

PARIS

QUEBEC



TECHNIQUES DE TELETRANSMISSION
DES MESURES HYDROMETRIQUES UTILISEES
DANS LA PROVINCE DU QUEBEC (CANADA)

* * *

Compte rendu d'une mission hydrologique
effectuée au Québec

par

Jacques CALLEDE
Docteur-Ingénieur

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

O.R.S.T.O.M.

Fonds Documentaire

N° : 81/77/00549 41

Cote : B.

Date :

Août 1977.

~~23 NOV. 1977~~

~~O. R. S. T. O. M.~~

~~Collection de Référence~~

~~n° 8889 Hyd.~~

I - OBJET DE LA MISSION

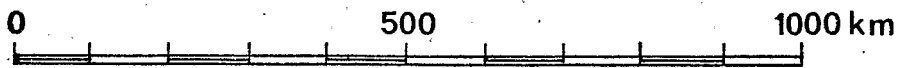
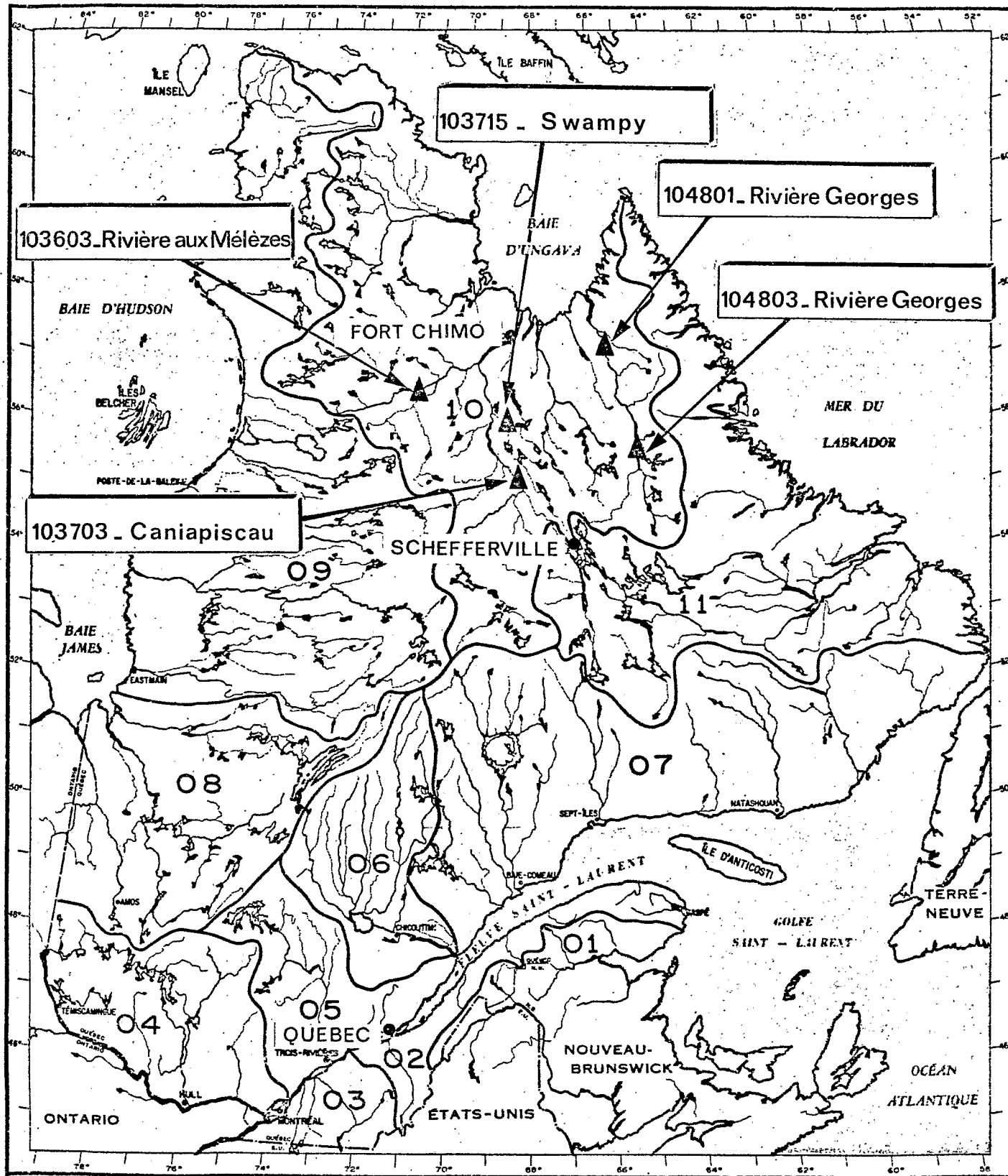
La mission hydrologique que je viens d'effectuer, dans le cadre des accords de coopération franco-qubécois, du 3 au 17 août 1977, avait pour but de me faire connaître les méthodes et techniques employées par le Service Hydrométrique (Ministère des Ressources Naturelles) du Québec pour assurer la télétransmission des hauteurs limnimétriques observées à certaines stations situées dans des régions difficiles d'accès du nord de la province du Québec.

Durant cette mission, j'ai pu réellement participer à l'installation, aux réglages et au contrôle du fonctionnement de cinq nouveaux dispositifs de télétransmission implantés sur cinq stations hydrométriques (fig. 1) proches de la baie d'Ugawa (Nouveau-Québec).

II - DEROULEMENT DE LA MISSION

- 3 août : arrivée à Québec.
- 4-5 août : accueil au Ministère des Ressources Naturelles. Présentation du matériel. Préparation de la mission.
- 6-7 août : week-end.
- 8 août : entretien avec le spécialiste en informatique du Service hydrologique. Départ sur Schefferville.
- 9 août : Etape Schefferville-Fort Chimo, en hydravion. Arrêt à la station hydrométrique n° 103703 (Caniapiscau) et installation du dispositif de télétransmission. Détection et réparation d'une erreur de codage.
- 10 août : installation des dispositifs de télétransmission aux stations n° 104801 et 104803 sur la rivière Georges. Quelques ennuis de codage à la station 104801, une prise de connexion ayant été accidentellement au contact avec l'eau.
- 11 août : installation des dispositifs sur la rivière aux Mèlèzes (n° 103603) et sur la Swanpy (n° 103715).
- 12 août : par téléphone, le Service hydrologique, à Québec, nous fait savoir que la télétransmission s'effectue correctement via Suttland (Maryland) et Washington. Retour par avion au Québec.
- 13-14 août : week-end.
- 15 août : étude du décodage des messages reçus de Washington. Examen des points de détail concernant le matériel de télétransmission. Exposé aux ingénieurs et techniciens hydrologues de quelques techniques utilisées au Service hydrologique de l'ORSTOM (microcopie, emploi du cercle hydrographique, jaugeages par intégration, etc.).
- 16 août : visite au Service Météorologique du Ministère des Ressources Naturelles. Examen détaillé des matériels hydrologiques utilisés au Québec.
- 17 août : départ de Québec, après une intéressante visite au Service des Voies navigables.

Emplacement des stations hydrométriques équipées pour la télétransmission en Août 1977 Fig:1



Durant cette mission, j'ai rencontré :

- Monsieur R. Perrier, directeur de l'Hydrologie,
- Monsieur C. Pesant, directeur de l'Hydrométrie,
- Monsieur M. Desruisseaux, ingénieur responsable du réseau hydrométrique et du programme de télédétection,
- Monsieur M. Miron, ingénieur au service de l'Hydrométrie,
- Monsieur G. Paulin, directeur de la Météorologie,
- Monsieur P. Lambs, ingénieur au Service météorologique,
- M. le capitaine N. Demers, responsable de la Navigation fluviale.

III - TECHNIQUES DE TELETRANSMISSION DES DONNEES HYDROMETRIQUES AU QUEBEC

III.1. Principe :

Le système utilise le satellite géostationnaire américain GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) positionné à 070° de longitude ouest.

Chaque station émet en UHF (401 MHz) en direction du satellite qui retransmet sur la station terrestre de Suitland.

La configuration du satellite impose pour chaque station une fenêtre d'émission de une minute de durée, toutes les trois heures seulement. Il est cependant possible d'interroger les capteurs entre les heures d'émission et de stocker l'information jusqu'à la prochaine transmission.

A l'heure actuelle, les résultats se présentent sous la forme de messages codés, en provenance de Washington et reçus sur télétipe à Québec. Une amélioration du système de réception est envisagée.

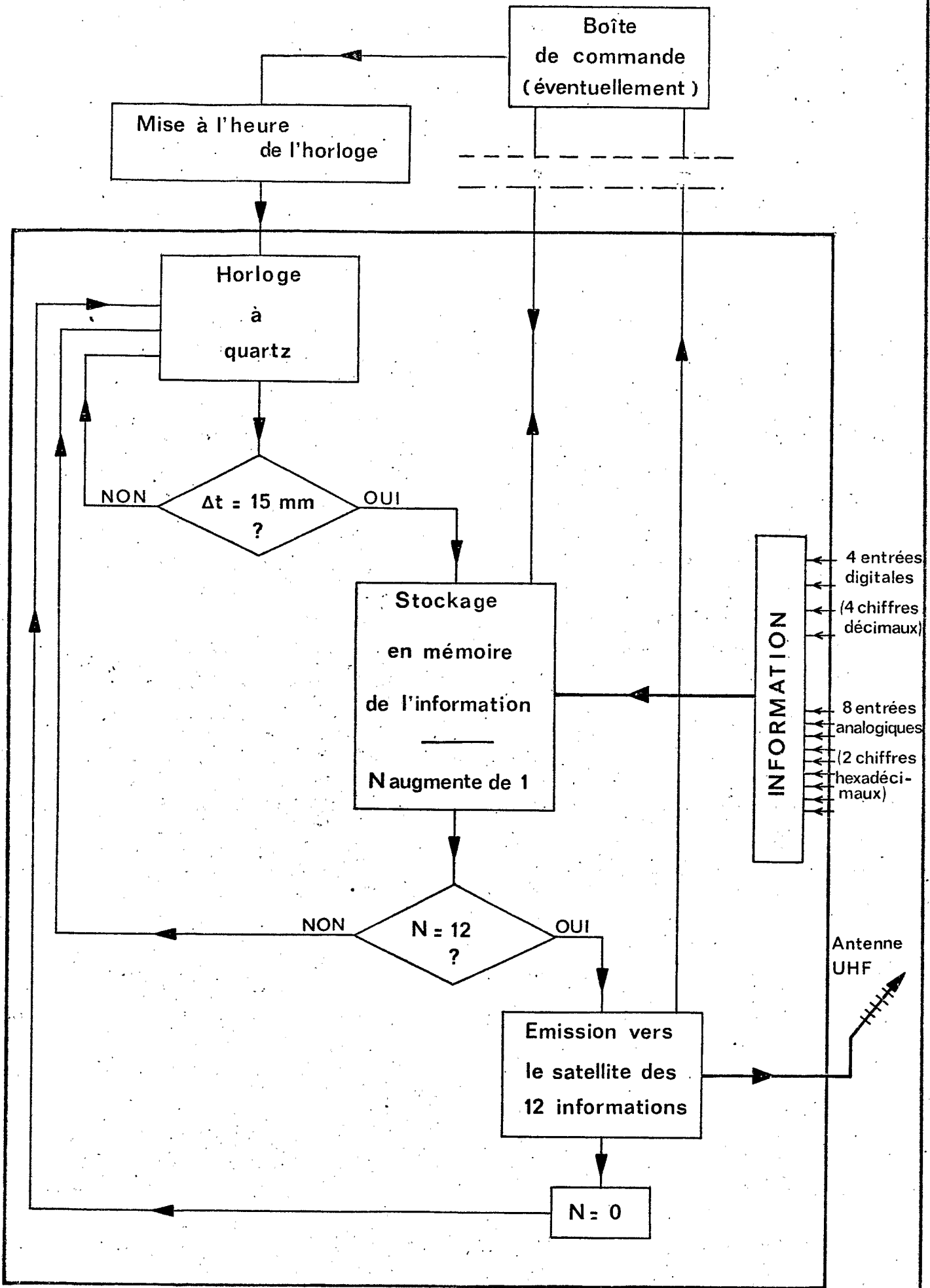
III.2. Le matériel :

Le Service hydrométrique du Québec utilise le matériel fabriqué par la société La Barge Inc. à Tulsa (Oklahoma), sous la référence CDCP (Convertible Data collection Platform). Il consiste en un dispositif compact, appelé "plateforme", se présentant sous la forme d'un tonnelet étanche ; sur cette plateforme viennent se raccorder :

- l'antenne d'émission,
- un cordon multi-brins pour la jonction avec l'alimentation et les interfaces des capteurs,
- au moment de l'installation, un cordon multibrins de jonction avec une boîte de commande (test set).

La plateforme contient (fig. 2) :

- une horloge à quartz,
- un microprocessor, gérant les diverses fonctions,
- une mémoire accumulant les données des capteurs,
- un émetteur UHF.



La boîte de commande permet de programmer le microprocessor et de remettre l'horloge à l'heure.

Il est possible de travailler soit avec le satellite GOES, soit avec le satellite LANDSAT.

Les capteurs peuvent être interrogés toutes les 15 minutes (cet intervalle peut être augmenté). Il est possible de raccorder jusqu'à 4 capteurs exploités en digital, plus 8 capteurs exploités en analogique.

III.3. Les interfaces :

La plateforme La Barge est axée sur l'emploi des codeurs Stevens ou Fischer and Porter, d'usage très répandu aux Etats-Unis et au Canada. Ce codeur transforme une rotation mécanique (rotation d'un axe, par exemple sous l'effet d'un flotteur montant ou descendant suivant le niveau de l'eau) en un nombre décimal à 4 chiffres (1 rotation complète de l'axe du codeur = 100). Ce nombre à 4 chiffres est alors codé en DCB (Décimal Codé Binaire) à 4 bits par chiffres (soit donc 16 bits au total).

Les entrées digitales sont branchées en parallèle, les codeurs étant au repos en position "0000" et interrogés l'un après l'autre.

Les entrées analogiques s'effectuent en tension (0 à + 5 volts) et sont codées par la plateforme (2 chiffres hexadécimaux).

III.4. Alimentation :

La solution retenue consiste en une batterie d'accumulateurs 12 volts, 20 A/h, à électrolyte gélifié (résistance au froid). Cette batterie est continuellement rechargée par des piles CIPEL à amorçage à la soude caustique, de 140 A/h.

Un tel système est prévu pour fonctionner au moins six mois. Une voie analogique dans la télétransmission est utilisée pour vérifier constamment la valeur de la tension d'alimentation.

III.5. Installation sur le terrain :

L'installation consistait en :

- démontage de l'horloge du codeur Stevens, le "top" de codage étant désormais donné par la plateforme,
- installation de la plateforme et raccordements électriques au codeur et à l'alimentation,
- amorçage des batteries CIPEL,
- programmation de la plateforme,
- mise à l'heure de la plateforme,
- contrôle du bon déroulement de la séquence de télétransmission et vérification de la valeur des données stockées en mémoire,
- installation et orientation de l'antenne UHF. Raccordement de l'antenne à la plateforme.

III.6. Difficultés rencontrées lors de l'installation :

En réalité, il n'y a eu aucune difficulté majeure lors de l'installation ; la meilleure preuve étant le fait que nous avons pu équiper deux stations par jour. Seuls quelques petits incidents ont été rencontrés et facilement surmontés.

Néanmoins, il convenait de faire très attention à la mise à l'heure de la plateforme, le "top" devant être donné avec une précision en temps de 2 à 3 secondes. Ceci implique l'usage d'une montre ou d'une pendule à quartz dont l'état et la marche auront été soigneusement vérifiés avant le départ en mission : c'est ce qui a été fait lors de ce travail ; un contrôle supplémentaire provenant de l'utilisation d'un chronomètre Omega, d'état et de marche connus. Il me paraît nécessaire de travailler avec deux garde-temps pour être certain de l'heure exacte, et une bonne précaution consisterait à écouter les signaux horaires WWV (ou WWVH), une fois par jour sur n'importe quel bon récepteur radio (le BFO est inutile) possédant la gamme des 5 à 20 Mhz.

Un second point un peu délicat réside dans l'orientation de l'antenne. La puissance à l'émission n'est que de 8 watts et le satellite est situé à près de 36 000 km de distance. Aussi l'antenne est-elle à haut gain, avec un diagramme de rayonnement très pointu qui impose une orientation précise en site comme en azimut. L'orientation en site s'effectue sans grande difficulté avec un gabarit de pente et un niveau à bulle de bonne dimension. Par contre, l'orientation en azimut implique la détermination du nord géographique. Ici, la méthode consistait en l'emploi d'un théodolite U.S. équipé d'une boussole. La proximité du pôle Nord magnétique entraînait de fortes valeurs de la déclinaison (une trentaine de degrés) et l'orientation était dégrossie avec une boussole à main. Il serait peut-être bon d'employer un matériel un peu plus précis (théodolite boussole Wild To) tout en essayant de mieux connaître la valeur de la déclinaison. Une excellente solution, puisque l'heure doit être connue à quelques secondes près, consiste à déterminer le nord géographique par visée au théodolite sur le soleil (méthode dite "de l'angle horaire du soleil"), ce qui nécessite une éphéméride astronomique de l'année (document d'usage courant dans la Marine).

III.7. Conclusions sur la technique employée :

Il ressort que le matériel utilisé est facile à mettre en oeuvre et ne consomme pas beaucoup d'énergie. Ce matériel paraît très fiable et particulièrement performant car il peut s'adapter à n'importe quelle situation, depuis la station hydrométrique simple jusqu'à la station météorologique utilisant 12 capteurs.

Un autre matériel, fabriqué par Ball Brothers à Boulder (Colorado) est utilisé par le Service hydrologique fédéral du Canada. Ce matériel ne peut accepter que 3 ou 4 capteurs (?), mais la diminution du prix d'achat est-elle tellement sensible ? Le système La Barge revient, avec les interfaces, aux environs de 4 700 \$ (soit 23 500 F), ce qui paraît peu vis-à-vis des avantages qu'on peut retirer de l'opération :

- d'une part, une absence ou une mauvaise télétransmission sert de "sonnette" : elle permet de détecter un vice de fonctionnement du capteur ou du système de télétransmission ;
- d'autre part, la possibilité de recevoir les données directement sur support informatique (bande magnétique) permet la mise à jour du fichier de données de base sans recopie manuelle (perforation de cartes, par exemple).

Notons enfin que les servitudes imposées par le gestionnaire du satellite sont minimales : seuls sont impératifs le codage du numéro de la station, la fréquence du canal d'émission et l'heure exacte de la fenêtre d'émission.

Au Canada, l'utilisation du satellite par le Service Hydrométrique est gratuite.

Le seul réel inconvénient du système réside dans l'obligation de remettre à l'heure l'horloge de chaque plateforme une fois par an.

IV - APPLICATION DE LA TELETRANSMISSION DES DONNEES HYDROMETRIQUES

A L'EUROPE ET A L'AFRIQUE

Le lancement du satellite européen METEOSTAT est imminent (novembre 1977). Ce satellite geostationnaire s'intègre dans le système mis au point par l'Organisation météorologique mondiale qui vise à assurer la surveillance de l'atmosphère du globe au moyen de cinq satellites météorologiques géostationnaires.

METEOSTAT sera positionné par 000° de longitude : il couvrira donc l'Europe et l'Afrique. La station de réception principale est située à Offenbach (République fédérale d'Allemagne), avec possibilité de retransmission, après décodage, via METEOSTAT sur des stations secondaires comme Lannion ou Ouagadougou.

Dans quelles conditions peut-on effectuer en Europe comme en Afrique la télétransmission des données hydrométriques ?

IV.1. Le matériel de base :

Dans un tout premier temps, et pour des considérations de fiabilité, de prix et de mise au point, nous devons nous tourner vers les dispositifs américains (La Barge, Ball Brothers, ...) et y adapter nos capteurs. Plus tard, il n'est pas impossible de trouver en Europe des constructeurs mettant à la disposition des hydrologues des plateformes mieux adaptées à nos divers besoins.

IV.2. Les interfaces :

Dans les conditions initiales (matériel de transmission en provenance des Etats-Unis), il convient de s'adapter aux contraintes du matériel choisi et par conséquent adopter le code des Stevens ou Fischer and Porter.

Ceci peut se faire :

- en adjoignant un codeur (sans bande perforée) aux limnigraphes OTT (entraînement par chaîne ou directement en bout d'arbre) et aux pluviographes (l'impulsion électrique créée à chaque basculement des augets commande un moteur pas à pas, qui entraîne lui-même l'axe du codeur) ;
- en faisant fabriquer des codeurs électroniques réalisant le même travail.

Cette solution deviendrait, au fur et à mesure de l'augmentation du nombre des stations équipées, de plus en plus intéressante côté coût des interfaces. Le prototype reviendrait, à peu de choses près, au même prix qu'un codeur Stevens.

La modification des capteurs (limnigraphe, pluviographe) doit permettre de continuer l'enregistrement graphique traditionnel.

IV.3. Coût de l'opération :

Compte tenu des prix pratiqués au Canada, l'équipement d'une station revient à :

| | |
|----------------|----------|
| - plateforme : | 20 000 F |
| - interface : | 5 000 F |
| - divers : | 2 000 F |
| | <hr/> |
| Total | 27 000 F |

Ceci pour un seul capteur digital.

Si l'on désire deux capteurs (hauteur d'eau, pluie), la dépense s'élève à 32 000 F, auxquels il faut ajouter, pour chaque unité régionale, une boîte de contrôle (test set) valant 7 500 F.

Peut-être faudra-t-il prévoir également une participation à la gestion du satellite (à titre d'exemple : 5 F par jour et par station pour le système ARGOS).

IV.4. Réception des données :

Pour valoriser au mieux les données, la réception doit être enregistrée sur bande magnétique. Convenablement transformée, cette bande permettra :

- le tracé automatique de l'hydrogramme ou du hyétogramme, pour contrôle,
- après contrôle, la mise à jour des fichiers de données de base de la station.

IV.5. Conclusions :

Dans certains cas, la technique de télétransmission peut rendre d'énormes services à l'hydrologie. Mais cela ne doit pas inciter l'hydrologue à négliger son réseau : tout dépend de la qualité des capteurs. Un puits ou un entonnoir à moitié bouché et le système ne transmet plus que des données fantaisistes. Méfions-nous aussi des actes, volontaires ou non, de vandalisme, ce qui impose la réalisation d'installations gardiennées.

V - TRAVAUX ANNEXES A LA MISSION

Profitant de la rencontre avec mes collègues québécois, j'ai pu les faire bénéficier de mon expérience sur :

- les techniques microcopies : microfilm, microfiche, système COM, matériels, prix d'achat et de revient, avantages et inconvénients,
- le jaugeage des rivières de grande largeur (technique du cercle hydrographique),
- la mesure des débits par la méthode d'intégration des vitesses le long d'une même verticale.

J'ai également rencontré le spécialiste de la pluviométrie et nous nous sommes rendu compte de la quasi identité de nos problèmes.

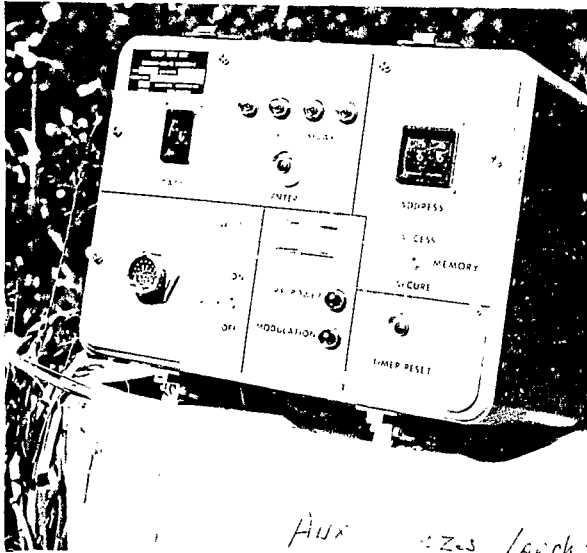
VI - CONCLUSION GENERALE

Les deux semaines passées dans la province du Québec m'ont permis d'acquérir la technique de l'installation des dispositifs de télétransmission, dispositifs qui sont susceptibles d'un certain avenir, surtout en Afrique.

A mon grand plaisir, j'ai pu constater une grande ressemblance entre le travail (et l'esprit) des hydrologues québécois et celui de leurs collègues de l'ORSTOM. Ceci probablement à cause, au climat près, des vastes espaces peu peuplés dans lesquels ils travaillent et où ils ne doivent compter que sur eux-mêmes.

Souhaitons qu'à leur tour les hydrologues québécois puissent venir connaître nos techniques africaines.

Je remercie mes collègues québécois pour leur bien sympathique accueil et l'excellent déroulement de cette mission. Mes remerciements vont aussi au Comité franco-québécois de l'eau, qui en a permis la réalisation matérielle.



Boîte de commande



Plateforme La Barge



Ensemble de l'installation



- A gauche : plateforme
- Au centre : limnigraphe à bulles
(servo-manomètre)
- A droite : Boîte de commande
et derrière, codcur STEVE