure du pH, de l'oxygène dissous, de célérité du son dans l'eau.

Nous étudions actuellement l'industrialisation de courantomètres et de houlomarégraphes à ultrasons ainsi que celle d'un turbidimètre, d'un salinomètre et d'un capteur de pression hydrostatique.

2.2. Les stations de mesure en mer

Ces stations peuvent être soit sous-marines, soit flottantes, soit disposées en bord de mer.

(a) Stations sous-marines

Nous avons ainsi développé une station autonome uniparamètre pouvant être mise en place par un plongeur, destinée en particulier aux laboratoires de biologie et d'écologie marine ; un module d'extension à quatre paramètres est également disponible. Les mesures couramment effectuées sont la température de l'eau, l'éclairement énergétique, le pH et l'oxygène dissous. L'autonomie est d'environ 3 mois à raison d'une mesure par heure.

Nous réalisons également les stations sous-marines de mesure de la qualité de l'eau, essentiellement destinées aux Services de l'Électricité de France. Ces stations peuvent être reliées, par câble ou par radio, à des ensembles d'acquisitions installés à terre.

(b) Stations flottantes ancrées

Pour la télésurveillance en zone côtière, nous avons étudié et industrialisé une bouée du type perche de Froude, particulièrement destinée à être ancrée. Ses applications sont multiples, car elle peut être aussi bien équipée de capteurs océanographiques que météorologiques, ce qui autorise - en plus des paramètres marins - la télésurveillance des conditions

de vent, de température de l'air, pression atmosphérique, etc. En général, ces bouées sont en liaison avec une station installée à terre et elles peuvent faire partie d'un réseau de télémesure étendu sur plusieurs dizaines de kilomètres.

En collaboration avec l'Établissement d'Études et de Recherches Météorologiques, nous développons une bouée côtière destinée à la télésurveillance fine des conditions météorologiques des zones littorales. Ces bouées seront équipées d'émetteurs fonctionnant avec les satellites du projet ARGOS.

(c) Stations dérivantes

Toujours en collaboration avec la Météorologie Nationale, nous avons développé divers types de bouées dérivantes correspondant aux besoins de l'observation météorologique. C'est ainsi que dans une phase préliminaire de la Première Expérience Mondiale du GARP (PEMG), nous avons fabriqué une série de bouées fonctionnant en liaison satellitaire RAMS (Satellite NIMBUS).

Diverses bouées ont ainsi été lâchées en Atlantique et en Méditerranée, les mesures effectuées étaient la température de l'eau à $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ et la pression atmosphérique à ± 1 millibar près.

Quand le satellite TIROS-N a été opérationnel, nos bouées dérivantes équipées d'émetteurs ARGOS fabriqués par la Société Marcel DASSAULT ont été mises en service. Nous avons ainsi déjà fourni environ 50 bouées de ce type et leur fonctionnement est toujours très satisfaisant après plusieurs mois de service dans l'Océan Pacifique et l'Océan Indien. La localisation de ces bouées et les mesures délivrées sont recueillies et distribuées quotidiennement par le Service ARGOS du CNES à Toulouse.

Nous fabriquons également des bouées dérivantes en liaison satellitaire ARGOS ayant une vocation plus océanologique pour le Centre National d'Exploitation des Océans. En effet, ces bouées mesurent la température de l'eau en diverses profondeurs à $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$, et sont équipées d'une ligne d'ancrage dérivante comportant un capteur de tension d'ancrage.

Nous avons également en cours d'étude des bouées en liaison ARGOS équipées, en particulier, d'un système de mesure du bruit de mer et d'un pluviomètre digital.

Nous développons également une balise de localisation d'iceberg, destinée à être déposée sur des icebergs, dont l'autonomie est de 2 ans environ et dont la précision de localisation doit être de l'ordre de ± 500 mètres. Ces balises ont la particularité de résister au choc dû au largage d'une hauteur de plusieurs mètres et de pouvoir flotter au cas où elles tombent à l'eau.

Sur la demande des Services de la Météorologie Nationale, nous avons équipé divers petits bateaux à voile du type catamaran ou monocoque de 3 mètres de longueur environ. Ces «Navisondes» comportent donc une électronique semblable à celle des bouées dérivantes avec, en plus, un anémomètre, mais elles présentent l'avantage de pouvoir se déplacer plus rapidement sous l'effet du vent, la vitesse moyenne ayant été de 2 à 5 nœuds pour celles qui ont traversé l'Atlantique Nord.

2.3. Les équipements de centralisation des données

Pour les diverses applications de télémesures, entre stations en mer et équipements à terre, d'exploitation des résultats, nous pouvons proposer différents systèmes de centralisation des données.

Les applications sont multiples dans des domaines tels que :

- l'océanologie,
- la météorologie,
- le contrôle de pollutions,
- l'exploitation pétrolière en mer,
- la gestion du trafic portuaire.

De nombreux projets sont en cours d'étude actuellement dans ces domaines-là.

3. ACTIVITES HYDROLOGIQUES

3.1. Les capteurs

A partir de divers matériels que nous avons été appelés à développer pour des applications marines, nous sommes en mesure de répondre à un certain nombre de problèmes hydrologiques.

En effet, nous pouvons, d'ores et déjà, proposer un certain nombre de capteurs mesurant les propriétés physiques et chimiques de l'eau et nous pouvons en développer de nouveaux si la demande le justifie.

Notre expérience dans le domaine de l'acquisition et de la transmission des données nous permet de proposer des solutions éprouvées dans un environnement sévère.

Nous étudions actuellement des stations de haute montagne de télémesure de l'état de la neige fonctionnant dans le programme ARGOS. Les mesures effectuées portent sur la température de la neige à diverses profondeurs, la hauteur de neige, la vitesse du vent et la température de l'air.

3.2. Les stations intégrées

Nous avons également en cours d'étude des réseaux de télémesure hydrométéorologique destinés à permettre une meilleure connaissance du bilan hydrologique des différents cours d'eau d'un pays.

Associée à des mesures météorologiques, la télésurveillance de ces divers paramètres conduirait à une prévision plus précise dans leur exploitation.

Trois types de stations sont à envisager :

- les stations de hautes montagnes
- les stations de vallées
- les stations d'embouchures

(a) Stations de hautes montagnes

Les paramètres à mesurer peuvent être les suivants :

- température de l'air
- vitesse et direction du vent
- pression atmosphérique
- hauteur de neige
- densité de neige
- température de la neige

(b) Stations de vallées

Les paramètres à mesurer peuvent être les suivants :

- température de l'air
- vitesse et direction du vent
- pression atmosphérique
- précipitations
- hauteur d'eau
- débit

Elles peuvent comporter, en outre, des capteurs physico-chimiques fournissant des informations sur la qualité de l'eau.

(c) Stations d'embouchures

Elles peuvent être de constitution similaire à celle des vallées mais comporter, en plus, éventuellement des capteurs océanographiques permettant, par exemple, la mesure de la houle, de la marée, de la salinité, des courants marins, etc.

3.3. Collecte des informations

Ces informations peuvent être recueillies, soit par voie satellitaire, soit directement à l'aide de stations de surveillance reliées par radio ou par câbles. La conception de ces stations doit être adaptée au type d'exploitation envisagé.

4. CONCLUSION

Cet exposé a permis de faire état des réalisations effectuées par la Société SAFARE-CROUZET dans les domaines de l'océanographie, de la météorologie et de l'hydrologie.

De plus, compte tenu de ses connaissances en ces domaines spécialisés, elle est prête à répondre à tout problème spécifique pouvant donner lieu au développement d'équipements nouveaux.



DOCUMENT 4.8.

**QUELQUES REMARQUES
CONCERNANT LE MATÉRIEL DE MESURE DE NIVEAU**

Germain DELAGE

*Chef du Service Mesures
ALSTHOM ATLANTIQUE - ÉTS NEYRTEC
Grenoble, FRANCE*



F 3344

LES PRÉOCCUPATIONS DE L'EXPLOITANT

01. Nous disons par ailleurs que le Responsable qui sera amené à gérer des installations de mesure un peu complexes, se doit de faire procéder à la formation de son personnel d'exploitation ; nous disons également qu'il faut que ce personnel ait parfaitement compris le fonctionnement du matériel et en connaisse les détails de réalisation.

Pour mettre toutes les chances de son côté, il va donc de soi que ce futur responsable a intérêt à choisir les matériels les plus simples possibles, facilement assimilables par ceux qui en assureront l'exploitation et l'entretien.

02. Examinons, dans le cadre de cette notion de simplicité, les techniques actuelles en matière de mesure de niveau. Notre point de vue, forgé par une solide expérience industrielle, s'exprime dans les deux propositions suivantes, valables au stade actuel de la technologie :

- (1) malgré les développements fulgurants de l'électronique et les possibilités illimitées qu'elle autorise, nous continuons à penser que, chaque fois que cela est possible, *ce sont les solutions mécaniques* qui doivent être retenues en priorité ; celles-ci ne mettent en jeu que des phénomènes simples et elles permettent à l'Agent d'entretien de comprendre aisément le fonctionnement de son appareil ;
- (2) mais il faut se méfier de la simplicité apparente, et l'expérience prouve que le matériel le plus simple n'est pas forcément celui dont l'exploitation sera la plus aisée.

POURQUOI LA MESURE DE PRESSION EST-ELLE EN DÉFINITIVE PLUS SIMPLE QUE LA MESURE DIRECTE DU NIVEAU ?

03. Pour la mesure des niveaux de rivières, la technique de mesure de pression se substitue de plus en plus, depuis quelques années, à l'utilisation des classiques dispositifs à flotteur.

Les avantages et inconvénients respectifs des deux procédés ont été souvent évoqués et nous pensons qu'il n'est plus d'actualité de reprendre en détail cette question.

04. Pour le lecteur peu averti, rappelons que si le limnimètre à flotteur est un appareil simple (plus simple qu'un dispositif de mesure de pression), c'est le puits de flotteur qui, lui, amène des difficultés d'exploitation et, en pratique, à part certains cas de rivières de plaine et dont les variations de niveau sont faibles, la construction et l'entretien d'un puits soulèvent de nombreuses difficultés.

- (1) D'abord, un puits est en général cher à construire.

Une rivière naturelle n'a pas de berges verticales ; donc il faut :

- ou bien implanter le puits dans le cours d'eau, ce qui nécessite une passerelle d'accès, et par conséquent une installation complexe,
- ou bien forer le puits dans une des berges, ce qui, lorsque celles-ci sont rocheuses, conduit à un prix de réalisation prohibitif.

- (2) Lorsque l'eau de la rivière est boueuse, le puits de mesure se colmate ; il faut donc prévoir un curage périodique.

- (3) Sur les rivières dont les berges sont en pente douce, le puits, quand il est implanté sur la rive, se trouve loin du lit majeur ; la conduite d'alimentation est donc longue et s'obstrue très facilement.
- (4) Il y a ensuite le gel ; certains utilisateurs désirent connaître le niveau de la rivière sous la couche de glace ; or dans les régions où le froid est vif, il faut des puits forés dans le sol pour être à l'abri du gel.
- (5) Il existe encore d'autres causes de mauvais fonctionnement des puits de flotteur et on ne compte pas les installations où il y a un décalage important entre le niveau dans le puits et le niveau dans la rivière, et qui passe inaperçu.
- (6) Il existe enfin une considération d'un ordre tout différent ; il est rarement facile de choisir le site d'une section de mesure, et il arrive souvent que le choix qui a été fait s'avère mauvais à l'usage. Si on a investi dans la construction d'un puits de flotteur, on hésite à construire un autre puits quelques centaines de mètres plus loin, et l'on est condamné à exploiter des résultats que l'on sait être entachés d'erreur.

05. C'est pourquoi un autre procédé de mesure de niveau a été appliqué à l'hydrologie ; on ramène la mesure de niveau à une mesure de pression, elle-même obtenue en injectant un petit débit de gaz dans un tube plongeant dans le cours d'eau. Utilisée depuis fort longtemps dans l'industrie, cette technique n'a pénétré le domaine de l'hydrologie que depuis trente ans à peu près.

06. Mais entre la théorie et la pratique il y a la technologie et il a fallu un certain nombre d'années pour arriver à des appareillages de bonnes performances. Notre Société, qui a toujours cru dans la valeur de la technique de la mesure de pression, et ceci bien avant les autres fabricants européens - puisque depuis trente ans nous ne proposons aux utilisateurs que des matériels de ce type - a franchi toutes les étapes qui ont conduit aux matériels extrêmement performants actuels.

07. Aux premiers enregistreurs à tambour, avec une membrane anéroïde comme élément détecteur, s'est substitué en 1963 le célèbre TELIMNIP, qui réussissait à concilier deux qualités jusqu'ici contradictoires :

- avoir la sensibilité d'un dispositif à flotteur,
- être d'une très grande simplicité.

08. Puis la demande a évolué, en ce sens que les hydrologues ont voulu avoir, en mesure de pression, les mêmes possibilités qu'avec un flotteur : avoir un enregistreur équipé d'une vis à retournement, pouvoir adapter un détecteur électrique pour une transmission à distance.

La belle simplicité d'un TELIMNIP n'étant plus conciliable avec ces besoins, il a fallu créer des nouveaux matériels, dérivés de ce premier appareil, mais équipés d'un servo-moteur suffisamment puissant pour entraîner ces dispositifs. C'est grâce à l'évolution rapide de la technologie des composants électriques que de tels matériels ont pu être créés et sont opérationnels depuis maintenant plusieurs années.

QUALITÉS ESSENTIELLES D'UN CAPTEUR DE NIVEAU DESTINÉ À ÊTRE CONNECTÉ A UN SYSTÈME DE TÉLÉTRANSMISSION

09. Nous ne voulons pas décrire ici les matériels existants pour lesquels le lecteur se reportera aux notices spécialisées. Nous voulons simplement attirer l'attention de l'acheteur sur trois points :

- (1) **La sensibilité et la fidélité.** L'utilisateur demande une précision de mesure de 1 cm de hauteur d'eau. L'organe détecteur de pression doit donc avoir une sensibilité et une fidélité meilleure que 1 mb pour une étendue de mesure qui est, en général, de 500 mb (~ 5 m de hauteur d'eau) et quelquefois de 1 000 mb (~ 10 mètres).

Pour de telles performances, nous considérons que le manomètre à mercure, celui qui permet au TELIMNIP d'avoir les caractéristiques qui sont les siennes, est actuellement encore le système le plus simple dont les possibilités sont compatibles avec les besoins des utilisateurs. La sensibilité et la fidélité ne peuvent pas être meilleures, compte tenu du principe physique élémentaire mis en jeu ; quant à l'influence de la température, qui est en général mise en avant dès lors que du mercure est utilisé, elle est ramenée à des valeurs tout à fait acceptables grâce à :

- une compensation de la dilatation du mercure par celle du manomètre ;
- un étalonnage sélectif qui tient compte de la gamme des températures normales du lieu d'utilisation.

- (2) **La possibilité de placer l'appareil près des appareillages de télétransmission.** L'avantage d'un regroupement des matériels de mesure et de télétransmission est évident ; or, c'est encore avec le système de mesure de pression que l'on le réalise, en général, le plus facilement, puisque la mesure peut être transmise quelques dizaines ou centaines de mètres plus loin.

- (3) **Pour la maintenance des appareils, avoir tous les circuits à portée de la main.** Une défaillance d'un composant électrique ou électronique étant toujours possible, il faut pouvoir accéder à toutes les parties de l'installation. C'est pourquoi nous considérons que, actuellement et pour de nombreuses années encore, l'utilisation de l'injection de gaz comme intermédiaire dans la mesure de pression est préférable à l'emploi de manomètres immergés. Bien que cette dernière solution soit très satisfaisante intellectuellement, puisqu'elle supprime une fonction (la transformation de la pression d'eau en une pression d'air), elle conduit à placer l'organe le plus compliqué et le plus cher dans un emplacement inaccessible ou d'accès difficile.



DOCUMENT 4.9.

**QUELQUES REMARQUES D'UN CONSTRUCTEUR
CONCERNANT LA FORMATION
DU PERSONNEL D'EXPLOITATION**

Germain DELAGE

*Chef du Service Mesures
ALSTHOM ATLANTIQUE-ÉTS NEYRTEC
Grenoble, FRANCE*



F 3312

01. Nous savons gré aux organisateurs de ce séminaire d'avoir dépassé le stade scientifique auquel se limitent en général les manifestations semblables à celles-ci et d'avoir pensé que tout besoin d'utilisateur, dès qu'il a une certaine ampleur, débouche sur un processus industriel et donc, d'avoir prévu la participation des constructeurs.

02. Mais le rôle du constructeur n'est pas uniquement d'informer l'utilisateur des possibilités des systèmes qu'il construit : à la différence de ce dernier qui ne connaît en général que sa propre expérience, le fabricant a vécu les réussites ou les échecs d'un grand nombre de clients, pouvant ainsi faire une synthèse, il sait dans quelle direction il faut infléchir les productions en cours, en ce qui concerne les produits, et donner des conseils valables, en ce qui concerne l'exploitation.

03. En tant que constructeur, nous avons noté avec satisfaction deux points, à notre avis essentiels, exprimés dans le programme des travaux :

- la simplification du matériel,
- la formation du personnel.

Nous parlerons de la notion de simplicité dans un autre document ; ici nous ferons quelques remarques sur le deuxième sujet qui soulève de très grandes difficultés d'application.

04. Quelle que soit la qualité du matériel installé, nous affirmons qu'on ne peut en assurer convenablement l'entretien que si :

- on a au préalable compris son fonctionnement
- on connaît les détails de sa réalisation.

Il est illusoire de croire qu'il suffit d'appliquer simplement les instructions d'une notice, pour assurer pendant des années la bonne marche d'une installation un peu complexe.

Combien en a-t-on vu de ces matériels magnifiques, qui n'ont jamais fonctionné, parce que ceux qui en furent chargés n'ont pas su, ou bien l'installer correctement, ou bien le mettre en service, ou bien l'entretenir ! Cette notion même de formation du personnel d'exploitation, qui est acquise depuis longtemps dans l'Industrie, ne l'est pas du tout dans la plupart des Administrations qui s'occupent d'hydrologie, et pourtant c'est certainement le placement le plus rentable que peut faire l'acheteur.

05. La meilleure formation est celle qui se fait dans l'atelier du fabricant, à l'occasion de la réception du matériel avant livraison ; le futur exploitant peut manipuler les appareils, se faire expliquer le fonctionnement, les conditions d'installation et de mise en service, faire préciser les manœuvres de contrôle, apprendre à connaître les anomalies qui peuvent survenir et à y remédier, etc... Tout ceci dans une ambiance confortable et détendue, propice aux échanges entre les Agents du client et ceux du fabricant.

A défaut de formation en atelier, il reste la formation sur le site à l'occasion de la mise en service de l'appareil par le fabricant ; c'est nettement moins bien, car les conditions de travail sont moins bonnes qu'en atelier (manque de temps, d'espace, de confort...) et le résultat est fréquemment décevant.

06. Enfin apprenez à vous méfier des marchés que vous passez pour une fourniture «clés en mains», selon un usage qui a tendance à se répandre actuellement. Dans la bataille des prix, la tendance naturelle est de supprimer tout ce qui n'est pas indispensable à la réalisation du contrat ; et il faut toujours avoir présent à l'esprit que, lorsque le fabricant et/ou l'ingénieur-conseil auront tourné les talons, ils risquent de laisser entre vous et votre installation un «désert intellectuel» qu'il vous sera difficile de traverser, si vous n'avez pas su le prévoir à temps.

07. En conclusion : tout fabricant sérieux souhaite que le client utilise au mieux son matériel, et pour cela il est disposé à mettre les moyens appropriés à la disposition des utilisateurs.

Bien sûr, il ne faut pas oublier que les prix des matériels ne comprennent pas les frais de formation du personnel, lesquels doivent faire l'objet d'un marché à part.

Enfin, nous insisterons sur le fait que c'est dans l'atelier du fabricant que s'effectue la meilleure formation.



DOCUMENT 4.10.

SOURCES D'ÉNERGIE POUR BALISE ARGOS

Alain BIGOT

Division Produits industriels
CIPEL
Levallois-Perret, FRANCE



F 3313

GÉNÉRALITÉS

01. L'alimentation de tout système électronique est toujours un problème difficile à résoudre lorsque les installations sont dispersées dans une région très étendue, d'accès difficile, et éloignée des réseaux de distribution d'électricité.

02. L'alimentation autonome des systèmes de grosse et moyenne puissances (supérieure à 500 watts permanents) est assurée, en général, soit par des groupes électrogènes, soit par des thermogénérateurs, soit par des turbines à gaz.

Toutes ces sources d'énergie demandent un entretien périodique, l'approvisionnement en carburant et une maintenance importante.

03. Une solution séduisante pour l'alimentation d'installations dont la consommation ne dépasse pas une centaine de watts permanents est l'utilisation de piles solaires. En effet, ces générateurs sont complètement statiques, ne nécessitent pratiquement aucun entretien et supportent sans inconvénient des conditions climatiques sévères. Actuellement, ils sont souvent utilisés pour l'alimentation de systèmes exigeant une très grande fiabilité, tels que relais de faisceaux hertziens, réémetteurs de télévision, balises de navigation (aérienne ou maritime), etc.

04. Les études entreprises et l'expérience acquise par CIPEL dans ce domaine depuis plus de 10 ans (plus de 250 stations étudiées par nos soins) lui permettent de proposer, clés en mains ou prêts à être installés, des générateurs solaires complets, adaptés à chaque type d'utilisation.

Nous nous proposons de décrire, ci-après, sommairement, le générateur solaire que nous avons conçu pour la balise «Argos».

CARACTÉRISTIQUES DE LA BALISE ARGOS

05. Les caractéristiques électriques de la balise prises en considération pour le calcul de la station sont les suivantes :

- Tension nominale : 24 volts
- Consommation moyenne : 5 mA permanents (24 h/24) + 750 mA pendant 0,3 seconde toutes les 200 secondes.

DESCRIPTION DU GÉNÉRATEUR SOLAIRE

06. Le générateur comprend :

- Un panneau solaire composé de deux modules photovoltaïques de 2 watts chacun montés en série pour obtenir la tension de 24 volts.
- Un système électronique limiteur de charge protégeant la batterie d'accumulateurs de la surcharge pendant les périodes d'ensoleillement intense et prolongé, toujours préjudiciable à leur durée de vie, et évitant également l'électrolyse de l'électrolyte, donc les pertes en eau. La maintenance de l'installation s'en trouve ainsi allégée.

- Une batterie d'accumulateurs spéciale au plomb doux à *très faible autodécharge*, constituée de deux blocs 12 volts montés en série. Sa capacité étant de 10 AH.

07. Du point de vue pratique, le générateur se présente sous la forme d'un coffret ayant les dimensions suivantes :

- 520 x 440 x 350 mm
- poids en état de marche : 15 kg.

Les panneaux solaires capteurs sont fixés sur la partie externe du couvercle.

La batterie d'accumulateurs et l'électronique de régulation sont disposés à l'intérieur du coffre.

08. L'installation et la mise en service de ce générateur sont donc réduites au minimum puisque la station est livrée en «kit» et précâblée.

La mise en service peut être faite en quelques minutes par l'utilisateur lui-même sur le site d'utilisation.

Le coffret devra être disposé sur un sol horizontal en dehors de toute zone d'ombre possible (arbres, maisons...). En ce qui concerne l'orientation des panneaux solaires, aucune précaution particulière n'est à prendre puisque ceux-ci sont fixés horizontalement. Deux fils de sortie permettent le raccordement à la balise Argos.

LIEUX GÉOGRAPHIQUES D'UTILISATION

09. Le générateur décrit ci-dessus convient parfaitement pour des utilisations entre les 45° parallèles Nord et Sud.

Pour une utilisation à des latitudes plus élevées, les variantes suivantes pourront être fournies :

- entre 45° et 50° Nord et Sud, on inclinera, sur le couvercle du coffret et à l'aide de jambages prévus à cet effet, les panneaux solaires à 60° par rapport à l'horizontale afin d'obtenir le meilleur rendement. Les panneaux devront être alors orientés Sud ou Nord, suivant que l'on se trouve dans l'hémisphère Nord ou l'hémisphère Sud.
- entre 50° et 55°, la puissance des modules solaires installés sera doublée.
- au-delà de 55°, on disposera d'une batterie d'accumulateurs de capacités 20 AH.

En résumé, quel que soit dans le monde le lieu géographique d'implantation de la balise Argos, il existe une solution simple pour son alimentation.

CONTRÔLE ET MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

10. Les générateurs solaires ne demandent pas d'entretien particulier. Le technicien chargé de la maintenance des balises doit régulièrement (une fois par an en moyenne) nettoyer la surface des piles solaires, vérifier les connexions et contrôler les caractéristiques électriques de l'installation.

11. Afin de faciliter son travail, CIPEL a réalisé un appareil portatif. Cette «valise test» de construction robuste peut être utilisée pour les mesures suivantes :

- Tension en circuit ouvert des modules
- Courant de court-circuit
- Relevé de la caractéristique du module, soit $I = f(V)$

L'appareil de mesure possède deux entrées, ce qui permet de comparer les caractéristiques de l'installation avec celles d'un module étalon exposé au soleil dans les mêmes conditions que le générateur solaire à contrôler.

La maintenance comprendra également la vérification de la tension de la batterie ainsi que la densité de l'électrolyte.

GARANTIE

12. L'expérience acquise par CIPEL nous permet de garantir l'ensemble du générateur ci-dessus pendant une période de cinq ans.

AUTRE TYPE D'ALIMENTATION POSSIBLE, ALIMENTATION PAR PILES CHIMIQUES

13. Il peut être intéressant de mentionner également le type d'alimentation qui a été utilisé en République du Sénégal pour la balise Argos expérimentale située au bord du fleuve Saloum.

Pour cette expérience, une batterie de piles chimiques, type industriel, a été disposée. Celle-ci, constituée de 15 piles type CIPEL AD 538, montées en série, permet une autonomie de plusieurs années sans aucun entretien.

La seule opération de maintenance consiste à remplacer la batterie de piles par une nouvelle lorsque la première a fourni sa capacité.

14. Ce type de piles permet un fonctionnement de la balise dans les régions dont la température peut être comprise entre -5°C et $+50^{\circ}\text{C}$.

Pour des régions où la température pourrait descendre à des températures inférieures à -5°C (cas des régions européennes, nordiques ou polaires), des piles à électrolyte alcalin (à la potasse) pourraient également être utilisées permettant un fonctionnement jusqu'à -40°C .

15. Toute étude particulière répondant à un problème particulier peut être faite par nos techniciens sur simple demande et sans aucun engagement.



DOCUMENT 4.11.

RÉFLEXIONS SUR LE MATÉRIEL DES PLATEFORMES D'ÉMISSION

Jacques CALLEDE

*Responsable du Programme d'Évaluation
de la Télétransmission par Satellite
ORSTOM
Paris, FRANCE*



F 33 14

1. LES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS DE LA CHAÎNE D'ÉMISSION

La chaîne de télétransmission, en hydrologie, comprend :

- capteurs (limnigraphe, pluviographe),
- codeur, transformant l'information analogique du capteur en grandeur digitale,
- interface réalisant la compatibilité électronique entre les sorties codeur et l'entrée émetteur,
- émetteur (travaillant dans la bande de fréquence météo 402 MHz),
- alimentation (piles, panneaux solaires).

1.1. Capteurs

Ce sont généralement des capteurs standards et qui seront équipés d'un système mécanique ou électrique pour pouvoir y adapter le codeur.

1.2. Codeurs

L'expérience a montré que les codeurs analogiques (potentiomètre linéaire, par exemple) sont à proscrire afin de ne pas dégrader l'information. Le codage de la hauteur d'eau s'effectuera en binaire, binaire réfléchi, décimal codé binaire. La sortie du codeur est presque toujours «parallèle». L'information pluviométrique peut utiliser un compteur d'impulsion.

1.3. Interface

Il devrait normalement faire partie intégrante du système émetteur. Il apparaît que l'ensemble des codeurs pour la mesure du niveau de l'eau, actuellement disponible dans le commerce (LEUPOLD-STEVENSON, FISHER-PORTER, NEYRTEC, OTT, CSEE,...), implique une entrée des codeurs sur l'interface en 16 digits parallèles.

2. QUALITÉS A DEMANDER AUX PLATEFORMES

- fiabilité et, en tout état de cause, facilité de dépannage (banc de test, cartes enfichables),
- mise en œuvre simple (l'hydrologue n'est pas un électronicien),
- consommateur électrique modeste,
- coût raisonnable,
- matériel pouvant s'adapter facilement à l'ensemble des capteurs utilisés en hydrologie.



DOCUMENT 4.12.

**COMPTE RENDU
DE LA QUATRIÈME SÉANCE ATELIER**

Jacques CALLEDE

*Responsable du Programme d'Évaluation
de la Télétransmission par Satellite
ORSTOM
Paris, FRANCE*



F 3315

01. Le Rapporteur ouvre la séance en mettant en évidence la possibilité de transmettre un message de n'importe quel point du globe, par le relais d'un satellite, et avec un excellent rendement. Mais les hydrologues ne viennent que tout juste d'être pris en considération par les agences spatiales, dont le premier objectif a été essentiellement militaire, le second étant les télécommunications. Ensuite, elles ont entrepris l'observation de la terre et la collecte des données est justement leur dernière préoccupation. Deux systèmes existent : ARGOS qui utilise un satellite polaire (et qui couvre le monde entier) et METEOSAT, satellite géostationnaire qui couvre l'Afrique, l'Europe, une partie de l'Amérique du Sud et tout le Moyen Orient.

02. Le système ARGOS permet de couvrir le monde entier mais avec des fréquences de collecte allant de 4 à 28 fois par jour suivant la latitude de la station. METEOSAT est géostationnaire et peut, physiquement, assurer le relais à n'importe quel instant : tout est une question d'entente avec le gestionnaire. Par contre, METEOSAT ne couvre qu'une partie du globe. Ces systèmes peuvent être utilisés en collecte de données avec création d'un fichier informatique (bande magnétique) ou en liaison directe. La fonction alerte est très importante (annonce de crues) mais elle implique un court délai de collecte et de dissémination.

03. On peut se préoccuper du devenir des anciens réseaux : la nature du travail change et l'on augmente la qualité de l'information. Néanmoins, l'introduction de la télétransmission doit être progressive car elle entraîne des problèmes psychologiques, administratifs et politiques. Il faudra réaliser quelque chose de parfaitement opérationnel et qui durera longtemps.

La difficulté provient du fait que les satellites sont lancés et qu'ensuite on en a proposé l'utilisation aux hydrologues dans la mesure de la place disponible. Il aurait été préférable pour l'hydrologue que cela soit l'inverse, celui-ci proposant aux gestionnaires un mode d'utilisation adapté à ses besoins :

04. Première question : Quelle est la pérennité des systèmes ?

En 1985, ARGOS fonctionnera avec de nouveaux satellites. A la même date, METEOSAT ne sera plus capable de fournir des images, mais pourra-t-il poursuivre la retransmission des données ?

De la discussion qui s'ensuit entre tous les participants il ressort :

(a) METEOSAT

- que ce satellite fait partie d'un système intégré avec les Américains, les Russes, les Japonais. Les fonctions de collecte des données et de dissémination des images ont été standardisées sur les cinq satellites géostationnaires du programme d'observation météorologique du globe. Cette standardisation ne peut qu'assurer la pérennité du système,
- le service sera assuré jusqu'à la mi 1983 par les modèles de vol F1 et F2 de METEOSAT ; au delà le système opérationnel METEOSAT prendra très probablement la relève pour une durée de dix ans, c'est-à-dire jusqu'à 1993.,
- un satellite du programme METEOSAT peut fonctionner des dizaines d'années en collecte de données bien au delà de la durée de vie de la fonction image.

(b) ARGOS

- le système est opérationnel jusqu'en 1985,
- il y aura vraisemblablement une suite à ARGOS,
- que toute étude à venir a, comme condition de départ, l'obligation de rester compatible avec le système actuel. Cette garantie a été donnée publiquement par un responsable CNES de haut niveau.

D'une façon générale, il ressort aussi que plus les utilisateurs seront nombreux, plus ils auront du poids vis-à-vis des gestionnaires (pour avoir une meilleure garantie de pérennité, par exemple).

05. Deuxième question : Quelles sont les conditions financières d'utilisation ? Les utilisateurs auront-ils à payer les frais de développement et de mise sur orbite des satellites ?

Réponses :

(a) METEOSAT

- l'Agence Spatiale Européenne ne peut pas faire payer aux utilisateurs le prix du satellite et de son lancement car cela reviendrait à multiplier par 1 000 les tarifs actuels. Seuls, les frais de fonctionnement sont à la charge des utilisateurs,
- le barème actuel risque d'augmenter à cause de l'inflation, mais sinon, à francs constants, il doit rester le même jusqu'en 1993,
- le coût du satellite, son lancement et les frais d'exploitation sont les mêmes quel que soit le nombre des utilisateurs. Actuellement, six canaux de collecte sont utilisés, ce qui permet d'accueillir 540 plateformes d'émission au sol. Mais le satellite peut travailler sur 66 canaux qui seront mis en service au fur et à mesure de l'augmentation du nombre des plateformes.

(b) ARGOS

- seuls les frais de fonctionnement du Centre de Calcul sont à la charge des utilisateurs,
- les tarifs sont établis pour 2 000 plateformes d'émission. Si leur nombre dépasse 2 000, les redevances devraient diminuer (la saturation du système se situe aux environs de 16 000 plateformes),
- on essaie de diminuer les tarifs en établissant des contrats globaux, lorsque l'utilisateur désire employer un grand nombre de plateformes.

De toute manière, il n'est pas exclu que, dans un avenir plus ou moins lointain, les hydrologues envisagent pour la collecte des données, le lancement d'un satellite privé.

06. Troisième question : Quelle est la fiabilité des systèmes ?

Réponses :

(a) METEOSAT

- METEOSAT a assuré une probabilité de réception traitement et redissémination des données collectées de 95 % en mars et de 98 % en avril 1979,
- il y a un problème lorsque le satellite METEOSAT se trouve dans l'ombre de la terre, il ne reçoit plus l'énergie solaire pour la recharge de ses batteries. Cette situation, qui dure de quelques minutes à deux heures, se produit environ 20 jours par an. Si les 66 canaux étaient utilisés, seuls 6 canaux privilégiés pourraient fonctionner. Ceci pour METEOSAT 1, car, pour METEOSAT 2 et les suivants, il y aura deux batteries à bord pour pallier cet inconvénient et pour pouvoir travailler continuellement sur les 66 canaux.

- actuellement, il faut compter de six mois à un an pour lancer un satellite de secours et le rendre opérationnel. Quand il y aura deux satellites sur orbite, un sur deux sera en veilleuse pendant que l'autre fonctionnera. Le passage d'un satellite à l'autre demandera une journée de délai.

(b) ARGOS

- il n'y a pas de problème car il y aura deux satellites en orbite (et six satellites de rechange).

07. Quatrième question : Quel est le prix d'une plateforme d'émission ? Quelle est sa durée de vie ?

Réponses :

(a) METEOSAT

Rappelons qu'il existe trois sortes de plateformes :

- plateforme émettant à heure fixe
- plateforme interrogée
- plateforme d'alerte

Les prix de telles plateformes sont les suivants :

- plateforme Mac MICHAEL : 4 à 5 000 livres y compris interface. Le matériel est réalisé avec des composants de classe «militaire» entre -30°C et $+60^{\circ}\text{C}$. Il est prématuré de donner une réponse sur la durée de vie. Cette plateforme émet à heure fixe et peut émettre en alerte. Une plateforme interrogée coûterait deux fois plus cher et consommerait deux fois plus,
- plateforme DORNIER (renseignement obtenu en dehors de la séance) : 24 000 Deutsche Marks.

(b) ARGOS

- plateforme électronique Marcel DASSAULT : 12 000 F., en version «électronique de base». Pour la station de KAOLACK, le coût du boîtier et de l'interface amène un prix de l'ordre de 19 000 F. Le matériel est de «classe militaire» (-40°C , $+60^{\circ}\text{C}$ comme plage de fonctionnement) et la fiabilité est de l'ordre de 10 ans,
- POLAR RESEARCH : 3 500 \$ (avec antenne et piles). Le constructeur annonce une bonne durée de vie, du fait de son expérience dans ce genre de matériel. Le matériel fonctionne jusqu'à $+40^{\circ}\text{C}$.

08. Cinquième question : Opérations d'entretien sur les plateformes ?

Réponses :

- les constructeurs sont tous unanimes : il n'y a aucune maintenance préventive,
- le risque de dérive de la fréquence de l'oscillateur n'est pas très crucial pour le système ARGOS. Il l'est davantage pour METEOSAT et à cet effet un contrôle est possible sur la plateforme Mac MICHAEL où le même oscillateur sert pour la fréquence d'émission et pour l'horloge. Une dérive anormale en temps proviendra de l'oscillateur et une intervention sera peut-être nécessaire tous les deux ans.
- les pannes se produisent essentiellement en début de fonctionnement, c'est-à-dire pendant la période de contrôle du matériel en usine. Électronique Marcel DASSAULT annonce une fiabilité (calculée) de 32 000 heures,
- les constructeurs sont tous unanimes : pas de dépannage de l'électronique sur le terrain. L'échange standard s'impose (retour du matériel en panne à l'usine, remplacement des circuits défectueux dans un laboratoire spécialisé).

09. Sixième question : Quelle est l'autonomie d'une plateforme ?

Réponse :

- uniquement fonction de la durée des sources d'énergie. Les piles, pour la station de KAOLACK (ARGOS) étaient prévues pour 18 mois. Les panneaux solaires ont une durée de vie de sept à dix ans,
- les bouées marines (ARGOS) ont une autonomie de deux ans.

10. Septième question : Formation du personnel (ou fourniture du personnel technique) ?

Réponse :

- tous les constructeurs sont d'accord pour accueillir, dans leurs laboratoires, des stagiaires afin de leur apprendre les techniques nécessaires à la mise en place du matériel et aux opérations de dépannage. Ces stages dépendront essentiellement du niveau de base du technicien envoyé.

11. Huitième question : Les constructeurs peuvent-ils mettre en place le matériel et assurer la maintenance locale ?

Réponse :

- les constructeurs feront ce que le client souhaite, la solution d'assurer par eux la totalité de l'entretien local n'étant certainement pas la plus économique ni la plus souhaitable pour l'avenir des pays en voie de développement
- C.E.I.S. fait savoir que l'installation, en dix jours de 45 plateformes sur les voiliers de la Course Transatlantique en double s'est effectuée avec, en grande partie, du personnel non qualifié côté électronique : il avait été prévu 5 % de lots de rechange, qui n'a pas été utilisé. Il est donc très possible de former le personnel et de mettre ensuite en place les électroniques en Afrique sur les stations hydro-métriques à équiper.

12. Neuvième question : Les stations de réception. Quel est leur prix ? Quel sera leur prix s'il faut les prévoir et les construire ? Quelle en sera la maintenance ? Quels seront les frais d'exploitation ?

Réponse :

(a) METEOSAT

- l'Agence Spatiale Européenne étudie la possibilité d'une dissémination des données collectées par les plateformes, en utilisant le canal de dissémination image. Ceci n'avait pas été prévu à l'origine. Une station de réception indépendante devrait coûter dans les 150 000 \$
- (d'après des renseignements obtenus en dehors de l'atelier) deux constructeurs DORNIER et PLESSEY réalisent une station de réception directe, à partir des signaux primaires (c'est-à-dire sans retraitement à DARMSTADT) de METEOSAT ; mais la station est très chère (environ 2 millions de francs) car il faut une antenne parabolique de 10 m de diamètre
- SEP construit des stations de réception directe des images. La réception directe des données collectées n'est que secondaire et rien n'a été encore prévu. Une station coûterait 1 million de dollars environ
- Mac MICHAEL étudie une station de réception directe des données, qui coûterait 500 000 F (la solution Mac MICHAEL, qui emploie une antenne parabolique de

4,5 m de diamètre, est basée sur le fait que l'énergie totale reçue de la retransmission des données par le satellite reste la même pour 6 canaux comme pour 66 canaux : cette énergie est divisée par 6 actuellement et peut être recueillie avec une telle antenne. Si cette énergie était divisée par 66, il faudrait une antenne de 10 m de diamètre. Mac MICHAEL joue sur le fait que l'augmentation du nombre des plateformes se fera progressivement et que METEOSAT 3 sera équipé, pour la retransmission des données, de façon différente garantissant une énergie reçue sur la terre compatible avec une antenne de 4,5 m de diamètre même si les 66 canaux sont équipés.

(b) ARGOS

- CEIS propose (la station est en fonctionnement sur les lieux du Séminaire) une station de réception coûtant 500 000 F. Ce prix inclut l'installation de la station, la formation du technicien chargé de l'entretien et celle d'un agent d'exploitation. La station est munie d'un banc de test destiné à localiser les pannes. En fait, les conditions climatologiques de fonctionnement ne sont pas très sévères (température journalière ne variant pas plus de 10° C, entre 30 et 40° C).

13. Dixième question : Quels sont les services offerts aux utilisateurs ?

Réponse :

(a) METEOSAT

- le système couvre l'Afrique, l'Europe et partiellement l'Amérique du Sud,
- la couverture est efficace 24 heures sur 24,
- l'acquisition des données est réalisée à 98 %,
- la distribution s'effectue par le réseau mondial des télécommunications météorologiques (GTS) avec un délai de 5 à 65 minutes, et par le telex. Il est possible d'obtenir des listings ou des bandes magnétiques,
- l'Agence Spatiale Européenne peut prêter une plateforme pour évaluer les possibilités.

(b) ARGOS

- le service fonctionne de manière opérationnelle 24 heures sur 24,
- un utilisateur peut recevoir des données de plusieurs pays, même situés très loin les uns par rapport aux autres,
- un service en temps réel (de l'ordre de 6 heures de délai) est assuré par telex, téléphone (avec récepteur spécial coûtant environ 15 000 F), lignes spécialisées, GTS,
- un service existe en temps différé (envois de listings, de bandes magnétiques, toutes les deux semaines),
- il est possible de louer des plateformes d'émission (1 200 F par mois pendant au maximum six mois),
- possibilité d'une réception directe par station indépendante.

14. La séance est levée par le Rapporteur après qu'il ait fait remarquer que, s'il est possible à un satellite de recueillir des données, le seul problème à résoudre est le recueil de ces données par l'utilisateur. Dans certains cas, les délais d'acheminement entre le Centre de réception du gestionnaire et l'utilisateur seront compatibles avec le programme d'utilisation des données. Par contre, et notamment pour les plateformes d'alerte, l'emploi d'une station de réception indépendante peut s'avérer indispensable.

15. Enfin il a été prouvé que lorsqu'un phénomène hydrologique important (crues catastrophiques, par exemple) se produit, aucun système terrestre n'est opérationnel. Il faudrait un système qui permettrait à un Service National de recevoir, avec un équipement léger, les données hydrométriques d'un bassin. C'est-à-dire de redisséminer, à partir d'une station de réception, à destination de postes équipés de récepteurs rustiques. D'après le CEIS, un tel ensemble peut s'envisager, la limite inférieure du prix étant de l'ordre de 100 000 F. Une autre solution serait de pouvoir employer les récepteurs WEFAX.

16. *Indications complémentaires fournies par M. FERRAND sur le retour des données*

L'utilisation du Système Mondial de Transmission pour le retour des données permet à l'heure actuelle un délai de réponse compris entre 5 et 65 minutes.

Une solution de retour en temps quasi réel par l'utilisation du canal dissémination d'image WEFAX et d'une station d'utilisation des données secondaires est à l'étude à l'ESA et la décision correspondante sera prise en octobre 1979.



5. EXPOSITION DE MATÉRIEL DE TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE ET DÉMONSTRATIONS TECHNIQUES

(du mardi 29 mai 1979 au jeudi 31 mai 1979 inclus)

Coordinateur : Jacques CALLEDE

*Responsable du Programme d'Évaluation de la
Télétransmission par satellite de l'ORSTOM*

Responsable technique :

Jacques MOLINARI

*Ingénieur au CEA,
Chargé de Mission au CEFIGRE.*

SOMMAIRE

Document 5.1.

Compte rendu de l'exposition **Jacques CALLEDE**

Document 5.2.

Fiches documentaires sur les exposants **Constructeurs**

DOCUMENT 5.1.

COMPTE RENDU DE L'EXPOSITION

Jacques CALLEDE

*Responsable du Programme d'Évaluation
de la Télétransmission par Satellite
ORSTOM
Paris, FRANCE*



F 3316

CADRE DE L'EXPOSITION

01. Le Séminaire sur la télétransmission par satellite des données hydrologiques appliquée aux pays en développement a accueilli 27 représentants de 18 Sociétés spécialisées dans le matériel employé pour cette technique.

Ces participants avaient la latitude d'exposer, de présenter et de mettre en œuvre leur matériel dans le cadre d'une exposition qui était organisée dans des locaux attenants à ceux du séminaire et qui était ouverte aux autres participants ainsi qu'au public scientifique.

De nombreuses sociétés ont accueilli favorablement cette proposition et ont accepté de réaliser des stands d'exposition, contribuant ainsi à la présentation d'un panorama très complet des techniques et moyens évoqués au cours des réunions de travail.

TYPE DE MATÉRIEL PRÉSENTÉ ET DE DÉMONSTRATIONS EFFECTUÉES

02. Si l'on tient compte qu'un constructeur peut être polyvalent et construire, par exemple, des capteurs et des codeurs, la décomposition de la participation par spécialité est la suivante :

Capteur	6
Codeur	7
Interface	8
Électronique de transmission..	4
Électronique de réception.....	4
Alimentation électrique.....	1

Outre les 15 stands de constructeurs, un stand était occupé par le système ARGOS qui présentait les résultats de son système de collecte de données, avec un poste telex qui permettrait de recevoir, à la demande, les résultats issus du calculateur ARGOS de Toulouse.

Un dernier stand présentait l'expérimentation de l'ORSTOM au Sénégal et une plateforme d'émission vers METEOSAT en fonctionnement (en collaboration avec l'ERRM/Météorologie Nationale).

03. Il est à noter que cette exposition montrait en fonctionnement :

- une plateforme d'émission employant le système ARGOS (CEIS/EMD)
- deux plateformes d'émission, avec codeur et interface, employant le système METEOSAT (EMD, MAC MICHAEL)
- une station de réception, avec antenne de poursuite, employant le système ARGOS (CEIS)
- deux autres plateformes (DORNIER, POLAR RESEARCH) étaient présentées statiquement.

04. Cette exposition a fait l'objet d'une visite commentée sous la direction de M. J. CALLEDE, en matinée du jeudi 31 mai 1979.

05. On notera également que, dans le but de faciliter l'information du grand public scientifique et technique, a été réalisée une opération locale de sensibilisation consistant en un suivi en mer de balise océanographique.

Cette opération a été réalisée sur une suggestion du CEFIGRE par la Direction Départementale de l'Équipement des Alpes Maritimes avec l'accord du constructeur local (Service océanographique de la firme SAFARE-CROUZET) et de la Météorologie Nationale Française, propriétaire de la bouée.

Après remorquage en haute mer, la bouée a été larguée, puis suivie par satellite depuis les lieux de la réunion, l'ensemble de l'opération faisant l'objet d'un reportage télévisé.

QUELQUES TENDANCES DANS L'ÉVOLUTION DES MATÉRIELS

06. En ce qui concerne le codage de l'information hauteur d'eau à partir du limnigraphe-classique (à flotteur ou pneumatique), les codeurs présentés avaient comme particularité d'avoir tous une sortie en «parallèle» sur 10 à 16 digits. C'est-à-dire que chaque élément d'un nombre binaire est représenté par un circuit électrique qui sera à une tension nulle si l'élément est 0 et à une tension v si l'élément est 1. Une telle disposition permet l'emploi de codeurs mécaniques constitués par des cames, par exemple, actionnant des interrupteurs.

07. Les capteurs présentés étaient d'un modèle classique (limnigraphes à flotteur ou pneumatique, pluviographe à augets basculeurs), les seules innovations étant deux codeurs entraînés directement par flotteur, sans enregistrement graphique (NEYRTEC, OTT) et un pluviographe d'intensité à pesée électronique. Il était également présenté une maquette du nivomètre à neutrons (NEYRTEC) et une centrale de mesure pour bouées marines (SAFARE-CROUZET).

08. En définitive, ce Séminaire a indubitablement intéressé les constructeurs puisque neuf constructeurs français (sur onze qui avaient été invités) et six constructeurs étrangers (sur quinze invités) étaient présents. Seule est à regretter l'absence de documents sur les stations de réception directe des données émises via METEOSAT : à l'heure actuelle, elles sont réalisées par deux firmes (DORNIER, PLESSEY), et en cours de mise au point chez deux autres constructeurs (projets MAC MICHAEL, SEP) qui envisagent des solutions moins onéreuses que les réalisations de DORNIER ET PLESSEY (2 à 3 millions de francs environ).



DOCUMENT 5.2.

FICHES DOCUMENTAIRES SUR LES EXPOSANTS

RÉPERTOIRE DES CONSTRUCTEURS REPRÉSENTÉS AU SÉMINAIRE

ALSTHOM ATLANTIQUE	page 320
COMPAGNIE POUR L'ÉLECTRONIQUE, L'INFORMATIQUE ET LES SYSTÈMES (C.E.I.S.)	- 321
CIMEL ÉLECTRONIQUE	- 322
COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PILES ÉLECTRIQUES	- 323
COMPAGNIE DES SIGNAUX ET ENTREPRISES ÉLECTRIQUES (C.S.E.E.)	- 324
DORNIER SYSTEM	- 325
ÉLECTRONIQUE MARCEL DASSAULT - EMD -	- 326
SOCIÉTÉ I.S.M.A.	- 327
LEUPOLD AND STEVENS	- 328
McMICHAEL LIMITED	- 329
A. OTT GmbH	- 330
POLAR RESEARCH LABORATORY, INC.	- 331
PROMETRON	- 332
SAFARE-CROUZET	- 333
SEBA HYDROMÉTRIE GmbH	- 334
SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE PROPULSION (S.E.P.)	- 335
SOCIÉTÉ PRÉCIS MÉCANIQUE	- 336
WILD LEITZ FRANCE	- 337

DÉSIGNATION DE LA FIRME : ALSTHOM ATLANTIQUE

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Établissement NEYRTEC Service Mesures

Adresse postale : B.P. 61 X

Ville : GRENOBLE

Code postal : 38041

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Germain DELAGE, Chef du Service Mesures

2 -

3 -

M A T É R I E L E X P O S É :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition . . .
Limnimètre à flotteur codeur SIAP	Délivrer une information codée représentative du niveau	Déplacement du codeur par des variations fictives de niveau
Limnigraphe pneumatique LAG 3 + Codeur	Enregistrer un niveau et délivrer une information codée	
Télénivomètre	Mesurer la hauteur et la densité d'une couche de neige	Utilisation d'un matériel de démonstration, à commande manuelle, montrant les différentes phases du cycle de mesure
Codeurs angulaires et pas à pas		

DESIGNATION DE LA FIRME : Compagnie pour l'Electronique, l'Informatique et les Systemes (C.E.I.S.)

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Service Technique AS

Adresse postale : 120, avenue Pierre Latécoère B.P. 48

Ville : BLAGNAC

Code postal : 31700

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Alain MONIER, Directeur technique

2 - M. Jean LEROUGE, Ingénieur Systèmes

3 -

MATERIEL EXPOSE

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Station VHF de réception directe des données collectées par TIROS-N (Système ARGOS). Antenne suiveuse ou antenne fixe	Réception dans un cercle de 5 000 km de diamètre des balises ARGOS en direct. Acquisition et traitement des paramètres plateformes.	Acquisition en temps réel de 480 messages, et identification de balises ARGOS. Réception, via le satellite en direct, d'un message émis par le clavier terminal météo exposé au même endroit.
Clavier terminal météorologique	Plateforme d'émission ARGOS équipée d'un clavier permettant d'envoyer des messages codés en forme SYNOP.	
	Conditionnement étanche des électroniques ARGOS fabriquées par Electronique Marcel DASSAULT	

DÉSIGNATION DE LA FIRME : CIMEL ELECTRONIQUE

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service :

Adresse postale : 13, boulevard Rochechouart

Ville : PARIS

Code postal : 75009

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Jean-Pierre BUIS, Directeur technique

2 -

3 -

MATÉRIEL EXPOSÉ :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Station météorologique Interface de couplage capteur - balise ARGOS	Interfaces codeurs/électronique, avec traitement des données par micro-processeur (intégration, dérivation, recherche de maximum et de minimum, mémorisation)	

DÉSIGNATION DE LA FIRME : COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PILES ÉLECTRIQUES

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Direction Commerciale des Produits Industriels

Adresse postale : 125, rue du Président Wilson

Ville : LEVALLOIS-PERRET

Code postal : 92302

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Alain BIGOT, Service Ventes aux Administrations et à l'Exportation des Produits Industriels

2 -

3 -

M A T É R I E L E X P O S É :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Piles alcalines AD 308 et 318 A à dépoliarisation par l'air	Piles d'alimentation amorçables à l'eau ayant des capacités de 2000 et 1000 AH	
Piles salines AD 538 à dépoliarisation par l'air	Piles d'alimentation de la balise ARGOS installée à Kaolac, Sénégal 15 piles en série, capacité 80 AH, fonctionnement 17 mois environ	
Générateur solaire pour balise ARGOS	Alimenter la balise ARGOS, tension 24 Volts, consommation 5 mA permanent + 750 mA 0,3 seconde toutes les 200 secondes	La manipulation n'a pas été faite faute de temps, il y a été suppléé par la remise d'un petit document portant le nom de «Sources d'énergie pour balise ARGOS»

DÉSIGNATION DE LA FIRME : COMPAGNIE DES SIGNAUX ET ENTREPRISES ELECTRIQUES (CSEE)

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service :

Adresse postale : 26, rue de Chambéry

Ville : PARIS

Code postal : 75014

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. DELMASES, Directeur

2 - M. ESPINET

3 - M. NIGEL

PROGRAMME DE FABRICATION CONCERNANT LA TELETRANSMISSION PAR SATELLITE :

- Codeurs en rotation digitaux mono ou multitours SIGTAYCOD
(ces codeurs sont intéressants du fait de leurs petites dimensions).

DÉSIGNATION DE LA FIRME : DORNIER SYSTEM

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service :

Adresse postale : P.O. Box 1360

Ville : FRIEDRICHSHAFEN

Code postal : 7790

Pays : République Fédérale d'Allemagne

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. KAPPEL, Marketing Satellite Ground Stations

2 - M. POPP, Programm Manager Ground Stations

3 -

PROGRAMME DE FABRICATION CONCERNANT LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE :

- Plateformes d'émission (DCP) pour le système MÈTEOSAT
- Interface codeurs/électronique commandé par microprocesseur
- Station de réception indépendante des données recueillies par MÈTEOSAT

DÉSIGNATION DE LA FIRME : ÉLECTRONIQUE MARCEL DASSAULT - EMD -

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Département «ÉQUIPEMENTS»

Adresse postale : 55, quai Carnot

Ville : SAINT-CLOUD

Code postal : 92214

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Michel PEBERAY, Ingénieur commercial

2 -

3 -

MATÉRIEL EXPOSÉ :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Balise ARGOS	Balise de collecte de données dans tous les domaines concernant l'environnement et en particulier l'hydrologie et éventuellement localisation de la balise par le satellite	Démonstration par le CNES d'une transmission de données avec une balise équipée d'une entrée de données à clavier et réception des données par télex via le Service ARGOS du CNES à Toulouse et aussi directement au CERAM par l'intermédiaire de la station de réception temps réel
Balise METEOSAT	Balise de collecte de données hydro-météorologiques par satellite METEOSAT	Transmission de données vers le satellite METEOSAT et retour de ces données par télex via le centre de traitement de l'A.S.E. à Darmstadt
Interfaces codeurs/électroniques		

DÉSIGNATION DE LA FIRME : SOCIÉTÉ I.S.M.A.*

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Instruments scientifiques

Adresse postale : 24, rue Poincaré - B.P. 70

Ville : FORBACH Cedex

Code postal : 57601

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Hilmar KOLZ, Gérant de la Société ISMA

2 - M. ZASCHE, Ingénieur de vente de la Société SEBA HYDROMÉTRIE

M A T É R I E L E X P O S É

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Limnigraphe horizontal, type XI.	Mesures hydrométriques avec possibilités de transmission à distance	Démonstration de fonctionnement aux visiteurs
Limnigraphe à papier déroulant, type DELTA.		
Limnigraphe pneumatique (bulle à bulle) type OMEGA .		
Codeur avec pupitre de décodage et lecture digitale, système photo-électronique.		

REMARQUE : * La Société ISMA représente en France la Société SEBA, Lindauer Strasse 3, code postal 8950, KAUFBEUREN-OBERBEUREN, (République Fédérale d'Allemagne).

DESIGNATION DE LA FIRME : LEUPOLD AND STEVENS (1)

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service :

Adresse postale : P.O. Box 688

Ville : BEAVERTON

Code postal : Oregon 97005

Pays : U.S.A.

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. BERNARD, Gérant de PROMETRON (France)

2 - M. KENT, Gérant de LEUPOLD and STEVENS (Grande Bretagne)

3 -

PROGRAMME DE FABRICATION CONCERNANT LA TELETRANSMISSION PAR SATELLITE (2) :

- Limnigraphes à flotteur
- Limnigraphe pneumatique
- Perforateur de bande papier
- Codeur digital (associé ou non au perforateur papier) MEMOMARK II
- Codeur digital pas à pas

REMARQUES : (1) Représentation française :

PROMETRON

108 bis, rue Championnet B.P. 240 - 75865 PARIS CEDEX 18

(2) Matériel très employé en Amérique

NAME OF THE FIRM : McMICHAEL LIMITED

ADDRESS :

Name of department : Marketing Department

Postal address : Wexham Road

Town : SLOUGH, Berkshire

Zip code : SL2 5EL

Country : UNITED KINGDOM

NAME AND FUNCTIONS of the firm representative (s) at the exhibition on the seminar

1 - M. R.S.H. ASHWORTH, Marketing Manager

2 - M. A. FRYETT, Project Manager, Data Collection Platforms

3 - M. T. DUFFY, Senior Engineer

DISPLAYED EQUIPMENT :

Commercial name	Functions and uses of equipment	Type of demonstration realised with this equipment at the exhibition
Satellite Data Collection Platform	Telettransmission of hydrological and other environmental data, using METEOSAT or other similar satellites. (La plateforme d'émission [DCP] est pourvue d'un interface intégré [gestion par microprocesseur])	Full operational usage with METEOSAT, transmitting data in the form of both numeric measurements from a water-level recorder and asynchronous characters

REMARQUE : en projet, station de réception autonome pour les données transmises par METEOSAT

DÉSIGNATION DE LA FIRME : A. OTT GmbH*

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Service de ventes

Adresse postale : Jägerstrasse 4-12 B.P. 2120

Ville : KEMPTEN

Code postal : D-8960

Pays : Rép. Féd. d'Allemagne

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Rudolf THIEL, Ingénieur A. OTT GmbH

2 - M. Dominique DODANE, Ingénieur à la Société WILD + LEITZ FRANCE, représentant en France de la firme A. OTT

MATÉRIEL EXPOSÉ :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Codeur optique à 11 bits, binaire et interface pour balise ARGOS	Pour montage dans les limnigraphes OTT en vue de la télétransmission	Ce matériel a été raccordé pendant l'exposition à une balise ARGOS par E.M.D et a effectivement transmis des valeurs de niveau
Transmetteur de télélimnigraphe OTT	Mesure du niveau d'eau et codage binaire sous forme de deux fréquences musicales pour ligne à deux conducteurs	

REMARQUE : * La Société A. OTT est représentée en France par WILD LEITZ FRANCE,
M. Dominique DODANE, Chef du Département Hydrométrie
86, avenue du 11 juin 1940, B.P. 326 -- 92506 Reuil Malmaison.

NAME OF THE FIRM : POLAR RESEARCH LABORATORY, INC.

ADDRESS :

Name of department :

Postal address : 123 Santa Barbara Street

Town : SANTA BARBARA, California

Zip code : 93101

Country : U.S.A.

NAME AND FUNCTIONS of the firm representative (s) at the exhibition on the seminar

1 - M. Beaumont BUCK, President

2 - M. Walter P. BROWN, Vice-Président

3 -

DISPLAYED EQUIPMENT :

Commercial name	Functions and uses of equipment	Type of demonstration realised with this equipment at the exhibition
ARGOS Data Acquisition Platform (ADAP)	ADAP is a complete data collection and telemetry system for use with the ARGOS system aboard the TIROS-N and NOAA A-F series satellites. ADAP will collect data from up to 32 sensors. It is a completely self contained system including antenna and power supply in a small lightweight housing designed to be used in rugged remote areas. It has applications in hydrology, metrology, geology, glaciology and forest monitoring.	Passive display of complete ADAP system

DÉSIGNATION DE LA FIRME : PROMETRON

ADRESSE COMMERCIALE

Désignation du Service :

Adresse postale : 108bis, rue Championnet - B.P. 240

Ville : PARIS CEDEX 18

Code postal : 75865

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. BERNARD, Gérant

2 -

3 -

Cf. LEUPOLD AND STEVENS que la Société PROMETRON représente en France.

DÉSIGNATION DE LA FIRME : SAFARE-CROUZET

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : Océanographie

Adresse postale : B.P. 171

Ville : NICE

Code postal : 06005 Nice Cedex

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Jean-Jacques PESANDO, Chef des Projets océanographiques

2 - M. DOUSSAN - Relations Publiques

3 -

MATÉRIEL EXPOSÉ :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Bouée Marisonde B	Bouée télémesure pour système ARGOS	Mise à l'eau au large de Nice et liaison satellite avec réception sur le lieu du congrès
Station de mesure autonome SM02	Mesures océanographiques sous-marines	

DÉSIGNATION DE LA FIRME : SEBA HYDROMETRIE GmbH

ADRESSE COMMERCIALE

Désignation du Service :

Adresse postale : Lindauer Strasse 3

Ville : KAUFBEUREN-OBERBEUREN Code postal : 8950

Pays : Rép. Féd. d'Allemagne

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Wolfgang ZASCHE, Ingénieur des Ventes

2 -

3 -

Cf. Société ISMA qui représente la SEBA HYDROMETRIE GmbH en France.

DÉSIGNATION DE LA FIRME : SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE PROPULSION (SEP)

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service : SEP

Adresse postale : Tour Nobel - Cedex N° 3

Ville : PARIS La Défense

Code postal : 92080

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Alain HOMBREUX - Direction Commerciale : Relations Internationales

2 - M. THIEBOT, Ingénieur

3 -

MATÉRIEL EXPOSÉ :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
VIZIR	Restitution en temps réel des images en provenance des satellites avec toute leur résolution (système à faisceau laser modulé).	Exposition des images METEOSAT/GOES 10/SMS/LANDSAT
STARIS	Station de réception des satellites d'observation de la terre pour la haute résolution (PdUS Météosat, par exemple)	Présentation du «block diagram» de la station STARIS

DESIGNATION DE LA FIRME : SOCIÉTÉ PRÉCIS MÉCANIQUE

ADRESSE COMMERCIALE :

Désignation du Service :

Adresse postale : 14, rue Denis Papin

Ville : BEZONS

Code postal : 95870

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. Claude PINCHAUX, Gérant

2 -

3 -

M A T É R I E L E X P O S É :

Désignation commerciale	Fonctions et usages du matériel	Type de démonstration effectuée avec ce matériel au cours de l'exposition
Pluviographe à augets basculeurs	Mesures des précipitations	
Pluviomètre d'intensité		
Système d'acquisition de données pour pluviographe		

REMARQUE : L'électronique est réalisée par la Société NEREIDES
66, boulevard de Mondétour - 91400 ORSAY.

DÉSIGNATION DE LA FIRME : WILD LEITZ FRANCE

ADRESSE COMMERCIALE

Désignation du Service : Département Hydrométrie

Adresse postale : 86, avenue du 11 juin 1940 - B.P. 326

Ville : RUEIL MALMAISON

Code postal : 92506

Pays : FRANCE

NOM ET FONCTIONS du ou des représentants de la firme à l'exposition et au séminaire :

1 - M. DODANE, Chef du Département Hydrométrie

2 -

3 -

Cf. A. OTT GmbH que la Société WILD LEITZ FRANCE représente en France.

6. TABLE RONDE ET SÉANCE DE CLÔTURE

(après-midi du jeudi 31 mai 1979)

Président : Sir Norman ROWNTREE
*Professor of Civil Engineering University
of Manchester*

Co-Président : M. Marcel ROCHE
Chef du Service Hydrologique de l'ORSTOM

Assesseurs : MM. CRUETTE, LE BERRE et PESANT
Rapporteurs
M. CALLEDE
Coordinateur de l'Exposition
MM. AYIBOTELE, FERRAND, KLOHN,
LAMAGAT et TAILLADE-CARRIERE
Co-Rapporteurs
M. PFISTER
Secrétaire Général du CEFIGRE

SOMMAIRE

Document 6.1.

Compte rendu de la table ronde et de la séance de clôture **Jacques MOLINARI**

Document 6.2.

Conclusions et recommandations adoptées en séance de clôture
..... **Ensemble des participants**

DOCUMENT 6.1.

**COMPTE RENDU DE LA TABLE RONDE
ET DE LA SÉANCE DE CLÔTURE**

Jacques MOLINARI

*Chargé de Mission
CEFIGRE
Sophia Antipolis, FRANCE*

1. PRÉSENTATION DE DOCUMENTS AUDIOVISUELS

Afin de disposer d'un délai suffisant pour la mise au net du projet de conclusions et de recommandations rédigé en matinée par le groupe de travail restreint, les organisateurs avaient réservé le début de cette dernière séance à la présentation de documents audiovisuels.

Ont été successivement projetés et commentés :

(a) Un film de la Société SAFARE-CROUZET intitulé «Stations de télémesure océano-météorologiques».

Ce film présente la construction des corps des bouées de télémesure «Marisonde», la réalisation des circuits électroniques, ainsi que la mise à l'eau des différents types de bouées (bouées de télémesure reliées à des stations à terre, et bouées fonctionnant avec le système ARGOS).

La seconde partie du film présente les voiliers sans pilote «Marisonde» équipés d'un système de télémesure ARGOS réalisés pour la Météorologie Nationale Française pour mesurer la température superficielle de l'eau, la pression atmosphérique et la vitesse du vent.

(b) Une série de diapositives sur les équipements satellite et balises du système ARGOS réalisés par la Société Électronique Marcel DASSAULT.

Après présentation de la nacelle et du ballon de l'expérience EOLE et un rappel de l'acquis de ce programme (suivi par satellite de ballons sonde météorologiques) qui a connu un très grand succès et qui est à l'origine du projet ARGOS, le commentateur, M. PEBERAY, a présenté la participation de l'Électronique Marcel DASSAULT à ce dernier programme pour lequel elle a réalisé tous les équipements ARGOS embarqués sur les satellites TIROS-N, les stations d'orbitographie et les balises ARGOS destinées aux utilisateurs.

Le système ARGOS a été étudié pour que les balises des utilisateurs soient les plus simples possible. C'est pour cela que l'accès aléatoire des messages à bord des satellites a été retenu. Les balises ne sont, de ce fait, que de simples émetteurs qui transmettent à intervalles réguliers (environ toutes les 200 secondes en hydrologie) les informations fournies par les capteurs.

L'électronique des balises, de petites dimensions, peut être intégrée dans toutes sortes de coffrets adaptés à l'utilisation envisagée (ballon, station-sol, navire, bouée...).

L'Électronique Marcel DASSAULT a étudié deux types de coffrets :

- un coffret pour les applications sol, bien adapté pour équiper les stations hydrologiques,
- un coffret cylindrique permettant une intégration facile dans le corps des bouées.

L'électronique des balises se compose des trois sous-ensembles suivants :

- le sous-ensemble émetteur (fréquence émission 401,65 MHz),
- le sous-ensemble traitement qui assure la mise en forme des informations provenant des capteurs,
- le sous-ensemble alimentation qui génère toutes les tensions nécessaires et accepte à l'entrée une tension régulée pouvant varier de 16 à 35 Volts.

L'équipement minimal pour utiliser le système ARGOS se compose de l'électronique, d'une antenne et d'une source d'énergie.

Parmi les programmes en cours, il faut retenir l'expérience en hydrologie, parfaitement réussie, menée par l'ORSTOM sur le fleuve SALOUM, qui a fait l'objet d'une communication de M. CALLEDE.

A l'issue de ces projections, MM. J.P. PFISTER, Secrétaire Général du CEFIGRE, et J. MOLINARI, Chargé de mission, ont annoncé l'imminence de la mise en service des locaux définitifs du CEFIGRE dont les participants ont pu apprécier sur place, à moins d'une centaine de mètres du lieu du séminaire, l'avancement des travaux et la qualité de la réalisation.

2. PRÉSENTATION DES CONCLUSIONS ET SYNTHÈSES

Après une première lecture du projet rédigé par le groupe de travail restreint constitué par les animateurs et les organisateurs, à savoir :

- le Président et le co-Président : Sir Norman ROWNTREE et M. ROCHE,
- les Rapporteurs et co-Rapporteurs : MM. AYIBOTELE, CRUETTE, FERRAND, LE BERRE, LAMAGAT représentant M. le Ministre L. KEITA, PESANT, TAILLADE,
- ainsi que MM. PFISTER et MOLINARI,

le Président sollicite des Rapporteurs une brève synthèse des travaux de leur atelier.

Après que M. ROCHE ait brièvement rappelé quels étaient les objectifs du séminaire et exprimé sa satisfaction de les voir atteints en cette fin de troisième journée, MM. ROCHE et PESANT observent, l'un et l'autre, que les deux premières séances atelier qu'ils présidaient respectivement ont joué le rôle que l'on en attendait, à savoir fournir les éléments techniques et pratiques d'un débat où les avis des représentants des pays en développement seraient particulièrement sollicités.

Les Rapporteurs convenant tous deux que la plupart des questions abordées dans leur atelier ont été reprises, complétées et quelquefois résolues au cours des ateliers suivants, passent la parole à M. LE BERRE qui résume de la manière suivante les débats ayant traité des «Problèmes des utilisateurs» :

La télétransmission par satellite des données hydrologiques

(1) concerne schématiquement trois catégories de pays caractérisés de la manière suivante selon leurs besoins et leurs moyens :

Pays	Besoins	Moyens
Canada U.S.A.	++	++
Brésil	++	+ expérience prévue
Pays tropicaux en développement	à définir	0

- (2) est susceptible d'apporter aux pays tropicaux en développement les avantages suivants :
- atténuation des problèmes d'accessibilité aux stations de mesure ;
 - gains sur les délais de collecte (l'importance de cet aspect varie selon les pays et se révèle souvent d'un intérêt secondaire).
- (3) suscite un certain nombre de questions :
- sur l'utilisation des données : apparaît un certain malaise dans la définition des besoins, leur niveau (national et/ou régional), leur échéance (réalisations actuelles et/ou projets futurs) ;
 - sur la dissémination des informations ;
 - sur la dépendance économique en matière d'investissements et de coûts, et sur la dépendance politique qui en résulte ;
 - sur le passage, soit radical, soit progressif, de la technique actuelle à une technique plus avancée ;
 - sur la formation dont on ne parle jamais assez, d'autant que l'on ne dispose pas encore de données suffisamment sûres en matière de technologie, d'économie et de sociologie.

En conclusion, le Rapporteur de cette troisième séance atelier livre son opinion personnelle en estimant que vient de se tenir là une sorte de réunion «zéro» sur le sujet, car, si l'on vient d'avoir la preuve de l'efficacité de la technique, cette dernière se manifeste avant que les besoins soient clairement définis et avant que les praticiens susceptibles d'y recourir en connaissent l'existence.

M. CRUETTE, qui lui succède à la tribune, estime ne pouvoir résumer l'échange de vues très approfondi qui s'est instauré au cours de la séance atelier sur les aspects techniques qu'il présidait. Il estime que cette réunion aura permis d'éclairer les points de vue de chacun, et que les participants vont quitter ce séminaire pourvus d'une riche information, mais que tout reste à faire en matière de formation.

La présentation des synthèses s'achève avec le compte rendu de l'exposition présenté par M. CALLEDE qui rappelle que le séminaire a rassemblé 27 représentants de 15 sociétés spécialisées dans le matériel de télétransmission et que l'exposition présentait, en fonctionnement :

- deux plateformes d'émission employant le système ARGOS,
- deux plateformes d'émission employant le système MÉTÉOSAT,
- une station de réception avec antenne de poursuite employant le système ARGOS,

et que des liaisons toutes les trois heures avaient été établies avec le système MÉTÉOSAT, avec des délais de transmission compris entre six et vingt minutes.

3. DISCUSSION DU PROJET DE CONCLUSIONS ET DE RECOMMANDATIONS

L'examen du projet présenté par le Président est repris très attentivement à partir du document préparé par le secrétariat technique. Un grand nombre de corrections, de modifications et retouches sont apportées dont toutes recueillent l'assentiment unanime des participants.

4. CONCLUSIONS DU PRÉSIDENT

Après avoir soumis à l'assemblée, qui l'adopte à l'unanimité, le projet de conclusions et de recommandations dont on trouvera la version ainsi amendée en 6.2., Sir Norman ROWNTREE se félicite de cet accord et assure à l'assemblée qu'il vient de vivre le plus fascinant séminaire auquel il ait jamais participé.

Le Président, qui a apprécié la haute qualité des interventions, remercie tout d'abord les délégués venus de très loin, sans la participation desquels le séminaire n'aurait pas atteint son but ; il remercie ensuite les représentants des Nations Unies qui, par leur sagesse et leur savoir, ont apporté une précieuse contribution à la haute tenue des débats.

Sir Norman ROWNTREE remercie également de nouveaux venus au séminaire du CEFIGRE : les constructeurs et les industriels qui ont su présenter de façon très claire une technologie de pointe, répondre avec pertinence et objectivité à toutes les questions posées, et formuler d'intéressantes remarques.

Il les remercie également d'avoir consacré beaucoup d'efforts et de soins à la réussite d'une exposition, laquelle, en dépit de son caractère improvisé, a atteint pleinement son objectif.

Pour clore son allocution, le Président remercie les organismes sous l'égide desquels s'est déroulé le séminaire :

- l'Organisation Météorologique Mondiale, laquelle, en accordant son patronage à la manifestation, lui a donné l'élan indispensable,
- l'ORSTOM qui avait proposé au Conseil Scientifique du CEFIGRE le thème du séminaire et en avait jeté les bases,
- le CEFIGRE, cheville ouvrière de la réalisation du projet,

sans omettre le Centre d'Études et de Recherches Appliquées au Management (CERAM), lequel, dans l'attente de l'achèvement des locaux du CEFIGRE, a bien voulu mettre à la disposition des organisateurs ses salons et ses salles de conférences remarquablement et fonctionnellement agencés.

Le Président adresse enfin ses félicitations pour leur entière réussite et la chaleur de leur accueil à MM. CALLEDE, CRUETTE et MOLINARI qui ont mis sur pied cette réunion ainsi qu'à tout le secrétariat technique du CEFIGRE qui a accompli une nouvelle fois la prouesse de se surpasser.



DOCUMENT 6.2.

**CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS
ADOPTÉES EN SÉANCE DE CLÔTURE**

La possibilité récente de transmettre directement par satellite les données recueillies par une station hydrométrique à un centre de décision, constitue un événement d'importance qui a provoqué l'organisation du présent séminaire.

Ce séminaire a permis un dialogue constructif entre les représentants des Agences Spatiales, ceux des constructeurs de matériel, les expérimentateurs, ainsi que les utilisateurs potentiels. Il s'est appuyé également sur l'attention témoignée par les Organisations Internationales du Système des Nations Unies intéressées, et notamment par l'Organisation Météorologique Mondiale qui a bien voulu accorder son patronage.

I. Ce séminaire a permis de constater que les utilisateurs exprimaient leurs besoins prioritaires sous la forme suivante :

- (1) Faciliter d'une façon générale la collecte des données dans les pays dans lesquels les problèmes de distances et de difficultés d'accès sont extrêmement contraignants.
- (2) Utilisation des données des mesures hydrométriques en vue de la planification et de la conception des aménagements, ce qui ne nécessite qu'une collecte en temps différé.
- (3) Prévision des crues et des apports requérant des données en temps réel.
- (4) Élaboration d'une prévision destinée à la gestion des aménagements ainsi qu'à des avertissements concernant des dangers ou des opérations prioritaires, exigeant de ce fait la dissémination des informations.
- (5) Prise en considération de la dépendance économique que peut introduire un système nouveau dont les États ne seraient pas entièrement maîtres.
- (6) Prise en considération de l'introduction, par ces techniques, d'un hiatus technologique entraînant, entre autres, des problèmes spécifiques d'organisation et de formation.
- (7) Désir que l'introduction de telles techniques reste compatible avec les dispositifs existants.

II. ATTENDU QUE :

- (1) Les techniques de télétransmission par satellite semblent présenter les caractéristiques suivantes :
 - (a) répondre aux objectifs de surveillance et de contrôle des réseaux de base, ainsi qu'aux objectifs de gestion des aménagements ou systèmes d'eau, exigeant des données en temps réel ;
 - (b) développer des qualités intrinsèques propres aux deux catégories de systèmes :
 - géostationnaire,
 - à défilement ;
 - (c) rendre les services suivants assurés par les Agences Spatiales :
 - réception centralisée,
 - traitement des données à différents niveaux,
 - dissémination des résultats sous formes diverses (téléc, téléphone, réinjection dans un système spatial de retransmission) ;

- (2) D'après les résultats des discussions avec les Agences Spatiales, la pérennité de ces systèmes paraît assurée, ce qui semble satisfaire à l'une des principales préoccupations des utilisateurs potentiels.
- (3) D'après les échanges de vues entre les constructeurs, Agences et utilisateurs, les coûts d'acquisition, d'installation, d'exploitation et d'entretien, paraissent abordables par les utilisateurs.
- (4) L'utilisation de cette technologie ne saurait exclure les méthodes traditionnelles et son opportunité doit être examinée pour chaque cas particulier et en fonction des besoins réels.
- (5) Qu'il existe actuellement aux U.S.A. et au Canada des réalisations pouvant servir de référence à l'estimation de la fiabilité de cette technique.

III. CONSIDÉRANT :

Qu'un certain nombre de pays envisagent des réalisations analogues,

IV. LES PARTICIPANTS DU SÉMINAIRE RECOMMANDENT :

Que, compte tenu de la complexité du problème, les efforts portent à la fois sur :

- (a) l'information réciproque des parties,
 - (b) les conseils à apporter aux pays utilisateurs,
 - (c) la formation à dispenser aux responsables et gestionnaires des réseaux qui seront mis en place.
- (1) Que, sur le plan de l'information, sous les auspices de l'OMM :
 - (a) le CEFIGRE et l'ORSTOM élaborent dans les meilleurs délais une bibliographie commentée sur le sujet ;
 - (b) qu'un document, reprenant notamment les éléments des travaux du séminaire et dressant «un état de l'art», soit établi par l'ORSTOM et le CEFIGRE dans un délai tel que les responsables des éventuels pays utilisateurs puissent s'en servir comme d'un manuel-guide leur permettant de prendre, en connaissance de cause, les meilleurs choix, et de satisfaire au mieux leurs besoins de collecte, de traitement et de diffusion de données utiles à une gestion efficace de l'eau ;
 - (c) que ce document soit élaboré avec l'aide d'un professionnel d'un pays en développement intéressé, et sous la responsabilité d'un groupe d'experts comprenant les différents partenaires.
 - (2) Que, sur le plan du conseil, l'OMM, avec l'aide des Agences Spatiales, des constructeurs et des organisateurs du séminaire, prenne l'initiative de combler le vide actuel en organisant une structure d'assistance aux utilisateurs potentiels.
 - (3) Que, sur le plan de la formation, des modalités adaptées à l'état d'avancement des projets soient mises au point par le CEFIGRE, et notamment :
 - (a) que l'OMM appuie, par l'attribution de bourses, la formation par le CEFIGRE de stagiaires individuels qui seraient chargés dans leur pays de la gestion des ressources en eau à partir de données susceptibles d'être transmises par télédétection,

- (b) que, si les grands projets à l'étude dans divers pays avec l'appui des Organisations Internationales prennent corps, soit organisée au préalable une session de formation appropriée, pour permettre aux responsables intéressés de maîtriser pleinement l'exploitation des nouveaux moyens mis en place et des données utiles à une bonne gestion de l'eau.



LISTE DES PARTICIPANTS

I. — ORGANISATEURS

OMM

NEMEC Jaromir

Directeur du Département d'Hydrologie
et des Ressources en Eau,
OMM, Genève (Suisse)

KLOHN Wulf

Scientific Officer, Département d'Hydrologie
et des Ressources en Eau,
OMM, Genève (Suisse)

ORSTOM

GLEIZES Michel

Secrétaire Général, ORSTOM, Paris (France)

ROCHE Marcel

Chef du Service Hydrologique, ORSTOM,
Paris (France)

CEFIGRE

TENIERE BUCHOT Pierre Frédéric

Directeur de l'Enseignement, CEFIGRE,
Paris (France)

PFISTER Jean Paul

Secrétaire Général, CEFIGRE, Sophia Anti-
polis (France)

II. — SECRÉTARIAT SCIENTIFIQUE

CALLEDE Jacques

Responsable du Programme d'Évaluation de
la Télétransmission par Satellite, ORSTOM,
Paris (France)

LAKDHARI Marc

Chargé de Mission, CEFIGRE, Sophia Anti-
polis (France)

CRUETTE Jacques

Chef du Bureau de Télédétection, ORSTOM
Bondy (France)

MOLINARI Jacques

Chargé de Mission, Éditeur des présents actes,
CEFIGRE, Sophia Antipolis (France)

FORKASIEWICZ Janina

Chargée de Mission, CEFIGRE, Sophia Anti-
polis (France)

QUELENNEC Roger-Emmanuel

Chargé de Mission, CEFIGRE, Sophia Anti-
polis (France)

III. — PARTICIPANTS

AYIBOTELE Nii Boi

Acting Director
Water Resources Research Unit
Council for Scientific and Industrial Research
P.O. Box M 32, Accra (Ghana)

BEIDOU Bagnan

Chef de Section Hydrologie du Génie Rural
Service du Génie Rural
B.P. 241, Niamey (Niger)

BERTHELOT Roger

Conseiller Technique Principal
Programme des Nations Unies
pour le Développement
Room 2080 - 1, UN Plaza
N.Y. 10017 - New-York (USA)

CAMERLO Jacques

Directeur Central de l'Hydraulique
Ministère des Travaux Publics
B.P. V 6, Abidjan (Côte d'Ivoire)

CAMPELLO Manoel Sylvio C. NETTO

Assessor Sudene
Departamento de Servicios Básicos
Av. Moraes Rego s/n, Cidade Universitaria
50000 Recife - Pe (Brasil)

COLIN DE VERDIERE Michel

Chef du Bureau Ressources et Qualité des
Eaux, Service de l'Hydraulique, Ministère
de l'Agriculture
19, av. du Maine - 75732 Paris Cedex 15
(France)

DELORME Georges A.

Responsable Météorologie
ASECNA/PARIS
75, rue de la Boétie - 75008 Paris (France)

DUJARDIN Jean-Michel

Chef du Service Hydrologique, SOGREAH,
6, rue de Lorraine - 38130 Echirolles (France)

FAHMY Sarwat H. (*)

Project General Supervisor
UNDP Project for Water Master Plan
Ministry of Irrigation
13 Marad Street - GIZA (Egypt)

FERRAND Georges

Chef du Segment Sol METEOSAT
Agence Spatiale Européenne
18, av. E. Belin - 31055 Toulouse Cedex
(France)

GAGARA Mayaou(*)

Secrétaire Général
Comité Interafricain d'Études Hydrauliques
B.P. 369 - Ouagadougou (Haute-Volta)

GRINGEL Dieter

German Agency for Technical Cooperation
Dag Hammarskjöld Weg 1
6236 Eschborn (B.R.D.)

GUILLLOT Pierre

Chef du Service Ressource en Eau
Électricité de France, Division Technique
Générale
37, rue Diderot - 38000 Grenoble (France)

HOUET Hervé

Data Collection Platform Manager
European Space Operation Centre
Darmstadt (B.R.D.)

KIENITZ Gabor

WMO - Hydrological expert with the River
Niger Commission
Programme des Nations Unies pour le
Développement
Niamey (Niger)

KOVÁCS Gyorgy

Head of Department
National Water Authority
Fo - u 48-50 Budapest II (Hungary)

LAMAGAT Jean-Pierre()**

Conseiller Technique, Chef Mission ORSTOM
Ministère du Développement Industriel et
du Tourisme
B.P. 726 - Bamako (Mali)

LE BERRE René

Entomologiste TDR/BVC
Organisation Mondiale de la Santé
Palais des Nations, 1211 Genève 27
(Suisse)

(*) Participation limitée à l'envoi d'une communication.

(**) Représentant M. Lamine KEITA, Ministre du Développement Industriel et du Tourisme au Mali.

MARTINS Bankole

Assistant Director (Water Ressources)
Federal Ministry of Agriculture and Water
Ressources
34/36 Ikoyi Road
PMB 12700 - Lagos (Nigeria)

OWEN Wyndham Gethin

Hydrologist
WMO - Sahel Agrhyment Programme
B.P. 11011 - Niamey (Niger)

PELIGRY Pierre

Expert Division Hydraulique
Direction Générale du Développement
Commission des Communautés Européennes
200, rue de la Loi - 1049 Bruxelles (Belgique)

PESANT Claude

Directeur de l'Hydrométrie,
Direction de l'Hydrologie
Ministère des Richesses Naturelles du Québec
1640 boulevard de l'Entente
Quebec ; Province de Quebec (Canada)

PICQUENARD Jean-Pierre

Établissement d'Études et Recherches Météo-
rologiques
Météorologie Nationale
Magny les Hameaux
78470 Saint-Rémy les Chevreuses (France)

RIBEIRO DOS ANJOS Nelson da Franca(*)

Assessor Hidrologo
Departamento do Geração Centrais Eletricas
Brasileiras
ELETROBRAS
av. Presidente Vargas, 642 - sl 808
Rio de Janeiro 20079 (Brasil)

Sir Norman ROWNTREE

Professor of Civil Engineering
University of Manchester
Institute of Licence and Technology
88 P.O. Box, Sackville St.
Manchester (United Kingdom)

SECK Mansour

Directeur de la Météorologie Nationale du
Sénégal
Ministère de l'Équipement
Direction de la Météorologie Nationale
B.P. 4014 - Dakar (Sénégal)

SINGH Pritam

Member (Floods and Drainage)
Central Water Commission
West Block 8
R.K. Puram
New Delhi 110022 (India)

TAILLADE-CARRIERE Michel

Chef du Service ARGOS
Centre Spatial de Toulouse
18, avenue Édouard Belin
31055 Toulouse Cedex (France)

IV — CONSTRUCTEURS

ALSTHOM ATLANTIQUE - Ets NEYRTEC

DELAGE Germain
Chef du Service Mesures
B.P. 61 X - 38041 Grenoble Cedex (France)

COMPAGNIE POUR L'ÉLECTRONIQUE, L'INFORMATIQUE ET LES SYSTEMES (CEIS)

BERNARDET,
Directeur Général
MONIER Alain
Directeur Technique
LEROUGE Jean
Ingénieur systèmes
120, avenue Pierre Latécoère - B.P. 48 - 31700 Blagnac (France)

(*) Participation limitée à l'envoi d'une communication.

CIMEL ÉLECTRONIQUE

BUIS Jean-Pierre
Directeur Technique
13, boulevard Rochechouart - 75009 Paris (France)

COMPAGNIE INDUSTRIELLE DES PILES ÉLECTRIQUES (CIPEL)

BIGOT Alain
Service Ventes aux Administrations et à l'Exportation des Produits Industriels
125, rue du Pt Wilson - 92302 Levallois-Perret (France)

COMPAGNIE DES SIGNAUX ET ENTREPRISES ÉLECTRIQUES (CSEE)

DELMASES
Directeur
ESPINET
NIGEL
26, rue de Chambéry - 75014 Paris (France)

DORNIER SYSTEM

KAPPEL
Marketing Satellite Ground Stations
POPP
Programme Manager Ground Stations
P.O. Box 1360 - 7790 Friedrichshafen (B.R.D.)

ÉLECTRONIQUE MARCEL DASSAULT (E.M.D.)

PEBERAY Michel
Responsable commercial Balises ARGOS - Département Equipements
55, quai Carnot - 92214 Saint-Cloud (France)

ISMA (représentant en France de SEBA)

KOLZ Hilmar
Gérant
Service Instruments scientifiques
24, rue Poincaré, B.P. 70 - 57601 Forbach Cedex (France)

LEUPOLD AND STEVENS

KENT
Gérant (United Kingdom)
P.O. Box 688 - Beaverton, Oregon, 97005 (USA)

Mac MICHAEL Limited

CLEVERLEY M.E. (*)
Advanced Project Manager
ASHWORTH Rupert S.H.
Marketing Manager
FRYETT A.
Project Manager, Data Collection Platform
DUFFY T.S.
Senior Engineer
Wexham Road - Slough, Berkshire (United Kingdom)

OTT GmbH

THIEL Rudolf
Ingénieur, Service des Ventes
Jägerstrasse 4-12, Postfach 2120
D 8690 Kempten (B.R.D.)

PLESSEY RADAR Limited

GRINSTED William Angus(*)
Meteorological Consultant
Tolworth Rise
Surbiton, Surrey, KT5 9NW (United Kingdom)

POLAR RESEARCH LABORATORIES

BUCK Beaumont
President
BROWN Walter P.
Vice-Président
123, Santa Barbara Street
Santa Barbara, California, 93101 (U.S.A.)

PROMETRON (Représentant en France de LEUPOLD and STEVENS)

BERNARD
Gérant
108 bis, rue Championnet - B.P. 240 - 75865 Paris Cedex 18 (France)

SAFARE CROUZET

PESANDO Jean-Jacques
Chef des Projets océanographiques
DOUSSAN
Relations Publiques
98, av. St Lambert - B.P. 171 - 06005 Nice Cedex (France)

SEBA HYDROMETRIE GmbH

ZASCHE Wolfgang
Ingénieur des ventes
Lindauerstrasse 3 - 8950 Kaufbeuren-Oberbeuren (B.R.D.)

SOCIÉTÉ EUROPÉENNE DE PROPULSION (S.E.P.)

HOMBREUX Alain
Direction Commerciale, Relations Internationales
THIEBOT
Ingénieur
Tour Nobel, Cedex n° 3 - 92080 Paris - La Défense (France)

SOCIÉTÉ PRÉCIS MÉCANIQUE

PINCHAUX Claude
Gérant
14, rue Denis Papin - 95870 Bezons (France)

(*) Participation limitée à l'envoi d'une communication.

WILD LEITZ FRANCE (Représentant en France de A.OTT GmbH)

DODANE Dominique

Chef du Département Hydrométrie

86, avenue du 11 Juin 1940 - B.P. 326 - 92506 Rueil Malmaison (France)

V. – OBSERVATEURS**HONORÉ Roger**

Secrétaire Général de la revue «La Houille Blanche»

5, Chemin des Marronniers - B.P. 356 - 38008 Grenoble (France)

ROCHE Pierre-Alain

Ingénieur Élève à l'École Nationale des Ponts et Chaussées

École Nationale des Ponts et Chaussées

28, rue des Saints-Pères - 75007 Paris (France)

ROUQUEROL Yves

Hydrologue

Service d'Aménagement des Eaux

Paris (France)



**RENCONTRES
ET RÉUNIONS INTERNATIONALES
ORGANISÉES PAR LE CEFIGRE**

**SEMINAIRE INTERNATIONAL DE RÉFLEXION SUR LA GESTION RÉGIONALE
DE L'EAU**

Sophia Antipolis, 9-12 janvier 1978.

**RÉUNION D'EXPERTS SUR LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DOUCE DANS
LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE** (réunion internationale convoquée par le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement [PNUE] et organisée avec le
concours du CEFIGRE).

Cannes, 25-29 avril 1978.

**SÉMINAIRE SUR L'ADMINISTRATION ET LA GESTION DES DONNÉES UTILES
A LA POLITIQUE DE L'EAU** (organisé en collaboration avec l'Organisation
Météorologique Mondiale [OMM]).

Cannes, 16-22 mai 1978.

SÉMINAIRE SUR L'UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU

Cannes, 6-8 décembre 1978.

**SÉMINAIRE SUR LA POLITIQUE DE L'EAU POUR L'AGRICULTURE EN ZONES
ARIDES ET SEMI-ARIDES** (organisé conjointement avec le Comité Interafricain
d'Études Hydrauliques [CIEH]).

Niamey (République du Niger), 12-18 février 1979.

**SÉMINAIRE SUR LA TÉLÉTRANSMISSION PAR SATELLITE APPLIQUÉE AUX
BESOINS DES PAYS EN VOIE DE DÉVELOPPEMENT** (organisé conjointement
avec l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer [ORSTOM]
et sous le patronage de l'Organisation Météorologique Mondiale [OMM]).

Il est possible de se procurer certains des documents correspondants auprès du :

CEFIGRE
Service de Documentation
Sophia Antipolis
B.P.13
06560 Valbonne, France.
Tél. (93) 74 31 00
Télex 461311 F.

O.R.S.T.O.M.
Service des Publications
S.S.C. BONDY
