

ORSTOM

**LES COMPETENCES DES HYDROLOGUES DE L'ORSTOM EN MATIERE DE GESTION DE RESEAUX
HYDROLOGIQUES ET TELETRANSMISSION SATELLITAIRE**

**Laboratoire d'Hydrologie
Montpellier, janvier 1987**

Les compétences des hydrologues de l'ORSTOM en matière de gestion de réseaux hydrologiques et télétransmission satellitaire.

INTRODUCTION

Les hydrologues de l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) conduisent depuis une quarantaine d'années des études et recherches hydrologiques dans la zone intertropicale. Confrontés aux difficultés propres à ces régions (climat agressif, éloignement des stations de mesure, difficultés d'accès), ils ont recherché de nouvelles solutions pour la mesure et la transmission des données hydrologiques, utilisant notamment la télétransmission satellitaire au service de vastes réseaux hydrométriques et pluviométriques.

Cette note présente cette expérience hydrométrique tropicale de l'ORSTOM.

1 L'expérience de l'ORSTOM en hydrométrie

L'hydrologie orstomienne a débuté ses activités dès la naissance de l'Institut, par l'installation, la maintenance et la gestion des réseaux hydrologiques d'une dizaine de pays de l'Afrique de l'Ouest et Centrale dès 1946, notamment par exemple en GUINEE, au TCHAD, au CAMEROUN et au CONGO. Après l'accession de ces pays à l'indépendance, l'ORSTOM a poursuivi une assistance plus ou moins poussée auprès de bon nombre d'entre eux.

Au début les réseaux hydrologiques étaient constitués de stations hydrométriques, équipées d'échelles de crue centimétriques, dotées de lecteurs rémunérés. Ces stations furent rapidement complétées par des limnigraphes enregistreurs à flotteurs, puis à capteurs de pression pneumatiques.

En 1983, sur l'impulsion d'hydrologues de l'ORSTOM, étaient construits par la société ELSYDE des limnigraphes à capteurs de pression piézoélectriques, avec digitalisation de la mesure, correction atmosphérique et stockage des données in situ sur cartouches à mémoires statiques effaçables.

Dès 1971 l'ORSTOM avait aussi été associé aux premiers balbutiements français de la télétransmission satellitaire, en créant à Brazzaville un prototype de pluviographe à augets basculeurs dont les mesures étaient télétransmises par le satellite EOLE, avec un relai sol à Toulouse. Au début des années 1980 se développait une collaboration fructueuse entre les hydrologues de l'ORSTOM et la société CEIS-Espace pour la mise au point de télélimnigraphes et de télépluviographes utilisant le système de télétransmission ARGOS embarqué sur les satellites NOAA et TIROS. L'ORSTOM participait ensuite à la mise en place et à l'exploitation des premiers grands réseaux de télétransmission hydrologique en zone tropicale : projet HYDRONIGER, projet AMAZONE, projet pilote OMS-OCP Nord Togo. Ces premiers réseaux hydrologiques à télétransmission utilisent des limnigraphes classiques, à flotteurs ou à capteurs de pression pneumatiques, équipés de codeurs numériques.

A partir du projet OMS-Onchocercose, en cours de développement (à terme plus de 80 télébalises) les limnigraphes sont des limnigraphes à capteurs de pression piézoélectriques, beaucoup plus souples d'installation, et le message télétransmis mémorise des hauteurs d'eau antérieures, au lieu de ne transmettre que la seule hauteur d'eau instantanée.

Ainsi l'hydrologie de l'ORSTOM a su conserver sa compétence originale en hydrologie opérationnelle en l'adaptant aux avancées technologiques modernes qu'elle a souvent elle-même contribué à faciliter.

2 Les matériels hydrométriques modernes

2.1 Le limnigraphe CHLOE et le pluviographe OEDIPE d'ELSYDE

Les deux systèmes, qui ont en charge la mesure des deux grandeurs physiques essentielles de l'hydrologie : les cotes hydrométriques et les hauteurs pluviométriques, ont en commun le même mode d'enregistrement des données par stockage sur des cartouches régénérables à mémoire statique CE 64, de 64 K octets de capacité ; Le transfert de ces données sur tout ordinateur muni d'une liaison standard RS 232 est permis par une interface de lecture LCM également construite par la société ELSYDE. Ce transfert est géré par un protocole informatique comportant des contrôles de parités transversales et longitudinales, afin d'éviter tout risque de défaut de liaison malgré le débit rapide de la transmission qui se fait en code ASCII. Un effaceur à rayonnement ultraviolet E.C.M. de la société ELSYDE régénère les cartouches CE 64 qui peuvent être réutilisées sans péjoration de leurs caractéristiques. Selon le type d'application le stockage est agencé de telle sorte que la cartouche ait la plus grande capacité possible.

Le pluviographe OEDIPE, développé par la société ELSYDE avec la collaboration scientifique et technique de l'ORSTOM, est un système autonome dont la fonction consiste à mémoriser l'histogramme des basculements d'un pluviomètre à augets basculeurs, par datation de ces basculements en heure-minute-seconde sur le support CE 64 précédemment décrit. Un terminal de poche se connecte sur l'enregistreur OEDIPE et permet à l'opérateur, à tout moment, l'affichage de certains paramètres concernant la mesure et l'état de fonctionnement du système.

- . numéro de la carte électronique OEDIPE de l'enregistreur
- . cumul des basculements déjà enregistrés
- . durée de l'enregistrement déjà réalisé
- . date de l'enregistrement du dernier basculement
- . nombre d'octets déjà écrits dans la cartouche CE 64
- . état de la tension batterie vis à vis d'un seuil minimal de 11,8 volts.

Cet appareil est alimenté par une batterie d'accumulateur, au plomb ou cadmium-nickel, éventuellement rechargée par des panneaux solaires. La capacité de la cartouche CE 64 permet l'enregistrement de 16384 basculements. La température de fonctionnement de l'enregistreur (partie électronique) peut être comprise entre -10 et +70°C et l'humidité atteindre durablement 100% (ce matériel est lui-même garanti entre -25°C et +80°C).

Le limnigraphe CHLOE, développé aussi par la société ELSYDE avec la collaboration scientifique et technique de l'ORSTOM, est un système autonome qui enregistre les informations limnimétriques que lui transmet une sonde piézoélectrique SPI immergée. Cette sonde SPI constitue un ensemble électronique et informatique complet, destiné à la mesure précise des niveaux et des températures de liquides de densité constante. La sonde comporte une jauge de pression à semi-conducteur et une carte électronique intégrée dans un boîtier cylindrique en PVC immergeable. Cette carte électronique réalise la mise en forme des signaux capteurs, leur traitement de mise à l'échelle et de compensation des dérives thermiques. Elle transmet sur une liaison filaire un message binaire contenant les résultats de mesures en vraie grandeur, tenant compte de la température de l'eau et de la pression atmosphérique, ainsi que le numéro d'identification de la sonde SPI elle-même.

Ce concept original permet donc éventuellement d'utiliser des câbles de liaison de grande longueur (1 km et plus) sans dégradation de la précision ou de la sensibilité de la mesure. Il permet surtout la totale interchangeabilité des sondes SPI entre elles qui sont compatibles avec toutes les centrales d'acquisition CHLOE successivement construites par ELSYDE.

Il existe en effet plusieurs types de centrales d'acquisition CHLOE adaptées à différents besoins. Toutes ont en commun une logique évoluée d'acquisition de la mesure, destinée à stocker le maximum d'informations dans un minimum de place mémoire. Pour ce faire, deux grandeurs sont programmables :

- une période de scrutation dT, à l'issue de laquelle la centrale d'acquisition interroge le capteur SPI ;
- un seuil d'acquisition dH : si la différence entre la nouvelle mesure donnée par le capteur et l'ancienne déjà enregistrée atteint ou dépasse ce seuil dH, la nouvelle mesure est enregistrée, sinon le processus se renouvelle à l'issue d'une nouvelle période dT.

La période de scrutation est programmable de 1 à 99 minutes et le seuil d'acquisition de 1 à 99 cm.

Ainsi le limnigraphe CHLOE peut réaliser une saisie intelligente des données, adaptée à l'amplitude et à la rapidité de la variation du phénomène. Ce mode de saisie permet la collecte des seuls points significatifs et augmente donc l'autonomie de l'enregistrement sans rien enlever à sa pertinence.

L'appareil est doté d'un terminal conversationnel, qui selon les applications peut être intégré dans le boîtier de l'enregistreur ou au contraire être portable et autonome. Ce terminal permet l'initialisation de la base de temps, la programmation du seuil d'acquisition dH et de la période de scrutation dT, mais aussi la gestion du décalage du zéro de la cote limnimétrique. Il autorise surtout à tout moment la visualisation des mesures du capteur (cote et température) et de certains paramètres, variables avec les applications, comme le remplissage de la cartouche, et des paramètres de bonne santé du système, température de l'abri, tension de la batterie d'accumulateur ou des panneaux solaires qui peuvent éventuellement l'alimenter.

Le principal avantage de ce système, en plus de sa souplesse de gestion et de la grande capacité de sa mémoire, est certainement l'extrême facilité avec laquelle peut être installé le capteur SPI qui ne nécessite qu'une infrastructure minimale, la faible maintenance nécessaire et le faible encombrement de l'ensemble qui permettent notamment son transport aisé par hélicoptère sur les sites difficiles.

2.2. La prise en compte de la télétransmission satellitaire

Lorsque l'on dispose de matériels d'acquisition et d'enregistrement de la mesure aussi fiables et faciles à mettre en oeuvre, il est naturel de vouloir aussi télétransmettre ces mesures, afin de les acquérir en temps réel ou quasi réel. Deux systèmes satellitaires peuvent être utilisés, si l'on écarte a priori les systèmes non satellitaires (téléphone et réseau radio avec relais au sol), trop lourds à mettre en oeuvre dans les zones qui nous concernent habituellement compte tenu de leur consommation en énergie et de leur sensibilité aux phénomènes météorologiques eux-mêmes.

Les deux systèmes satellitaires s'appuient, l'un sur un satellite géostationnaire (METEOSAT pour l'Afrique, GOES pour le reste du monde), l'autre sur un réseau de satellites à défilement polaire (systèmes ARGOS embarqué sur NOAA et TYROS).

METEOSAT permet une acquisition en temps quasi réel, puisque l'on peut émettre toutes les heures et bénéficier des services du canal "alerte", les puissances d'émission sont plus fortes (5 à 40 W), mais la longueur des messages est importante (plus de 5000 bits).

ARGOS permet une acquisition disponible en temps différé (jusqu'à 6 heures à l'équateur), un message limité à 256 bits, mais de puissances d'émission nettement plus faibles (1 W) avec une antenne multidirectionnelle qui permet une mise en station très aisée.

Les premiers limnigraphes et pluviographes à être équipés de télétransmission se satisfaisaient de la transmission de la seule hauteur d'eau (ou du nombre de basculements) au moment du passage du satellite. L'ORSTOM a participé à la mise en place du réseau HYDRONIGER sur le fleuve Niger (financement de l'OMM, 65 télébalises), du réseau AMAZONE (DNAI, 25 télébalises) et du réseau pilote de l'OMS-OCP du Nord Togo (10 télébalises), qui étaient tous basés sur ce principe de télétransmission de la mesure instantanée et utilisaient le système ARGOS.

Mais on peut faire mieux en élaborant un message complexe, qui sera transmis lors du passage du satellite. Ce message mémorise des hauteurs d'eau ou des hauteurs de pluies à diverses dates programmées, antérieures au passage du satellite, et les restitue à chaque passage aux côtés d'informations sur la bonne santé du système (température, remplissage cartouche d'enregistrement, tension batterie et panneau solaire etc.). C'est ce système plus performant qui équipe le réseau du projet de lutte contre l'Onchocercose de l'OMS (à terme 80 télébalises).

Quel que soit le système de transmission retenu, ARGOS ou METEOSAT, les données peuvent être récupérées par les soins des centres spécialisés, ARGOS aux U.S.A. ou en FRANCE, METEOSAT à l'ESA en R.F.A., ou par l'utilisateur lui-même grâce à une station locale de réception satellite directe que développe CEIS-Espace.

Ces stations directes, SRDA pour ARGOS et SRDM pour METEOSAT, ont des logiciels parfaitement conviviaux qui permettent la gestion d'un réseau d'une centaine de télébalises et la constitution de banques de données spécialisées en temps réel ou légèrement différé. Le transfert automatique de ces banques de données, depuis le micro-ordinateur contenant la station de réception vers un micro-ordinateur support par exemple de la banque de données hydrométriques d'un service hydrologique, est possible en routine.

Ces données sont alors gérables par exemple par les progiciels HYDROM (pour l'hydrométrie) ou PLUVIOM (pour la pluviométrie) que le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM achève de mettre en oeuvre.

CONCLUSION

Ainsi l'ORSTOM dispose actuellement des compétences indispensables pour acquérir les données hydropluviométriques, les stocker, les télétransmettre et les gérer sous la forme de banques de données évolutives, avec des logiciels spécialisés performants. Ces techniques ont été mises en oeuvre par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier et les chercheurs des Unités de Recherches sur le terrain en AFRIQUE et dans le monde tropical. Elles sont à la disposition des services susceptibles de les utiliser.

L'ORSTOM s'efforce de constituer actuellement une filiale avec des partenaires scientifiques extérieurs (Laboratoire d'Hydrologie de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc et CIRAD) et des partenaires industriels (sociétés ELSYDE et CEIS-Espace). Cette filiale devrait lui permettre de répondre mieux et plus rapidement à des demandes de services extérieurs.

ANNEXES

Matériels d'acquisition limnigraphique et pluviographique :

- . le limnigraphe CHLOE d'ELSYDE
- . le pluviographe OEDIPE d'ELSYDE
- . la sonde SPI d'ELSYDE
- . l'interface de lecture LCM
- . l'effaceur ECM.

Matériel de télétransmission de la mesure d'acquisition de la télémesure :

- . les télébalises et les stations de réception de CEIS-Espace.

Progiciels de gestion des banques de données :

- . le logiciel HYDROM de l'ORSTOM

Plaquette du Ministère Français de l'Environnement

- . La FRANCE et l'Hydrologie Opérationnelle.

Communication B. POUYAUD au Colloque de l'OMM sur les Télémesures 23-27/03/87 à Toulouse.

ORSTOM ELSYDE

systeme CHLOÉ

Centrale hydrologique limnimétrique

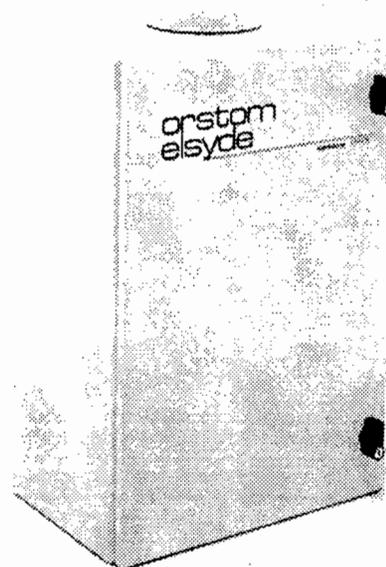
Le Système CHLOÉ est une centrale autonome d'enregistrement d'informations limnimétriques à laquelle se connecte une sonde immergée SPI.

L'enregistrement est réalisé sur une cartouche mémoire statique non volatile (EPROM) de grande capacité. Le temps d'échantillonnage des mesures ainsi que le seuil de variation de la hauteur d'eau déclenchant l'enregistrement sont sélectionnés par roues codeuses.

La sonde SPI communique sa profondeur d'immersion et la température des liquides. Dans sa version plus élaborée, elle intègre automatiquement les variations de densité et communique la masse volumique.

CHLOÉ est équipée d'un clavier et d'un affichage LCD permettant l'initialisation de la base de temps, la relecture de la cartouche mémoire et la visualisation des mesures capteurs.

En option, CHLOÉ réalise la collecte d'un capteur supplémentaire (ex : conductivité) et la télétransmission satellite (ARGOS).



*La centrale CHLOÉ reconditionnée dans une armoire métallique étanche (600×400×250 mm).
Sur le dessus de l'armoire est implantée l'antenne ARGOS.*

Présentation de l'enregistreur

Coffret plastique étanche alimenté en 12 V continu. Deux versions sont disponibles :

- *Type A*

Caractéristiques :

- Base de temps initialisable.
- Visualisation cristaux liquides.
- Affichage des mesures capteurs.
- Décalage du 0 de la sonde SPI.
- Commande formatage de la cartouche.
- Temps d'échantillonnage des mesures réglable.
- Seuil d'enregistrement de la hauteur d'eau réglable.

- *Type B*

Caractéristiques :

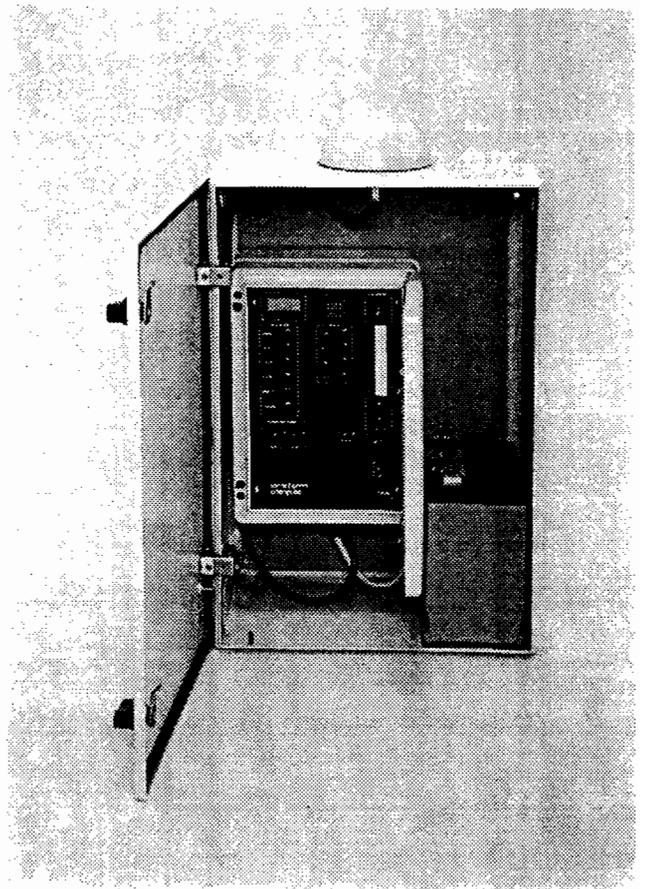
- Connexion d'une sonde SPI uniquement.
- Base de temps initialisée à 0 à la mise en marche.
- Sélection du temps d'échantillonnage (1', 5', 15', 30' ou 60').
- Enregistrement (date - hauteur d'eau) si le niveau évolue.

Enregistrement

- Cartouche EPROM effaçable aux UV et réutilisable.
- Capacité : 64 K octets.
- Dimensions : 115 × 115 × 20.
- Boîtier aluminium hermétique.

Caractéristiques techniques

- Température : - 10 + 70° C.
- Humidité relative : ≤ 100%.
- Tension d'alimentation : 11,5 V à 15 V continu.
- Consommation type A
 - 17 mA en veille
 - 400 mA pendant l'enregistrement (1 seconde).
- Consommation type B
 - 3 mA en veille
 - 400 mA pendant l'enregistrement (1 seconde).
- Dimensions : 350 × 250 × 150 mm.
- Poids : environ 5 kg.



Sonde immergée S P I

La sonde piézo résistive contient un micro-processeur qui effectue les traitements de mise à l'échelle et de compensation en température des mesures d'une manière indépendante de la centrale d'acquisition.

La sonde SPI fournit la hauteur d'eau, la densité, la température en vraie grandeur par une liaison de type informatique. Transmission série synchrone isolée opto électroniquement.

• VERSION I

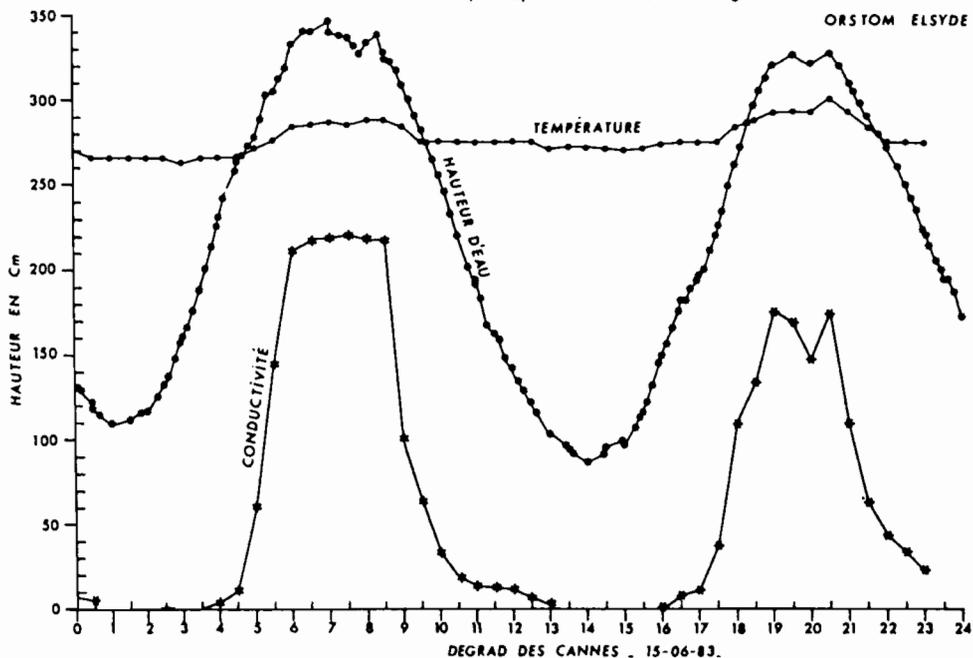
- Mesure des niveaux et température des liquides de densité stable ($d = 1$ en standard).
- Etendue des mesures : 10 mètres (en standard).
- Température : 0 à 50° C.
- Précision :
 - hauteur 0,1% pleine échelle
 - température 1/10° C.
- Vitesse de poursuite des niveaux : 0,5 cm/s mini.
- Temps de mesure : 7 sec.
- Consommation : 13 à 17 mA.
- Tension d'alimentation 11,5 à 15 V.
- Dimensions \varnothing 70 long 300 mm.
- Réalisation PVC.
- Masse : 3 kg.
- Liaison : câble blindé 12 m (jusqu'à 1,5 km sur demande).

VERSION II

- Mesure des niveaux et température des liquides homogènes de densité variable.
- 2 capteurs permettent de s'affranchir de la masse volumique dans le calcul de la profondeur d'immersion.
- Précision hauteur : 0,2 à 1% pleine échelle suivant la taille de la sonde (50 cm à 1 cm).
- Temps de mesure : 10 s.
- Masse : 3,5 kg.
- Réalisation PVC, \varnothing 70 mm.

Autres caractéristiques identiques à la sonde SPI-I.





Dépouillement automatique d'une cartouche par micro-ordinateur.

STATION No 1 S.P.I. No 1
 LIEU D'INSTALLATION : PORT DE CAYENNE
 Mise en route le 1 6 83 a 17 h 23
 ENREGISTREMENT SUPPLEMENTAIRE TOUTES LES 10 MINUTES
 POUR UNE VARIATION DE 5 Cm. DE HAUTEUR D'EAU
 CARTOUCHE ELSYDE CE64 No 00001 EXPLOITEE LE 20 8 83

COMMENTAIRES

SONDE SPI 2 CAPTEURS
 CALCUL AUTOMATIQUE DE LA MASSE VOLUMIQUE
 MESURE DE LA CONDUCTIVITE en centaines de μ S
 TELETRANSMISSION SATELLITE ARGOS

Date	Time	EAU	Cond.	Tempe
1 6 83	17 30	190	089	29.3
	17 35	191		
	17 40	196		
	18 0	EAU =198	Cond.=089	Tempe = 29.3
	18 25	204		
	18 30	EAU =209	Cond.=102	Tempe = 29.3
	18 35	211		
	18 40	218		
	19 0	EAU =227	Cond.=148	Tempe = 29.3
	19 5	250		
	19 10	240		
	19 20	249		
	19 30	EAU =258	Cond.=133	Tempe = 29.3
	19 35	256		
	19 40	263		
	20 0	EAU =275	Cond.=177	Tempe = 29.3
	20 5	268		
	20 10	275		
	20 20	EAU =275	Cond.=218	Tempe = 29.3
	20 30	269		
	21 0	EAU =265	Cond.=214	Tempe = 29.3
	21 30	EAU =270	Cond.=294	Tempe = 29.3
	21 35	276		
	22 0	EAU =275	Cond.=294	Tempe = 30.2
	22 5	271		
	22 20	266		
	22 30	EAU =265	Cond.=294	Tempe = 30.2
	22 35	261		
	23 0	EAU =254	Cond.=128	Tempe = 29.3
	23 5	252		
	23 20	248		
	23 30	EAU =240	Cond.=125	Tempe = 29.1
	23 35	238		
2 6 83	0 0	EAU =234	Cond.=085	Tempe = 28.4
	0 5	250		
	0 20	225		
	0 30	EAU =224	Cond.=054	Tempe = 28.4
	0 50	214		
	1 0	EAU =211	Cond.=036	Tempe = 28.4
	1 5	209		
	1 20	198		
	1 30	EAU =195	Cond.=033	Tempe = 28.4
	1 40	190		
	2 0	EAU =184	Cond.=027	Tempe = 28.4
	2 5	182		
	2 10	177		
	2 30	EAU =168	Cond.=027	Tempe = 28
	2 35	169		
	2 50	164		
	3 0	EAU =162	Cond.=027	Tempe = 28
	3 30	EAU =162	Cond.=025	Tempe = 27.7

Exemple de listing obtenu par relecture d'une cartouche.

elsyde

information

CENTRALE HYDROLOGIQUE LIMNIGRAPHIQUE ORSTOM ELSYDE

C.H.L.O.E.

Si vous avez des problèmes pour installer un limnigraphe dans une zone inondable (accès difficile, manque de support pour votre appareil)

CHLOE vous vient en aide:

Vous installez le capteur statique SPI au niveau des plus basses eaux et votre centrale CHLOE dans une zone hors d'eau d'accès facile, avec un minimum de travaux. Entre le capteur SPI et CHLOE vous pouvez disposer d'un câble de transmission très long, jusqu'à 1,5 km. au moins.

Si vous installez CHLOE dans une zone lointaine d'accès difficile, parfois déserte, sa vaste mémoire (64 K.Octets) enregistrera les mouvements du plan d'eau pendant de longues périodes: un mois sans problème (même avec des variations rapides et fréquentes du plan d'eau), trois mois sans problème toujours sur la plupart des plans d'eau six mois voire un an si nécessaire.

Si vous êtes inquiets de laisser CHLOE sans surveillance, offrez lui un système émetteur pour transmission par satellites (Argos, Météosat). Plusieurs fois par jour CHLOE vous donnera des informations sur sa santé: état de remplissage de sa mémoire, mesures capteurs, appel au secours en cas de défectuosité de transmission apparente du capteur SPI. Si elle reste muette vous saurez ainsi qu'il est temps d'intervenir. Avec son émetteur, CHLOE vous avertit de l'arrivée des crues.

CHLOE est intelligente: elle interroge le capteur SPI à la cadence que vous souhaitez (au maximum une interrogation par minute) mais elle n'enregistre que ce que vous lui demandez, c'est à dire les variations dont vous estimez qu'elles valent la peine d'être notées. Par prudence, toutes les demi-heures, elle enregistre obligatoirement hauteur et température de l'eau (éventuellement conductivité et masse volumique). (T.S.V.P.)

elsyde 95 route de Corbeil tél (6) 904 93 93
91700 SAINTE GENEVIEVE DES BOIS

CHLOE est sobre : avec une ou deux batteries de bonne qualité, elle tient le coup 1 à 2 mois sans problème, plus si vous n'utilisez pas d'émetteur. Pour être tout à fait tranquille, ajoutez-y un panneau solaire ou une batterie de très grande capacité et vous pourrez enregistrer pendant des mois.

CHLOE est arrangeante : si vous avez déjà des limnigraphes en place, elle veut bien enregistrer leurs informations grâce à un codeur.

Outre l'information éventuellement télétransmise, CHLOE fournit un enregistrement très stable et très sur qui est lu directement et automatiquement sur un micro-ordinateur à l'aide d'une interface.

Enfin CHLOE est relativement peu couteuse, ce qui la rend intéressante même si vous ne rencontrez pas toutes les difficultés citées plus haut.

La notice technique vous donnera des informations plus précises.
Si vous souhaitez plus d'informations encore, écrivez-nous.

Société ELSYDE

ORSTOM ELSYDE

systeme OEDIPE

Organe d'enregistrement digital d'information pluviométrique

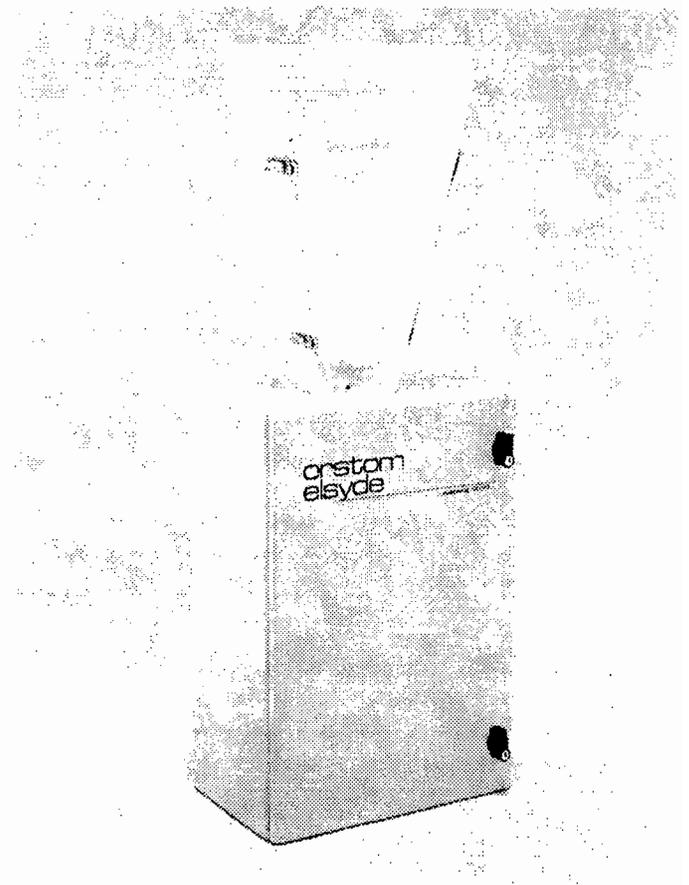
OEDIPE est un système autonome dont la fonction consiste à mémoriser l'histogramme des basculements d'un pluviomètre à augets.

L'enregistrement est réalisé sur une cartouche mémoire statique non volatile (EPROM) de grande capacité permettant la saisie de 16 384 basculements datés à la seconde près. La très faible consommation garantit un fonctionnement sur batterie pendant plus de 8 mois.

Un terminal de poche visualise sur le terrain le cumul total, le taux de remplissage de la cartouche et vérifie la tension batterie.

En laboratoire, le module relecteur LCM assure le transfert des enregistrements sur tout ordinateur le dépouillement est automatique et instantané. Un effaceur UV permet la ré-utilisation des cartouches plus de 200 fois.

La télétransmission est assurée en option par une carte émettrice ARGOS implantée dans le coffret de l'enregistreur.



Le système OEDIPE reconditionné dans une armoire métallique étanche (600×400×250 mm), supportant un pluviomètre à augets basculeur à contact mercure «Préci Mécanique».

Présentation de l'enregistreur

- Coffret étanche plastique alimenté en 12 volts continus.
Raccordements par bornes et douilles.

Utilisation

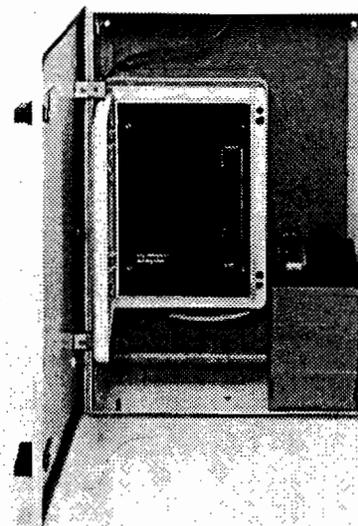
- Mise en marche automatique dès l'insertion de la cartouche.
- Test de vacuité et formatage balisé par une LED témoin.
- Chaque basculement de l'auget déclenche l'enregistrement de la date initialisée à 0 lors de la mise en service.

Enregistrement

- Cartouche EPROM effaçable aux UV et réutilisable.
- Capacité 64 K octets représentant 16384 basculements de l'auget.
- Boîtier aluminium hermétique.
- Dimensions : 115 × 115 × 20 mm.

Caractéristiques techniques de l'enregistreur

- Température – 10 à + 70° C.
- Humidité relative ≤ 100%.
- Tension d'alimentation 11,5 à 15 V continus.
- Courant consommé sous 12 volts
 - 3 mA en veille
 - 400 mA pendant le basculement.
- Dimensions : 350 × 250 × 150 mm.
- Poids : 5 kg.



MODULE DE LECTURE

- Directement connectable à tout système informatique.
- Liaison série RS 232 C.
- Fonction test vérifiant l'effacement correct des cartouches.
- Transfert des données en code ASCII.
- Alimentation 220 V \sim .
- Consommation 30 W.
- Coffret aluminium aux normes 3 U.
- Dimensions 138×124×106 mm.
- Poids : environ 1,5 kg.

MODULE EFFACEUR

- Système effaceur par U.V.
- Durée d'effacement d'une cartouche : 30 minutes.
- Minuteur automatique.
- Alimentation 220 V \sim .
- Consommation : 15 W.
- Coffret aluminium avec normes 3 U.
- Dimensions : 138×124×106mm.
- Poids : environ 1 kg.

TERMINAL DE POCHE

- Se connecte sur l'enregistreur OEDIPE et communique sur un afficheur LCD :
 - numéro de l'enregistreur
 - cumul total des basculements
 - durée d'enregistrement
 - durée au dernier basculement
 - nombre d'octets écrits dans la cartouche CE 64
 - état de la tension batterie par rapport à 11,8 volts.
- Boîtier plastique hermétique.
- Alimentation par le système enregistreur.
- Dimensions : 200×130×50.
- Poids : environ 0,8 kg.

Exemple de listing de dépouillement.

STATION No 3

LIEU D'INSTALLATION : CHARTRES

Mise en route le 19 02 84 a 06 h 00

ENREGISTREMENT DE HH MM SS POUR CHAQUE BASCULEMENT
CORRESPONDANT A 0.2 mm DE PRECIPITATION

CARTOUCHE ELSYDE CE64 No 00005 EXPLOITEE LE 27 02 84

COMMENTAIRES

STATION TEST
PLUVIOMETRE 0.2 mm
CUMUL DES PRECIPITATIONS POUR CHAQUE HEURE
CUMUL DES PRECIPITATIONS PAR JOUR
TELETRANSMISSION SATELLITE ARGOS

22 02 84 * RELEVÉ DES PRECIPITATIONS

DATE	* HEURE Cumul	(mm)	* HH MM SS	Mesure (mm)*	
22 02 84	07 00 00	0.0			
	08 00 00	0.0			
	09 00 00	0.0			
	10 00 00	0.0			
	11 00 00	0.0			
	12 00 00	0.0			
	13 00 00	0.0			
	14 00 00	0.0			
	15 00 00	0.0			
				15 02 14	0.2
				15 08 12	0.2
				15 18 21	0.2
		16 00 00	0.6		
		17 00 00			
		18 00 00			
			18 15 10	0.2	
			18 20 19	0.2	
			18 26 43	0.2	
			18 45 07	0.2	
	19 00 00	0.8			
	20 00 00	0.0			
	21 00 00	0.0			
	22 00 00	0.0			
	23 00 00	0.0			
23 02 84	00 00 00	0.0			
			00 05 46	0.2	
	01 00 00	0.2			
			01 55 56	0.2	
	02 00 00	0.2			
			02 48 21	0.2	
	03 00 00	0.2			
			03 58 26	0.2	
	04 00 00	0.2			
			04 49 46	0.2	
	05 00 00	0.2			
			05 31 19	0.2	
	06 00 00	0.2			
PRECIPITATIONS TOTALES du 22 02 84		2.6 mm.	(6 h TU / 6 h TU)		

elsyde

information

ORGANE D'ENREGISTREMENT DIGITAL D'INFORMATION PLUVIOMETRIQUE

O.E.D.I.P.E.

Technologie ORSTOM ELSYDE

Avez-vous déjà dépouillé vous-même un enregistrement pluviographique ?
Quoi de plus fastidieux et de plus incertain.
Que de temps perdu.

OEDIPÉ, assisté d'une interface et d'un micro-ordinateur, supprime cette tâche qui paraît tout fait anachronique comparée aux méthodes modernes de traitement des données. Cet enregistreur peut être associé simplement à tout pluviomètre à augets basculeurs, constituant ainsi un pluviographe très perfectionné.

OEDIPÉ, à chaque basculement des augets, enregistre la date à la seconde près dans une mémoire de grande capacité (64 K.Octets). Cette mémoire permet d'enregistrer de 1638 mm à 8191 mm de pluie (selon le diamètre de la bague du pluviomètre), sans intervention si vous le souhaitez. Autant dire que dans la plupart des cas vous pourrez enregistrer un an de pluies sans relever l'appareil. Ceci permet de limiter les visites de contrôle dans les sites difficiles d'accès.

Le dépouillement des enregistrements est automatique et très rapide grâce à une interface et à un micro-ordinateur. Les données sont conservées sur le support que vous avez choisi (disquettes, disque dur, bande magnétique) et dans le format souhaité (intensité en 5 minutes, en 1 minute, chronique exacte à la seconde près

OEDIPÉ, conçu pour éviter toute fausse manœuvre est d'un usage très simple.

OEDIPÉ, muni en option d'un émetteur, vous transmettra par l'intermédiaire d'un satellite (Argos, Meteosat ...), plusieurs fois par jour l'information pluviographique (intensité en 5 minutes qui vous permettra par exemple d'annoncer les crues.

T.S.V.

elsyde 95 route de Corbeil tél (6) 904 93 93
91700 SAINTE GENEVIEVE DES BOIS

De plus, en site isolé, vous serez informé de l'état de remplissage de la mémoire et du bon fonctionnement de l'appareil.

OEDIPE est sobre : une ou deux batteries de bonne qualité associées à un panneau solaire vous assurent un fonctionnement de plusieurs mois.

OEDIPE n'est pas couteux et peut être associé aux pluviographes à augets basculeurs que vous possédez déjà.

La notice technique vous informera plus précisément et nous sommes à votre disposition pour répondre à vos interrogations.

Ecrivez-nous

Société ELSYDE

*
* MATERIEL D'ACQUISITION DE DONNEES *
* HYDROLOGIQUES *
* (Cop, right ORSTOM-ELSYDE 1984) *
*

DOSSIER TECHNIQUE

Le présent dossier concerne les matériels suivant :

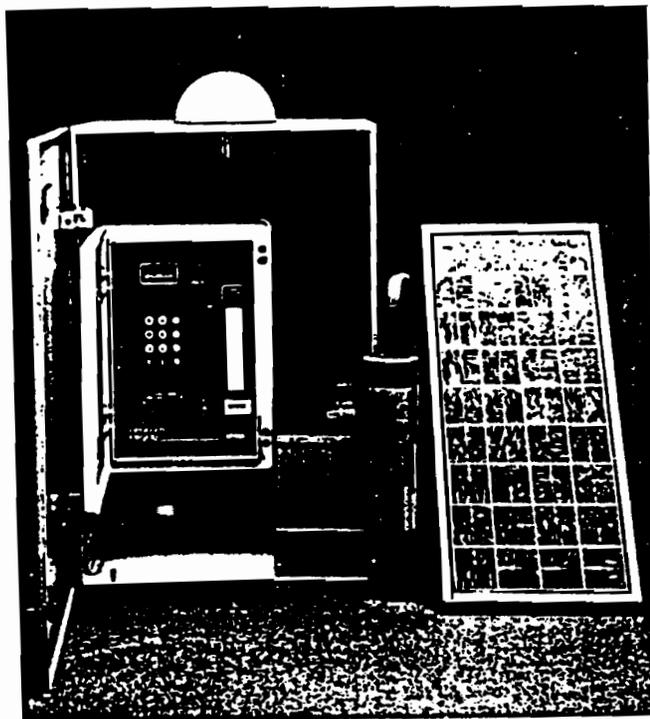
- * C H L O E - A : CENTRALE D'ENREGISTREMENT LIMNIMETRIQUE
- * O E D I P E : ENREGISTREUR PLUVIOMETRIQUE
- * S P I - 1 C : SONDE LIMNIMETRIQUE IMMERGEE
- * C E - 6 4 : CARTOUCHE MEMOIRE AMOVIBLE
- * L C M : INTERFACE DE LECTURE DES CARTOUCHES CE64
- * E C M : MODULE EFFACEUR DES CARTOUCHES CE64

ELSYDE - 95 route de CORBEIL
Sainte GENEVIEVE des BOIS
91700 - FRANCE
Tél : (6) 904 93 93
Télex : public 250304 F

Edition : fév 1984

*
* CENTRALE D'ENREGISTREMENT LIMNIMETRIQUE *
*
* C H L O E - A *
*
* (Copyright ORSTOM-ELSYDE 1984) *
*

F I C H E T E C H N I Q U E



ELSYDE - 95 route de CORBEIL
Sainte GENEVIEVE des BOIS
91700 - FRANCE
Tél : (6) 904 93 93
Télex : public 250304 F

Edition : fév 1984

L'unique façon de provoquer l'effacement d'une cartouche consiste à l'exposer couvercle enlevé à une source émettant un rayonnement U.V intense (15 Ws/cm²) généré uniquement par le module ECM, d'ou une grande sécurité d'utilisation.

Il a été d'autre part établi que la durée de vie d'une cartouche représente plus de 200 cycles Ecriture-Effacement, ce qui compte tenu de l'autonomie peut correspondre à plus de 65 ans d'utilisation.

L'algorithme mis en oeuvre lors de l'écriture par la centrale CHLOE-B garantit à 100% la validité des données stockées. Cet algorithme assure le dépistage des éventuels défauts de programmation. La défektivité la plus probable susceptible de se manifester au delà des 200 cycles d'utilisation consiste en un blocage de quelques bits ou octets refusant de basculer à l'état programmé sous la sollicitation du courant d'écriture, même après plusieurs commandes. L'espace mémoire inutilisable est alors abandonné par l'enregistreur qui poursuit son fonctionnement au prix d'une réduction de la capacité utile mais sans incidence sur la validité des données mémorisées. La reconnaissance des octets défectueux est gérée lors du dépouillement par le micro-ordinateur qui assure la remise en forme des données valides. Cette procédure n'est applicable qu'aux mémoires non volatiles dont on peut garantir l'inaltération des informations entre le moment de l'écriture et celui de la lecture. Le vieillissement de l'EPROM n'étant pas homogène étant donné la sollicitation aléatoire des bits de la mémoire, il ne peut se manifester brusquement par le blocage simultané des 524288 bits constituant la cartouche. Le cas est néanmoins prévu et provoque le rejet de la cartouche lors de son initialisation dans l'enregistreur. L'opération de formatage test la viduité complète des 64 Koctets et écrit sur les 16 premiers octets le préambule d'identification. Si l'une de ces 2 opérations avorte, la cartouche est rejetée. L'interface de lecture LCM réalisant le transfert des cartouches sur un ordinateur possède une fonction TEST permettant de s'assurer de la viduité des cartouches avant de les emporter sur le terrain.

A titre d'exemple, la liste des essais de résistance climatique et mécanique est communiquées ci-dessous :

Les cartouches CE64 soumises à ces tests étaient équipées de mémoires EPROM de différentes marques. Au total 25 cartouches ont subi ce programme.

* FIABILITE DE L'ECRITURE :

(essais réalisés avec un enregistreur CHLOE-A)

- Enregistrement régulier (1 bloc de 10 octets toutes les minutes) à -25 degrés C. pendant 60 jours
- Idem à une température de + 60 degrés C. en air saturé d'humidité

* FIABILITE DU STOCKAGE :

- Immersion de la cartouche dans l'eau salée durant 7 jours à une température de + 25 degrés C.
- Stockage durant 30 jours à -30 degrés C. prise dans la glace
- Séjour (100 heures au total) hors atmosphère avec exposition aux rayonnement solaire, couvercle enlevé (altitude 12000 m, température -55 degrés C.).

- 25 cycles rapides de variation de température entre -55 degrés C. et +30 degrés C. de 15 minutes chacun
- Résistance aux chocs (chute de 20 m sur une surface dure)
- Résistance mécanique (écrasement par un véhicule de terrain d'un poids supérieur à 1 tonne)
- Résistance aux parasites électrostatiques (décharges de tension) 1500 V)

Les essais n'ont à aucun moment provoqués la perte des données. Certains essais de résistance mécanique ont endommagé ou détruit partiellement l'enveloppe et le connecteur de la cartouche. La limite extrême relevée correspond à la destruction des circuits intégrés constituant les mémoires (composant brisé).

La détérioration du circuit imprimé ou du connecteur nous a conduit dans certains cas à dessouder les mémoires et à les re-implanter sur une cartouche neuve. Cette opération 'de chirurgie' a toute-fois permis la récupération de l'intégralité des données, prouvant la FIABILITE DU STOCKAGE.

Ce programme de test met en évidence les conditions extrêmes de perte de l'information lors du transport des données entre leur lieu d'enregistrement et le lieu de dépouillement. La cartouche EPROM CE64 ne nécessite aucune précaution particulière pour sa manipulation. Elle peut, par exemple être expédiée par poste sans risque quelque soit la destination et la durée de l'acheminement.

Il apparait également que tout autre support qu'il s'agisse de cartouches RAM secourues ou de micro-ordinateurs de poche n'aurait pas résisté à de pareils traitements.

En conclusion, la cartouche CE64 constitue un support particulièrement fiable, présentant une sécurité idéale pour l'utilisation sur le terrain par des personnels rarement qualifiés ou opérant le plus souvent dans des conditions inadapées à la manipulation de matériels informatiques.

- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES CARTOUCHES CE64

- * CAPACITE : 64 Kilo-octets décomposés en 8 mémoires EPROM
- * LIMITES CLIMATIQUES D'UTILISATION :
 - Plage de température :
 - en fonctionnement : -25 à +80 degrés C. (écriture et lecture)
 - stockage : -65 à +125 degrés C.
 - Humidité relative :
 - en fonctionnement : 100 % maximum
 - stockage : immergeable dans l'eau
- * CONNEXION : 1 connecteur femelle 96 contacts à la norme DIN41612 spécifié 500 manoeuvres minimum
- * CARACTERISTIQUES MECANIQUES :
 - Boitier aluminium anodisé
 - Dimensions : 115 x 115 x 20 mm
 - Poids : 0,25 Kg env.
- * ACCESSOIRES :
 - Etiquettes adhésives d'identification (115x20 mm)

C A R T O U C H E M E M O I R E ' C E 6 4 '

La cartouche CE64 constitue le support d'enregistrement standard utilisé sur l'ensemble des matériels ORSTOM-ELSYDE. Elle est composée de 8 mémoires statiques effaçables aux U.V (EPROM) d'une capacité de 64 Kilo-bits conditionnés dans un boîtier de protection hermétique en aluminium de faible dimension (115x115x20mm).

Le choix de l'enregistrement sur ce type de support 'rustique' a été dicté par un certain nombre de critères mis en évidence par l'étude et les essais systématiques réalisés avec le bureau hydrologique de l'ORSTOM.

- * Fiabilité du support
- * Sécurité de stockage
- * Capacité importante
- * Faible cout
- * Durée de vie suffisante

Dans les conditions d'exploitation d'un réseau, correspondant à une utilisation que nous qualifions de 'vérité-terrain', il paraît primordial d'assurer la fiabilité des données mémorisées. Le principe du support d'enregistrement amovible présente le principal avantage de faciliter la collecte et d'éviter les éventuelles erreurs de manipulation. (La manoeuvre d'extraction de la cartouche ne laisse guère de latitude à l'opérateur).

La technique du stockage sur mémoire résidente interne à l'enregistreur n'a pas été retenue du fait de son incompatibilité avec les critères énoncés ci-dessus. Le transfert des informations nécessite une interface portable extrêmement fiable apte à être utilisée sur le terrain en prévoyant des moyens de contrôle sophistiqués de la validité du transfert du flot d'information pouvant atteindre 64 Koctets (parité transversale et longitudinale), la vitesse de transmission devant être importante. La manipulation de ce terminal portable pouvant aboutir à l'altération ou à la perte pure et simple des données, il doit s'agir d'un matériel conçu spécialement pour cette utilisation dont le cout devient dès lors prohibitif.

Pour des raisons évidentes d'inadaptation, nous avons écarté la possibilité d'utilisation des matériels 'grand-public' tels que les micro-ordinateurs portables correspondant à des matériels de bureau.

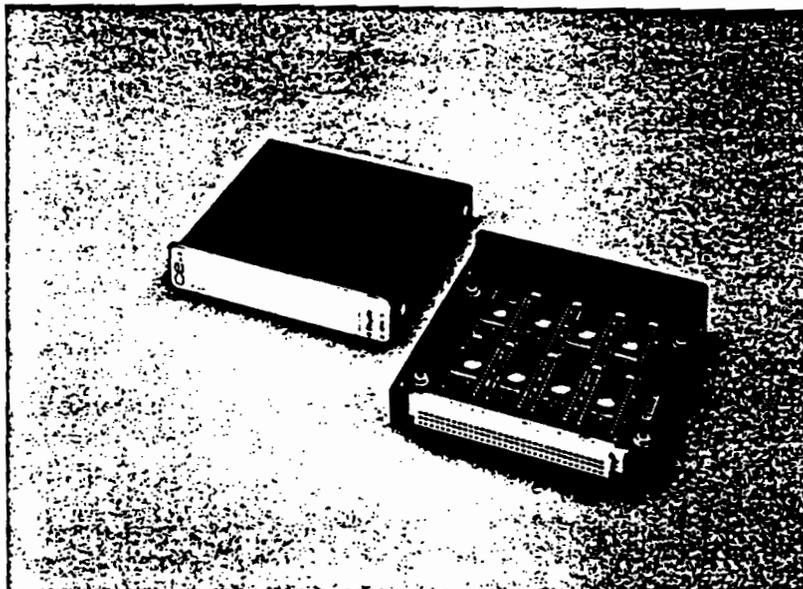
La technologie des mémoires EPROM étant totalement inerte, aucune alimentation électrique n'est nécessaire au maintien des informations. Ce principe technologique présente de fait un avantage indéniable sur les mémoires vives de type RAM sensibles aux parasites électro-magnétiques et nécessitant une source d'alimentation stable.

Les test que nous avons réalisé avec l'ORSTOM ont démontrés que la fiabilité des mémoires EPROM intervenait autant au niveau de l'écriture que du maintien des informations. Ces tests (dont la liste est communiquée ci-dessous à titre d'exemple) n'ont à aucun moment causé la perte des données ou leur altération.

De façon à assurer un niveau de qualité optimum, les cartouches CE64 sont toutes testées en limite climatique d'utilisation et leur écriture est garantie.

*
* CARTOUCHE MEMOIRE AMOVIBLE *
*
* C E - 6 4 *
*
* (Copyright ORSTOM-ELSYDE 1984). *
*

F I C H E T E C H N I Q U E



ELSYDE - 95 route de CORBEIL
Sainte GENEVIEVE des BOIS
91700 - FRANCE
Tél : (6) 904 93 93
Télex : public 250304 F

Edition : fev 1984

SONDE LIMNIMETRIQUE 'SPI-1C'

Conçue en collaboration avec l'ORSTOM, la sonde SPI-1C est un système informatique sub-aquatique possédant une précision importante.

La sonde SPI-1C est un capteur immergé destiné à la mesure des niveaux et température des liquides de densité constante (1 en standard). L'élément sensible est un capteur piezo-résistif mesurant la pression hydro-statique du fluide par rapport à la pression atmosphérique. Il est associé à un micro-processeur réalisant le traitement de compensation en température et de mise à l'échelle de l'information capteur. Le micro-processeur transmet la hauteur et la température de l'eau en CM et 1/10 dC sur une liaison filaire numérique suivant un protocole informatique.

Cette conception rend la sonde TOTALEMENT INTERCHANGEABLE vis à vis de la centrale d'enregistrement.

La sonde SPI-1C a une précision de mesure de +/-5 MM sur une pleine échelle de 10 m en standard et pour une température d'utilisation de 0 à +50 dC.

La transmission numérique des données isolée par opto-coupleurs est possible jusqu'à 1,5 Km sans influence sur la précision ou la sensibilité de la mesure.

La variation de consommation électrique de la sonde en fonction de la longueur de la liaison est négligeable et affecte uniquement le courant dans la boucle de transmission au moment de l'émission du message (environ 0,6 secondes).

La sonde SPI-1C peut être suspendue dans un puit de mesure limnimétrique ou fixée à l'aide de brides en dessous des plus basses eaux.

La possibilité de déport de la centrale d'enregistrement permet de l'implanter à l'écart, sur un site protégé et accessible.

La sélection du seuil de sensibilité des mesures au niveau de CHLOE-A permet de saisir des points à partir du début de la variation significative du niveau. En choisissant, par exemple, un pas de mesure de 1 minute et un seuil de 1 cm, la centrale mémorise une quantité maximum de points de mesure au moment de la crue, réalisant un suivi précis du phénomène. En dehors de cette période, elle saisira une hauteur d'eau toutes les 30 min correspondant à un rythme de veille.

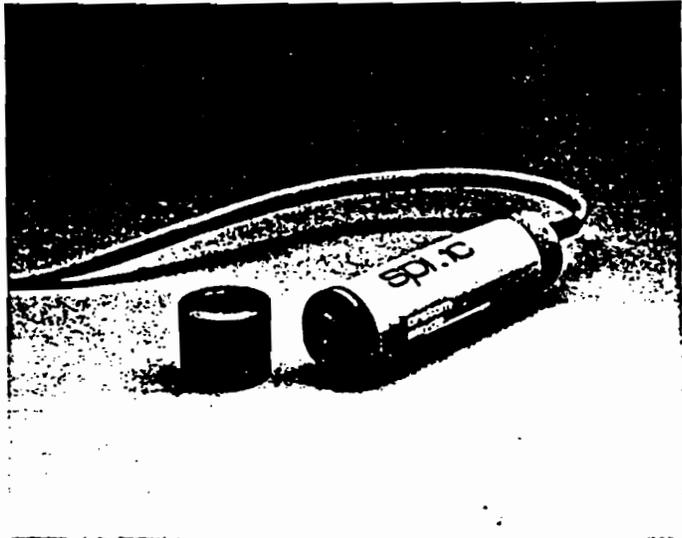
- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE LA SONDE SPI-1C

- * PRINCIPE : sonde piezo-résistive immergée autonome transmettant la profondeur d'immersion en cm, la température en 1/10 degrés C. et la masse volumique d'étalonnage en g/l sur une liaison filaire en mode synchrone, isolée par coupleurs opto-électroniques (liaison possible jusqu'à 1,5 Km).

- * ETENDUE DE MESURE :
 - Hauteur d'eau : 0 à 10 m (en standard)
 - Température : 0 à +50 dC
- * PRECISION :
 - Hauteur d'eau : +/- 5 mm
 - Température : +/- 0,1 dC
- * TENSION D'ALIMENTATION : 11 à 15 Volts continus
- * COURANT CONSOMME :
 - En veille : 13 mA
 - Pendant la transmission (0,6sec) : 17 à 20 mA suivant la longueur de la liaison (1,5 Km max.)
- * TEMPS DE MESURE : environ 7 secondes
- * SORTIE : liaison série synchrone en boucle de courant sur un câble de longueur 12 m en standard
 - Vitesse de transmission = 100 bps
 - Longueur du message = 56 bits binaires
 - N. de la sonde = 16 bits
 - Hauteur d'eau en cm = 10 bits
 - Température en 1/10 dC = 11 bits
 - Masse volumique d'étalonnage = 11 bits
 - Parité longitudinale = 8 bits
- * CONNEXION : Connecteur étanche à baionnette 19 points
type : INTERCONNEXION
- * CARACTERISTIQUES MECANIKES :
 - Corps en tube PVC, tetes en PVC usiné (l'ensemble est collé et soudé).
La tete inférieure contient le capteur à membrane inox. Cette tete est constituée d'une partie fixe et d'un élément démontable réalisant la prise statique de pression et dans lequel s'adapte un filtre.
 - Câble de liaison composé d'un câble électrique blindé et d'un capillaire armé de mise à la pression atmosphérique réunis dans une gaine nylon tressée.
 - Dimensions :
 - sonde : Ø 75 mm, longueur 300 mm env.
 - câble : ovoïde 8 x 16 mm
 - Poids : sonde + câble 12 m = env. 5 Kg
- * ACCESSOIRES :
 - Lest s'adaptant à la tête inférieure
 - Filtres de mise à l'air (s'adaptant en bout du capillaire)
 - Filtre s'implantant dans la tête inférieure pour la protection du capteur.
 - Câble électrique de liaison (par 50 m)
 - Brides de fixation

*
* SONDE LIMNIMETRIQUE *
*
* S P I - 1 C *
*
* (Copyright ORSTOM-ELSYDE 1984) *
*

F I C H E T E C H N I Q U E



ELSYDE - 95 route de CORBEIL
Sainte GENEVIEVE des BOIS
91700 - FRANCE
Tél : (6) 904 93 93
Télex : public 250304 F

Edition : mai 1988

ALIMENTATION DES SYSTEMES
CHLOE ET OEDIPE

Les centrales CHLOE et OEDIPE sont alimentées par une tension continue 12 V. La source d'alimentation est externe à l'enregistreur et se compose, en général, d'une batterie sans entretien. En option, nous proposons la fourniture d'un bloc alimentation 220V/50Hz secouru par une batterie tampon et protégé contre la foudre ou d'un bloc régulateur pour la connexion d'un panneau solaire photovoltaïque.

En règle générale, nous ne fournissons pas les batteries, le coût de leur transport étant toujours supérieur à leur prix d'achat sur place. De façon à faciliter l'exploitation du matériel, nous préconisons l'utilisation de batteries standards type auto au plomb sans entretien, d'une capacité maximum de 35 Ah.

Ce type de batterie est intégrable dans l'armoire métallique de conditionnement prévue pour CHLOE et OEDIPE (voir photo doc.). Elle présente l'avantage d'être peu coûteuse et rechargeable par un chargeur type auto.

o o o o o

MESSAGE ARGOS (EMETTEUR TYPE UHF82)
CENTRALE ORSTOM-ELSYDE "OEDIPE"

Message 32 octets représentant les cumuls des basculements sur 1/2 heure des 6 heures précédentes, le cumul total, le nombre d'octets programmés dans la cartouche mémoire CE64 et la date courante de l'enregistreur.

- * Les cumuls partiels sur 1/2 heure sont exprimés en BCD sur 2 octets
- * Le cumul total des basculements est exprimé sur 16 bits en binaire sur (2 octets, partie haute en premier).
- * Le nombre d'octets écrit dans la cartouche CE64 est exprimé sur 16 bits en binaire sur (2 octets, partie haute en premier).
- * La date courante représente en réalité la durée d'enregistrement depuis la mise en service. Elle est exprimée en BCD sur 7 chiffres au total :
 - 3 chiffres = jour
 - 2 chiffres = heure
 - 2 chiffres = minute
- * Les 4 bits inférieurs du dernier octet ne sont pas utilisés pour exprimer des données. Le dernier bit du message représente la parité des 255 bits précédents. Un code parité IMPAIRE est utilisé. Les 3 bits précédents sont toujours à 0.

Résumé du message :

(1/2 h courante)	(1/2 h courante)	(-1.1/2 h)	(-1.1/2 h)
(-2.1/2 h)	(-2.1/2 h)	(-3.1/2 h)	(-3.1/2 h)
(-4.1/2 h)	(-4.1/2 h)	(-5.1/2 h)	(-5.1/2 h)
(-6.1/2 h)	(-6.1/2 h)	(-7.1/2 h)	(-7.1/2 h)
(-8.1/2 h)	(-8.1/2 h)	(-9.1/2 h)	(-9.1/2 h)
(-10.1/2 h)	(-10.1/2 h)	(-11.1/2 h)	(-11.1/2 h)
(Cumul total (H))	(cumul total (L))	(N. octets (H))	(N. octets (L))

Jour (cent.diz) (Jour(unit),Heure(diz)) (Heure(unit),Min(diz)) (Min(unit).P)

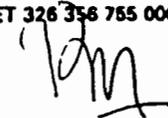
* SYSTEME ORSTOM-ELSYDE 'OEDIPE' *

Tracé automatique du pluviogramme à partir de l'histogramme des basculements lu sur la cartouche CE64. (Capteur à auget basculeur PRECIS-MECANIQUE modèle R013030, bague de 1000 cm², capacité de l'auget 20 cm³, basculement tous les 0,2 mm de pluie).

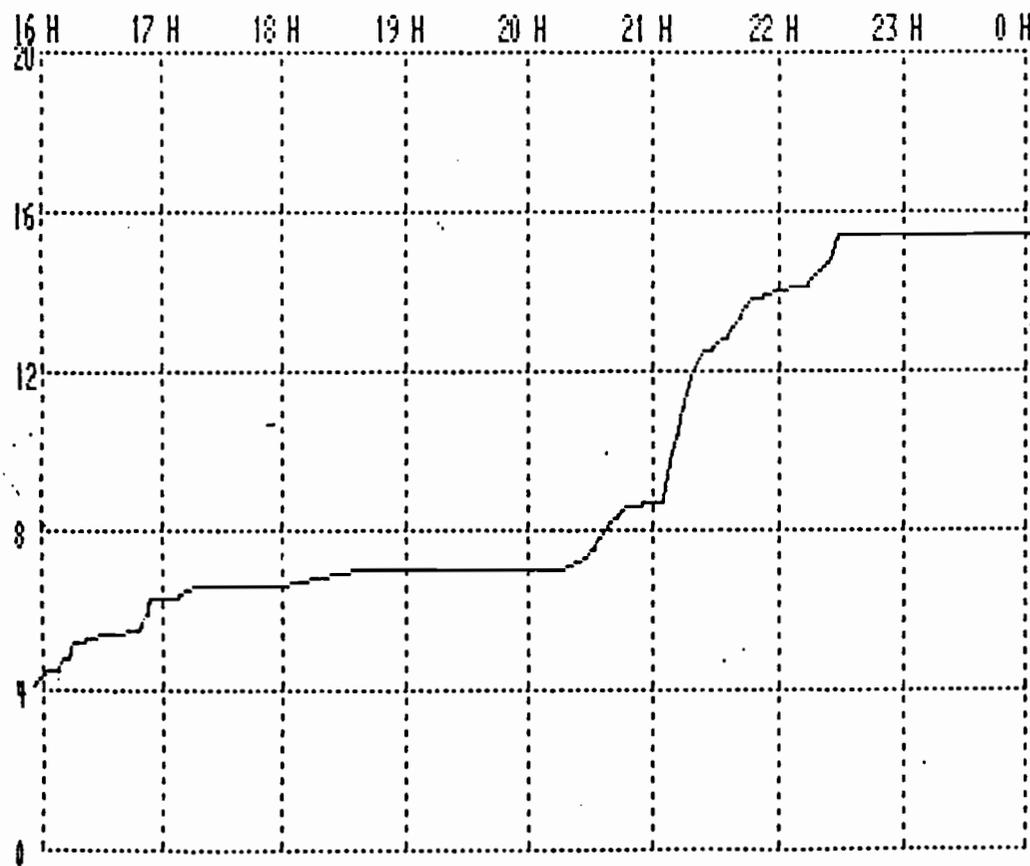
Dépouillement réalisé au centre ORSTOM de BONDY par un micro-ordinateur SMT/GOUPIL III.

ELSYDE

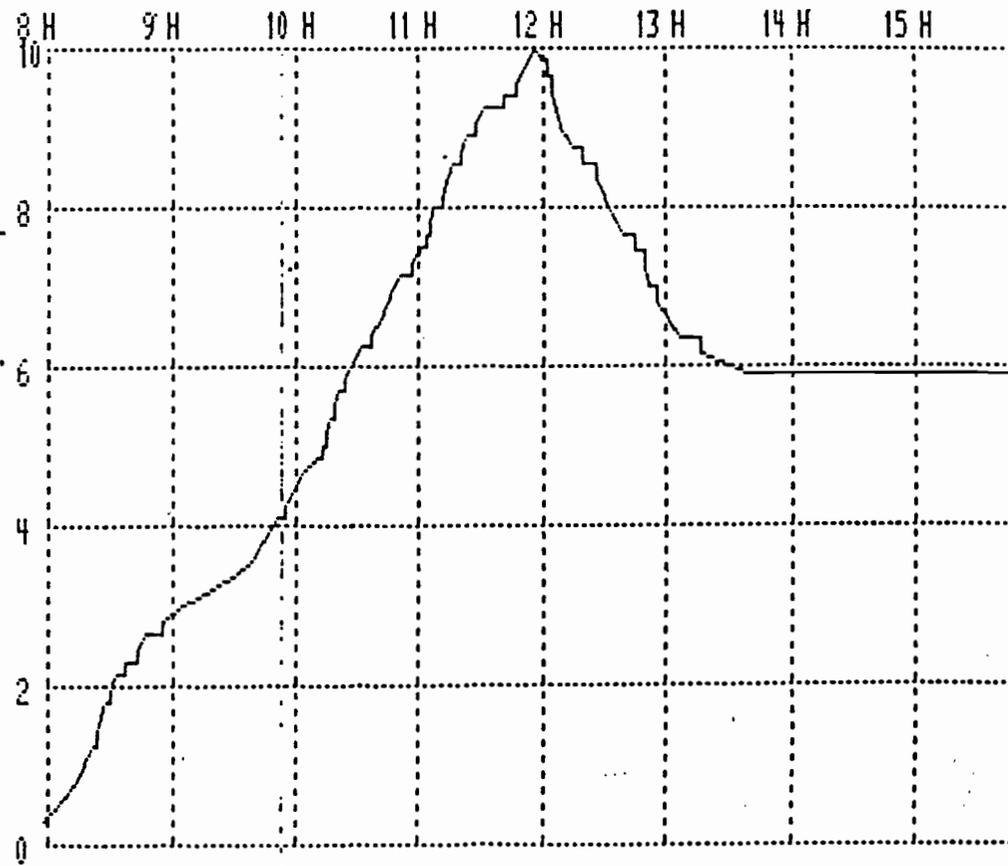
S.A.R.L. au capital de 40.000 F
95, route de Corbeil
91700 SAINTE GENEVIÈVE DES BOIS
TÉL. (01) 984.93.93 - Téléc. Public 750304 F
SIRET 326 356 785 00016



Debut le 15 9 1984



Debut le 26 9 1984



- Numéro de l'enregistreur
- Date courante
- Nombre total de basculements saisis
- Date du dernier basculement
- Nombre total d'octets écrits dans la cartouche
- Etat de la tension batterie par rapport au minimum
- Eventuellement : nombre d'octets défectueux rencontrés lors de l'écriture

Ce terminal est équipé d'un affichage à cristaux liquides alphanumérique. La visualisation des informations est faite en littérale sous la forme d'un message défilant ré-actualisé tant qu'il reste connecté à la centrale. Aucune documentation n'est nécessaire à son interprétation, il permet de s'assurer sans ambiguïté du bon fonctionnement de l'enregistreur.

La centrale OEDIPE se présente sous la forme d'un coffret plastique étanche et verrouillable identique à celui utilisé pour CHLOE-A. Le raccordement de la batterie et du contact du pluviomètre s'effectue simplement sur des douilles.

OEDIPE, à l'instar de CHLOE, est conditionnable dans une armoire métallique verrouillable renfermant la batterie et pouvant supporter le capteur pluviométrique. Cette armoire est fixée par des pieds de scellement type DDE.

OEDIPE a été conçu pour recevoir dans son coffret, en option, un émetteur satellite ARGOS permettant la télésurveillance de la centrale installée sur un site isolé ou inaccessible.

- CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'ENREGISTREUR

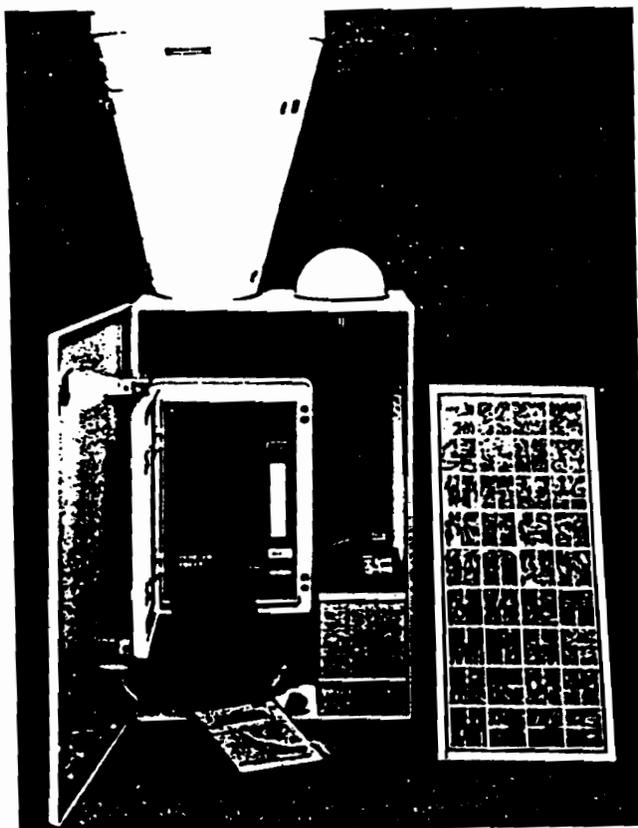
- * ENTREE CAPTEUR : 1 voie acceptant un signal impulsionnel actif au 0 Volt, amorti et mémorisé par l'électronique et le logiciel de l'enregistreur.
- * SORTIE :
 - Enregistrement sur cartouche EPROM amovible CE64
 - 1 vecteur de sortie (implantable en option) au standard de communication de la DCP ARGOS type UHF82S12.
 - 1 voie pour la connexion d'un terminal de lecture TM84
- * TENSION D'ALIMENTATION : de 10 à 15 Volts continus
- * COURANT CONSOMME :
 - Entre les enregistrements : 3 mA
 - Pendant l'impulsion (enregistrement (1sec.) : 400 mA max
- * LIMITES CLIMATIQUES D'UTILISATION :
 - Plage de température de fonctionnement : -20 à +80 dC
 - Humidité relative maximum : 100 %
 - Coffret étanche selon la norme IP55 (étanchéité au jet)
- * BASE DE TEMPS :
 - Horloge interne à quartz fonctionnant en mode chronographe
 - Datage du quantième à la seconde sur 400 jours maximum
 - Dérive inférieure à 1 mn/mois dans les limites climatiques définies précédemment

- * CONNEXIONS : par douilles pour l'alimentation et l'entrée capteur et par connecteur étanche type AMPHENOL C16 à verrouillage à vis (1.tour) pour le terminal TM84
- * ENREGISTREMENT :
 - Sur cartouche EPROM amovible CE64
 - Mémorisation de la date de l'évènement par rapport au temps 0 de mise en service.
 - Date exprimée en BCD sur 4 octets.
 - Algorithme d'écriture garantissant la fiabilité absolue des données (C)ORSTOM-ELSYDE
 - Capacité de l'enregistrement : 16 384 évènements datés
- * CARACTERISTIQUES MECANIKES :
 - Coffret plastique étanche verrouillable (serrures triangulaires conçu pour l'intégration d'une carte émettrice ARGOS type UHF82S12
 - Dimensions : 350 x 250 x 150 mm
 - Poids : env 5 Kg
- * OPTIONS :
 - Interface de communication ARGOS
 - Armoire de conditionnement métallique de l'ensemble enregistré + batterie et pouvant supporter le pluviomètre et l'antenne ARGOS
 - Panneau solaire photovoltaïque 8 W
 - Batterie sans entretien

o o o o o

*
* CENTRALE D'ENREGISTREMENT PLUVIOMETRIQUE *
*
* O E D I P E *
*
* (Copyright ORSTOM-ELSYDE 1984) *
*

F I C H E T E C H N I Q U E



ELSYDE - 95 route de CORBEIL
Sainte GENEVIEVE des BOIS
91700 - FRANCE
Tél : (6) 904 93 93
Télex : 250304 F

Edition : fev 1984

E N E G I S T R E U R P L U V I O M E T R I Q U E O E D I P E

L'enregistreur OEDIPE (Organe d'Enregistrement Digital d'Informatio Pluviométrique) mémorise sur une cartouche mémoire amovible CE64 compatible avec le système CHLOE, l'histogramme des basculements d'un pluviomètre à augets équipé d'un contact mercure ou REED.

L'enregistreur possède une base de temps précise fonctionnant en mode chronographe (elle est initialisée à 0 lors de la mise en service). L'origine des temps est automatiquement recalée lors du dépouillement informatique, l'opérateur ayant noté la date calendaire de mise en service sur l'étiquette de la cartouche.

Le basculement de l'auget du pluviomètre déclenche la mémorisation sur la cartouche de la date complète (du quantième à la seconde). L'enregistrement utilise le principe de repérage des éventuels défauts d'écriture de la cartouche permettant, à l'instar de CHLOE de garantir à 100% la validité des données stockées.

La mémorisation systématique de l'histogramme permet lors du dépouillement de reconstituer un pluviogramme et de traiter les intensités sur des périodes de temps variables.

Le codage de la date s'effectuant sur 4 octets, la capacité de la cartouche CE64 correspond à une autonomie de stockage de 16 384 basculements de l'auget dont l'équivalent Hauteur d'Eau dépend du type de capteur pluviométrique utilisé (0,1 0,2 ou 0,5 mm/basc.). Cette autonomie permet, par exemple, la saisie de totale de :

- 1,6 m d'eau pour 0,1 mm/basc.
- 3,2 m d'eau pour 0,2 mm/basc.
- 8,1 m d'eau pour 0,5 mm/basc.

Ce cumul correspond fréquemment à plus d'un an de données.

L'enregistreur est alimenté en tension continue 12 V. Sa consommation est très faible (3 mA entre les basculements). Couplé à un panneau solaire photovoltaïque délivrant une énergie maximum de 8Wh, son fonctionnement est assuré de façon quasi-définitive.

L'utilisation d'OEDIPE est particulièrement simple et adaptée aux conditions rencontrées sur le terrain. Le fait d'introduire la cartouche dans l'enregistreur réalise automatiquement sa mise sous tension et lance la procédure de formatage (test de vacuité et écriture du numéro de la centrale). La diode LED unique située sur la face avant balise le bon fonctionnement de la procédure ou le rejet de la cartouche. A chaque basculement de l'auget du pluviomètre, la LED s'allume pendant la durée de la mémorisation de la date (moins d'une seconde).

Un connecteur auxiliaire permet le raccordement d'un terminal de poche (TMB4) de la dimension d'une calculatrice et conditionné dans un boîtier plastique équipé d'un couvercle de protection. Ce terminal renseigne l'opérateur sur les paramètres de fonctionnement de l'enregistreur sans qu'il soit nécessaire d'extraire la cartouche ni même d'ouvrir le coffret :

*** ENREGISTREMENT :**

- Sur cartouche EPROM amovible CE64
- Algorithme d'écriture garantissant une fiabilité totale des données (C)ORSTOM-ELSYDE.
- Rythme d'enregistrement et seuil significatif réglables par le clavier de face avant
- Paramètres enregistrés sélectionnables (Hauteur, température, et capteur auxiliaire)

*** CARACTERISTIQUES MECANQUES :**

- Coffret plastique étanche selon la norme IP559 conçu pour contenir en option une carte émettrice ARGOS type UHF82S12.
- Dimensions : 350 x 250 x 150 mm
- Poids : env. 5 Kg

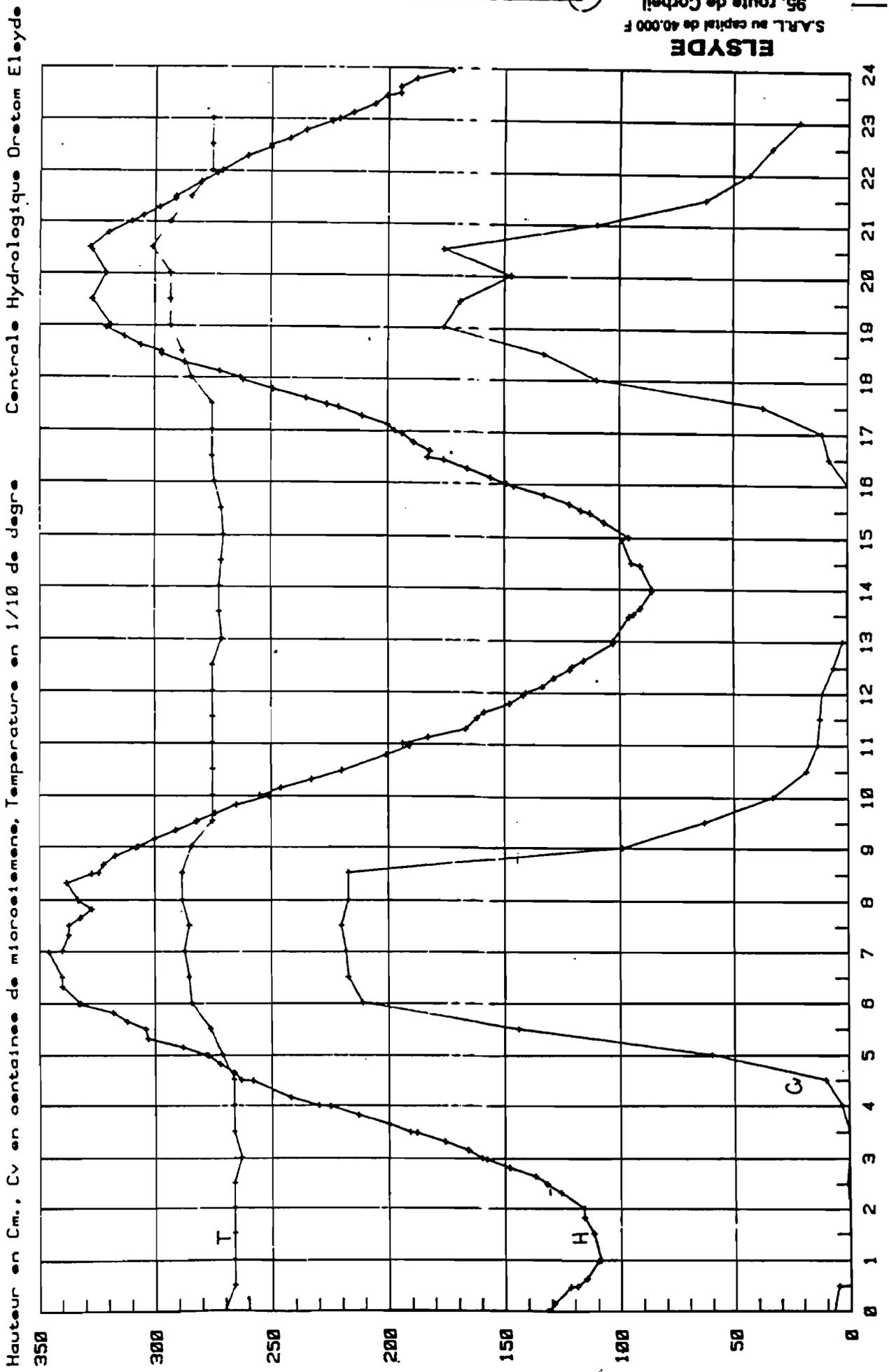
*** OPTIONS :**

- Interface de liaison satellite ARGOS ou METEOSAT
- Interface d'acquisition d'un capteur supplémentaire
- Armoire de conditionnement de l'ensemble enregistreur + batterie pouvant supporter l'antenne ARGOS.
- Panneau solaire photovoltaïque 8W
- Batterie sans entretien

o o o o o

* SYSTEME ORSTOM-ELSYDE 'CHLOE' * Déroulement réalisé sur HP85 au centre ORSTOM de CAYENNE

SYSTEME CHLOE
Centrale Hydrologique Drotom Eloyde



ELSYDE
S.A.R.L. au capital de 40.000 F
95, route de Corbeil
91700 SAINTE GENEVIEVE DES BOIS
Tél (01) 94.03.93 - Télax Public 253004 F
SIRET 328 356 755 00016

TMS

L'enregistreur se présente sous la forme d'un coffret plastique étanche selon la norme IP559 et verrouillable auquel se raccordent par des connecteurs la sonde limnimétrique SPI, la batterie et le capteur auxiliaire. Elle est prévue pour être intégrée dans une armoire métallique verrouillable pouvant également renfermer la batterie et dont le toit peut supporter le panneau solaire.

Cette armoire est fixée sur des pieds de scellement type DDE de longueur 1,5 m réalisant un ensemble inviolable et très stable.

- Dimension de l'enregistreur : 350 x 250 x 150 mm
- Dimension de l'armoire métallique : 600 x 400 x 250 mm

- SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'ENREGISTREUR CHLOE-A

* ENTREE CAPTEUR :

- 1 voie limnimétrique permettant la connexion d'une sonde SPI-1C
- 1 voie capteur auxiliaire (sonde de conductivité par exemple)

* SORTIE :

- Enregistrement sur cartouche EPROM amovible CEE4
- 1 vecteur de sortie configurable en option au standard de communication des émetteur satellites ARGOS et METEOSAT

* TENSION D'ALIMENTATION : de 11 à 15 volts continus

* COURANT CONSOMME :

- Entre les enregistrements : 6 mA
- Pendant l'enregistrement (durée 1 seconde) : 400 mA maximum

* LIMITES CLIMATIQUES D'UTILISATION :

- Plage de température de fonctionnement : -25 à +80 degrés C.
- Humidité relative maximum : 100 %
- Coffret étanche selon la norme IP559

* BASE DE TEMPS :

- Horloge temps réel calendaire initialisable
- Dérive inférieure à 1 mn/mois dans les limites climatiques d'utilisation définies précédemment.

* CONNEXIONS :

- Sonde SPI-1C : connecteur étanche type INTERCONNEXION
10 points à verrouillage à baionnette.
- Alimentation : connecteur étanche type AMPHENOL - C16
4 points verrouillage à vis (1 tour)
- Capteur auxiliaire : connecteur étanche type AMPHENOL - C16
7 points verrouillage à vis (1 tour)
- Vecteur de sortie optionnel : connecteur étanche INTERCONNEXION
19 points à baionnette

CENTRALE D'ENREGISTREMENT CHLOE-A

L'enregistreur CHLOE-A mémorise sur une cartouche mémoire amovible CE64 les mesures de hauteur et température de l'eau réalisées par la sonde limnimétrique immergée SPI et l'information délivrée par le capteur supplémentaire connecté en option.

L'enregistrement est systématiquement déclenché toutes les 30 min, aux 1/2 heures rondes. Des mesures intermédiaires sont réalisées à pas de temps réglable (1 à 99 minutes) et sont mémorisées si elles représentent une variation significative réglable de 1 à 99 CM de hauteur d'eau.

Les données bi-horaires concernent l'ensemble des paramètres acquis (hauteur et température de l'eau et capteur auxiliaire) dont chacun peut être enregistré ou non suivant le positionnement d'un 'di-switch'. Les données intermédiaires ne contiennent que la hauteur d'eau en CM.

L'enregistreur CHLOE-A réalise donc une saisie intelligente des données, adaptée à la variation du phénomène (plus il varie, plus la densité de points de mesure est importante). Ce mode de saisie permet la collecte uniquement des points significatifs pour l'hydrologue et augmente l'autonomie de la cartouche mémoire.

L'enregistreur CHLOE-A est équipé d'une base de temps calendaire précise initialisable (dérive inférieure à 1 mn / mois). L'afficheur à cristaux liquides et le clavier situés sur la face avant permettent l'accès aux 5 commandes suivantes :

- * Initialisation de la base de temps
- * Visualisation des mesures capteur (SPI et auxiliaire)
- * Décalage de l'origine de la hauteur d'eau mesurée par le SPI (adaptation à une échelle limnimétrique).
- * Formatage de la cartouche mémoire
- * Lecture du nombre d'octets utilisés et du contenu de la cartouche.

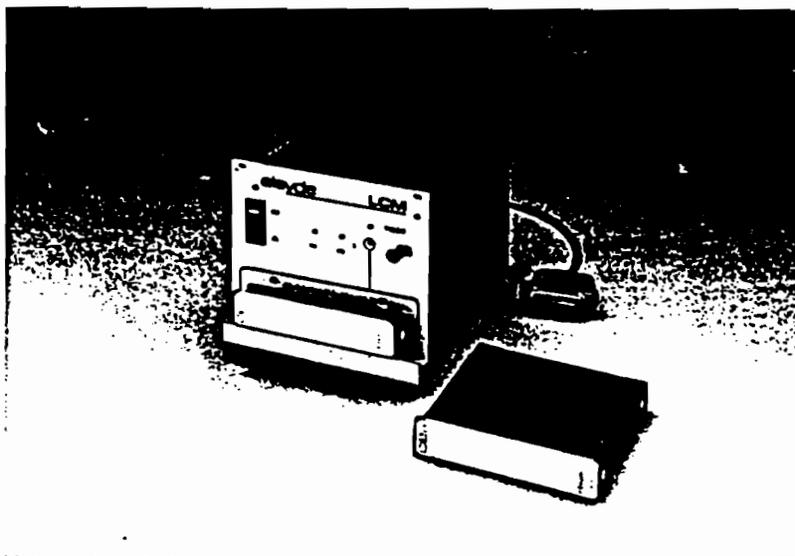
L'autonomie de la cartouche est fonction de l'échantillonnage choisi pour les mesures (intervalle de temps et seuil de sensibilité) qui conditionne le nombre de points collectés. Par exemple, une cadence d'une mesure toutes les 10 minutes et un seuil de sensibilité nul (saisie systématique) assure une autonomie de plus de 3 mois.

La centrale CHLOE-A est alimentée par une tension 12 V=. Sa faible consommation (6 mA) permet l'utilisation d'un panneau solaire photovoltaïque de petite taille (56 x 25 CM) délivrant une énergie de 8 Wh en condition maximum d'ensoleillement.

CHLOE-A a été conçue pour recevoir dans son coffret, en option, un émetteur satellite ARGOS permettant la télésurveillance de la centrale installée sur un site isolé ou inaccessible.

INTERFACE DE LECTURE
DES CARTOUCHES CE64

- L C M -



Le LCM assure le transfert des données contenues dans les cartouches CE64 sur tout ordinateur muni d'une liaison standard RS232C.

Le transfert est géré par un protocole informatique précis incluant des contrôles de parité transversale et longitudinale nécessaires pour éviter tout risque de défaut de liaison à un débit important. Le transfert est initialisé par une commande spécifiant l'adresse de début et de fin de l'espace mémoire concerné. La transmission des données s'effectue en code ASCII.

Deux LED situées sur la face avant du lecteur balisent les échanges émission/réception.

Le LCM possède une fonction test permettant de vérifier la viduité totale des cartouches après effacement.

* La liaison RS232C possède les caractéristiques suivantes :

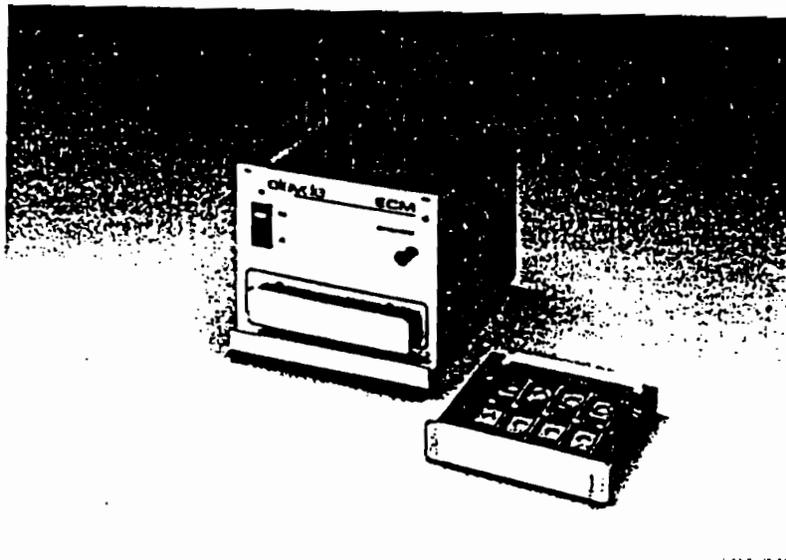
- Vitesse : 4800 bauds (disponible entre 300 et 4800 bauds sur demande)
- Format : 10 bits (1 start - 7 data - 1 parité paire - 1 stop)
- Liaison half-duplex
- Configuration : terminal
- Transmission en code ASCII

* Caractéristiques mécaniques :

- Dimensions : 142 x 129 x 216 mm (coffret modulaire au standard Europ/3U largeur 28F)
- Poids : env. 2 Kg
- Alimentation : 220V alt. / 50Hz

MODULE D'EFFACEMENT
DES CARTOUCHES CE64

- ECM -



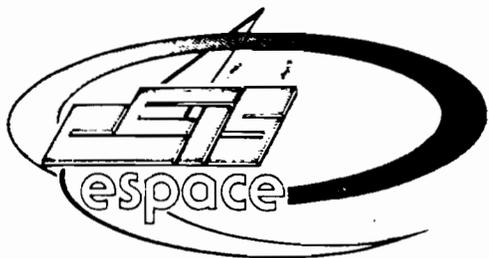
Le module ECM réalise l'effacement des cartouches CE64 pour permettre leur ré-utilisation.

Il est composé de 2 lampes à Ultra-Violet commandées par un minuteur réglable.

L'effacement d'une cartouche s'effectue environ en 30 minutes.

* Caractéristiques mécaniques :

- Dimensions : 142 x 129 x 216 mm
(coffret modulaire au standard Euro/3U largeur 28F)
- Poids : env. 1,5 Kg
- Alimentation : 220V alt. / 50Hz



CEIS ESPACE

Z.I. THIBAUD - RUE DES FRÈRES-BOUDES - 31084 TOULOUSE CEDEX
TÉL. 61 44 39 31 - TÉLEX: 521.039 F

SURVEILLANCE HYDROMETEOROLOGIQUE PAR SATELLITE

CEIS ESPACE est le spécialiste des systèmes de collecte de données hydrologiques et hydrométéorologiques utilisant les télétransmissions par satellite (ARGOS, METEOSAT, GOES, GMS). 200 plateformes ont été installées dans le monde entier.

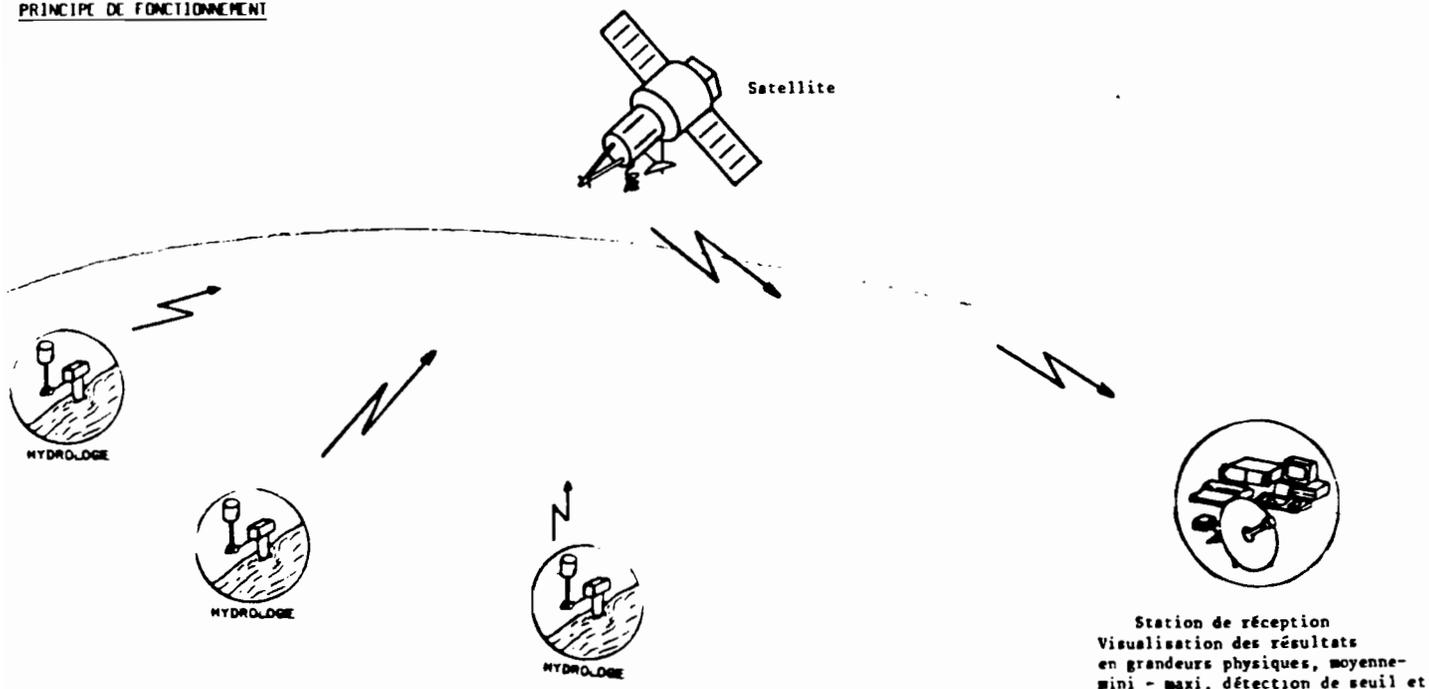
1) PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Chaque système comprend les éléments suivants :

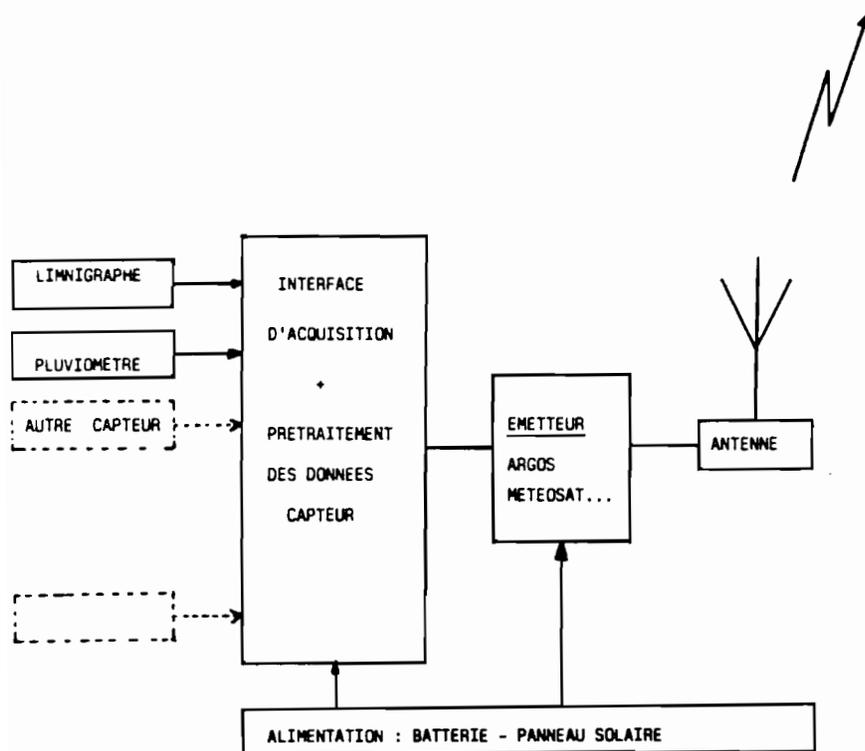
- Plateformes de collecte de données (effectuant la collecte d'informations provenant de capteurs divers et transmettant ces informations vers le satellite).
- Station de réception satellite (recevant et traitant les informations provenant des plateformes via le satellite).

Voir synoptique ci-dessous.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



Ci-dessous : synoptique général d'une plateforme hydrométéorologique



II) LES PLATEFORMES HYDROLOGIQUES AUTONOMES

Chaque plateforme est constituée des éléments suivants :

- Le limnigraphe lui-même (choisi suivant le site)
- L'électronique d'acquisition et de mise en forme des données capteur
- L'organe de transmission vers le satellite (émetteur ARGOS ou METEOSAT)
- L'antenne (son type est lié à l'émetteur choisi)
- L'alimentation par batterie ou panneau solaire (rendant la plateforme entièrement autonome).

Trois plateformes de type différent ont été développées à ce jour.

1°) Plateforme avec limnigraphe à flotteur

Ce capteur est utilisé si le site d'installation dispose d'infrastructures de type pont ou barrage (ou encore si les berges du fleuve sont suffisamment escarpées).

Ceci permet de fixer le puits du capteur (tube vertical plongeant dans l'eau du fleuve) (voir photo ci-dessous).



Informations transmises systématiquement :

- Hauteur d'eau instantanée
- Paramètres technologiques :
 - . Température interne du coffret renfermant l'émetteur et l'électronique
 - . Tension batterie et contrôle panneau solaire
- Pluviométrie (en option seulement)

2°) Plateforme avec limnigraphe pneumatique

Il est utilisé si le site ne dispose pas d'infrastructure ou si le lit du fleuve est relativement plat.

Ce capteur nécessite pour son fonctionnement une bouteille d'air comprimé qui a généralement une autonomie d'un an.

Il peut être installé jusqu'à 500 mètres du coffret contenant l'électronique d'acquisition, l'alimentation et la bouteille d'air comprimé.



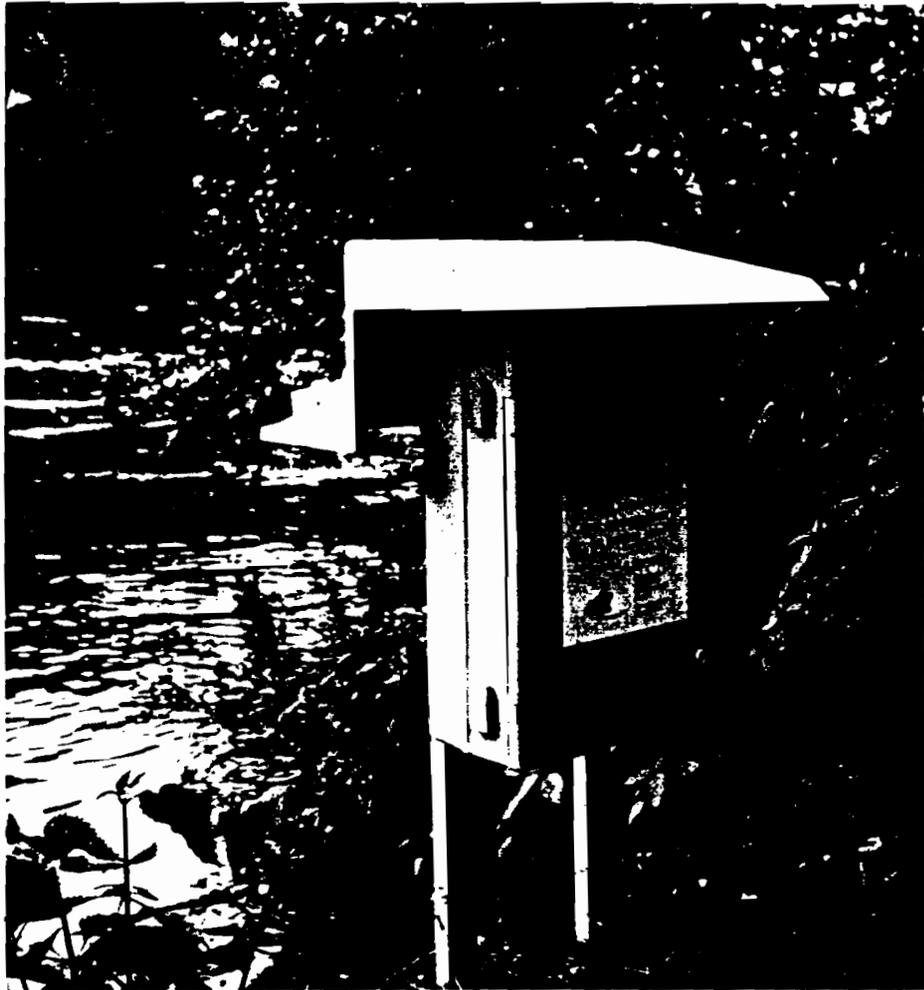
Plateforme hydropluviométrique type HYDRONIGER
(limnigraphe pneumatique)

Informations transmises systématiquement :

- Hauteur d'eau instantanée
- Paramètres technologiques :
 - . Température interne du coffret renfermant l'émetteur et l'électronique
 - . Tension batterie et contrôle panneau solaire
 - . Pression d'air comprimé
- Pluviométrie (en option seulement)

3°) Plateforme avec limnigraphe à capteur de pression

Le capteur est immergé dans le fleuve et la plateforme complète, d'un encombrement très réduit et d'une grande facilité d'installation (pas de bouteille à changer), peut être installée sur des sites analogues à ceux des plateformes à limnigraphe pneumatique ou à flotteur.



Plateforme hydrologique type OMS
(limnigraphe à capteur de pression)

Un abri en polyester très robuste protège la plateforme qui peut être installée dans des environnements sévères.

Lorsque cette plateforme est utilisée avec un émetteur ARGOS, elle relève la hauteur d'eau toutes les demi-heures et mémorise 15 mesures successives correspondant à une période de 7 heures. La durée entre deux passages de satellite étant au maximum de 6 h 30 à l'équateur, aucune information n'est perdue à la réception par l'utilisateur qui dispose de l'intégralité des relevés mémorisés.

Pour la température de l'eau, seule l'information relevée au moment du passage du satellite est transmise et reçue par l'utilisateur. Il en est de même pour la mesure de la pluviométrie si cette option existe.

Les paramètres technologiques sont eux aussi transmis systématiquement :

- Température interne du coffret renfermant l'émetteur et l'électronique
- Tension batterie et contrôle panneau solaire.

De plus, cette plateforme peut recevoir en option une mémoire statique de 64 KO amovible. Cette mémoire permet d'enregistrer et de mémoriser la hauteur d'eau chaque fois que celle-ci varie d'un pas constant réglable par l'utilisateur, son autonomie étant fonction de l'amplitude de ce pas et des fluctuations du niveau du cours d'eau (de quelques semaines à quelques mois).

L'information nombre d'octets enregistrés sur la mémoire est également transmise dans le message ARGOS, ce qui permet de prévoir son échange en temps utile. Ce changement est simple et ne nécessite pas de personnel spécialisé.

La mémoire enregistrée peut être relue sur un microcalculateur standard, l'interface et le logiciel de lecture étant fournis par CEIS ESPACE.

PRESENTATION SCHEMATIQUE DES DEUX SYSTEMES DE TELETRANSMISSION PAR SATELLITE UTILISABLE

ARGOS

METEOSAT

Même fonction : collecte de données

- Zone de couverture :
totalité du globe

- Zone de couverture :
zone de visibilité du satellite
(voir figure 1)

- Caractéristiques générales de l'émetteur :

- Caractéristiques générales de l'émetteur :

- . longueur du message transmis :
256 bits max
- . émission périodique (toutes les
100 à 200 s)
- . fréquence fixe 401,65 MHz
- . adresse de la plateforme attribuée
par le Service ARGOS

- . longueur du message transmis :
5104 bits (canal normal)
184 bits (canal d'alerte)
- . émission à heure fixe (canal norma
. émission instantanée (canal d'aler
- . 66 canaux de fréquence différente
existent sur le satellite à
partir de 402 MHz

La fréquence et l'heure d'émission sont fixées par l'ESA (Agence Spatiale Européenne).

- Réception des données

1°) Par un centre spécialisé (centre ARGOS aux USA ou en France) avec dissémination des résultats aux utilisateurs par télex, par envoi de listings ou bandes magnétiques.

2°) Par une station locale de réception directe développée par CEIS ESPACE et décrite ci-après.

- Réception des données :

1°) Par le centre spécialisé de l'ESA à Darmstadt (RFA) avec dissémination des résultats aux utilisateurs par le réseau GTS (Système Global de Télécommunication) sous forme de télex, listings ou bandes magnétiques.

2°) Par une station locale de réception satellite directe développée par CEIS et décrite ci-après.

* Le canal d'alerte permet de transmettre instantanément un message d'alerte (dépassement de seuil)

Nota : Les plateformes METEOSAT peuvent être également utilisées avec les satellites GOES et GMS

III. STATION DE RECEPTION SATELLITE

Deux systèmes de télétransmission par satellite sont utilisables : ARGOS (satellite à défilement) ou METEOSAT (satellite géostationnaire).

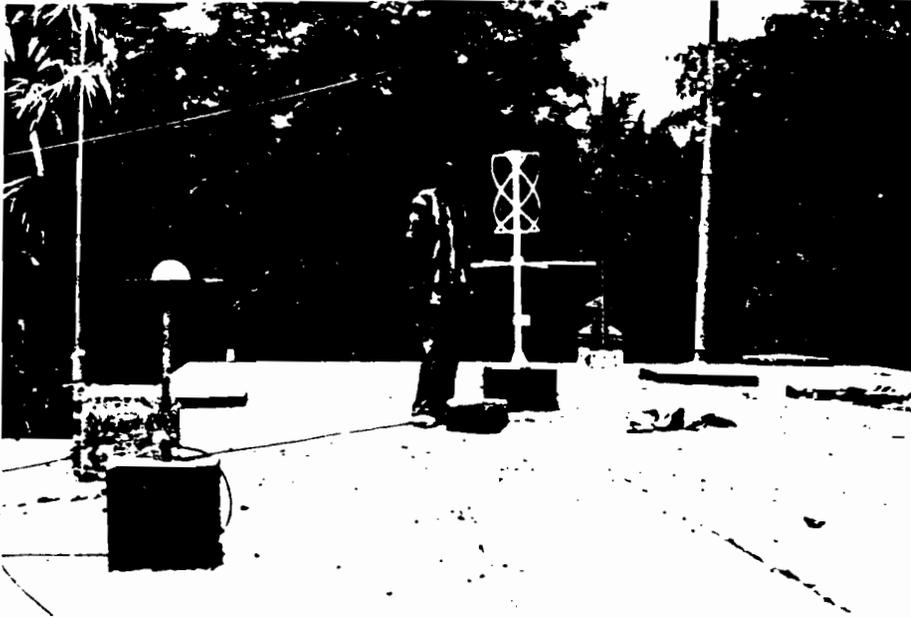
1°) Station de réception ARGOS SRDA 86

La station SRDA 86 permet de recevoir directement les informations provenant de plateformes situées dans un rayon de 2500 km autour de la station de réception, lors du passage du satellite en visibilité de celle-ci.

Elle comprend les éléments suivants :

- antenne, récepteur, synchronisateur
- ordinateur de type IBM PC ou compatible avec périphérique

Le calculateur est livré avec un logiciel de base faisant l'édition des résultats provenant des plateformes de collecte de données via le satellite. Des logiciels d'applications spécialisés peuvent être fournis en option avec édition des résultats en grandeur physique, tracé de courbe...



Antenne de réception ARGOS

"Type tourniquet"

Station ARGOS SRDA 86



2°) Station de réception METEOSAT SRDM 85

La station SRDM 85 permet de recevoir en temps réel les informations provenant de plateformes situées dans la zone de visibilité du satellite METEOSAT (voir figure 1).

Elle comprend les éléments suivants :

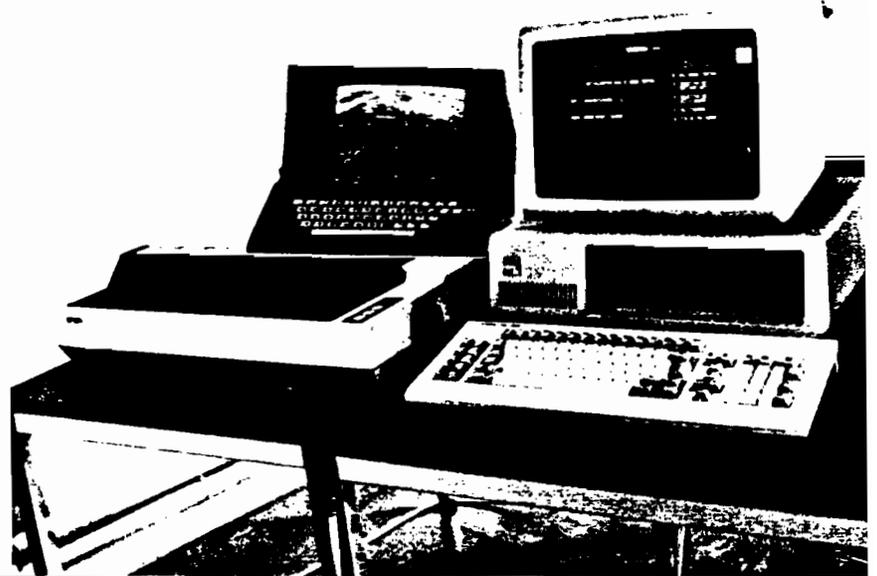
- une antenne parabolique orientable
- un récepteur et un synchronisateur inclus dans le calculateur
- un calculateur de type IBM PC ou compatible et ses périphériques

Le logiciel de base permet de sélectionner les plateformes à suivre, d'éditer les résultats d'une plateforme déterminée, de vérifier la qualité de la transmission.

Des logiciels d'application peuvent être fournis en option avec édition des résultats en grandeur physique, tracé de courbes, etc.

Une option tiroir image peut être proposée en option avec visualisation de l'image METEOSAT sur moniteur TV.

Station SRDM 85
avec option image



Antenne parabolique
réception METEOSAT

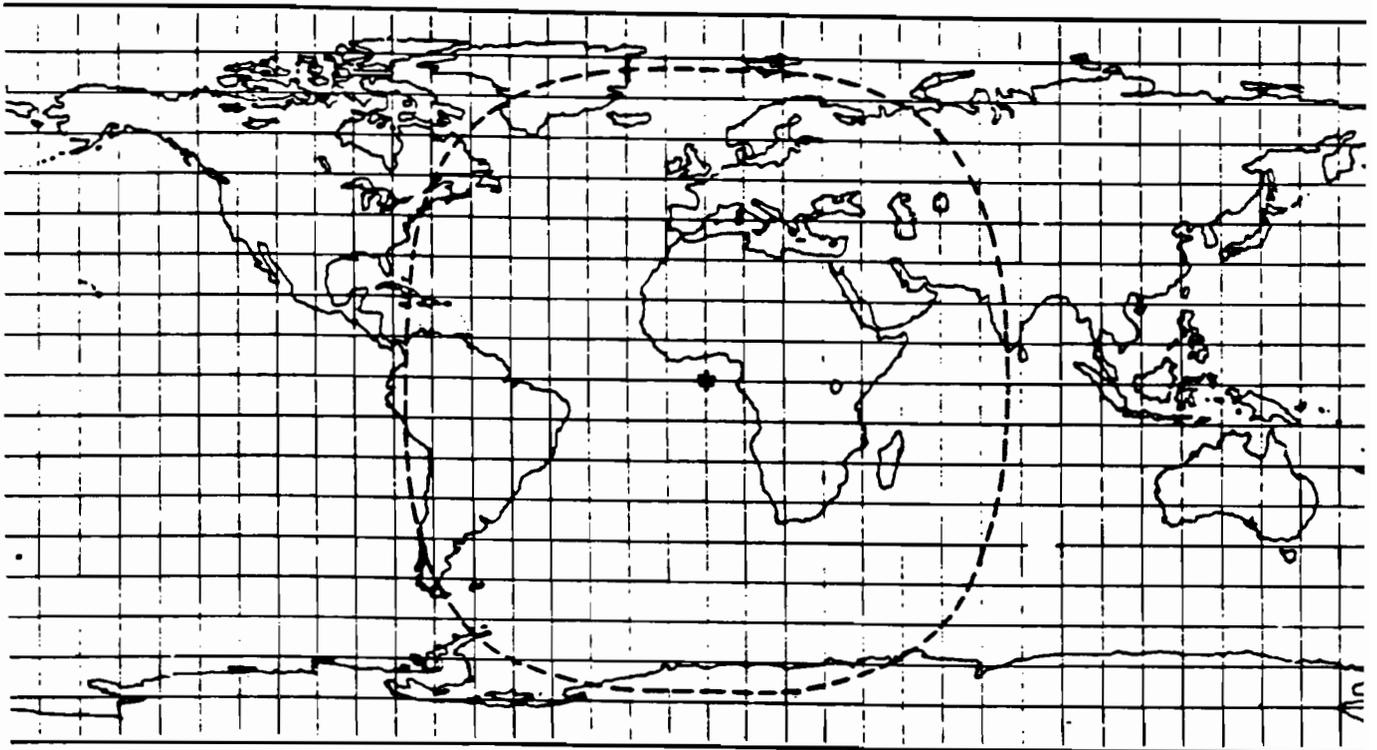


Figure 1 : Zone de visibilité du satellite METEOSAT

IV) EXPERIENCE DE CEIS ESPACE EN HYDROLOGIE

CEIS ESPACE a réalisé et installé des plate-formes et systèmes complets en France et à l'étranger :

- Réseau de surveillance hydrologique du Tarn en France par système METEOSAT pour le compte de l'EDF (2 plate-formes en 1985, 4 en 1986 avec une station de réception).
- Réseau de surveillance hydropluviométrique pour les Bassins de la Loire en France (30 plate-formes, 85 codeurs optoélectroniques et une station de réception installés) pour le compte de l'Institution pour la Protection des Vals de Loire.
- Réseau hydropluviométrique du Bassin de la Seine en France (60 plate-formes et une station de réception installées) pour le service de la Navigation de la Seine.
- Réseau de surveillance hydrologique de la MEKROU (Nord Togo) pour le projet ONCHOCERCOSE de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), (8 plate-formes et une station installées). Utilisation du système ARGOS.

Dans le cadre du même projet ONCHOCERCOSE, 20 nouvelles plate-formes et une station de réception sont en cours de réalisation.

- Réseau de surveillance hydropluviométrique du Bassin du Niger. Réalisation dans le cadre du projet HYDRONIGER pour le compte de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) et des autorités du Bassin du Niger : 65 plate-formes et 9 stations de réception satellite ont été mises en place pour ce projet. Utilisation du système ARGOS.
- Réseau de surveillance hydrologique de l'Amazone (coopération des services hydrologiques français et brésiliens), (21 plate-formes et une station de réception installées). Utilisation du système ARGOS.
- Réseau de surveillance hydrologique de la SANAGA au Cameroun (40 plate-formes hydrométéorologiques et une station de réception METEOSAT). Installation en 1987.

LA TELETRANSMISSION SATELLITAIRE AU SERVICE DU PROGRAMME DE LUTTE
CONTRE
L'ONCHOCERCOSE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Bernard POUYAUD
Laboratoire d'Hydrologie ORSTOM -
MONTPELLIER - FRANCE

RESUME

Pour les besoins de son programme d'éradication de l'Onchocercose, filariose humaine évoluant jusqu'à la cécité, l'OMS a commandité l'installation d'un vaste réseau de télétransmission de données limnimétriques en Afrique de l'Ouest. Cette communication présente les choix technologiques retenus (limnigraphes à capteur de pression piézo-électrique, enregistreurs sur cartouche à mémoires statiques, système de télétransmission ARGOS) et l'utilisation qui en est faite (banque de données alimentée en temps réel, modélisation et prévision des débits de chaque cours d'eau à traiter, évaluation des doses d'insecticide à épandre). Elle montre enfin les justifications économiques et scientifiques qui ont conduit à ces choix nécessaires.

MOTS CLES :

Afrique de l'Ouest, télétransmission, Onchocercose, traitement insecticide, banque de données limnimétriques.

SUMMARY

For the needs of the onchocerciasis eradication program, the WHO has financed the setting up of a large stream gauge data telemetered network in western Africa. This paper presents the various equipments selected (pressure actuated gauge, EPROM recording cartridges, ARGOS telemetering system) and their utilisation : real data base management, river modelisation, runoff forecasting, assessment of the insecticide doses for each river to be treated. The scientific and economic reasons having led to those choices are also given.

KEY WORDS

Western Africa, telemetering systems, onchocerciasis, insecticide treatment, stream gauge data base.

INTRODUCTION

L'Onchocercose humaine est une filariose transmise par un moucheron piqueur, la simulie, vulnérable aux insecticides lors de son stade larvaire uniquement, lorsqu'il colonise des supports immergés dans des eaux vives. Le dosage adéquat des insecticides nécessite la connaissance précise du débit des rivières à traiter, et donc de leurs cotes limnimétriques. L'Onchocerciasis Control Project (OCP) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans sa phase initiale, s'appuyait sur les services hydrologiques nationaux, dont il augmentait l'extension si nécessaire. Les lectures d'échelles étaient exécutées une fois par semaine par OCP et transmises par radio par les secteurs aux bases d'intervention aérienne. Les doses d'insecticide étaient donc calculées à partir d'une seule lecture hebdomadaire. Cette situation, tolérable pour des rivières assez importantes et aux variations suffisamment lentes, cesse de l'être en saison des pluies et pour les petits bassins versants. Il convient alors de disposer d'observations limnimétriques beaucoup plus fréquentes, si possible même en temps réel. En 1984 était donc installé au Nord TOGO sur le bassin de l'OTI et de son affluent la

KARA, un réseau de télétransmission hydrologique pilote, dont les performances furent testées lors des hivernages 85 et 86.

Lorsque fin 1985 fut financée l'extension du programme OCP à l'ouest, et particulièrement sur les hauts bassins du NIGER et du SENEGAL en GUINEE, il fut décidé d'utiliser l'expérience acquise lors de la gestion du réseau pilote Nord-TOGO et de l'étendre à toutes les zones d'extension du programme OCP, à l'Ouest (GUINEE, MALI) et à l'Est (TOGO, BENIN). Dans ces vastes régions, difficiles d'accès et aux réseaux hydrométriques existants insuffisants pour les besoins d'OCP, le réseau de télétransmission d'OCP compléterait avantageusement le réseau préexistant du projet HYDRONIGER, installé dès 1984 avec le financement et l'encadrement de l'OMM (Organisation Mondiale de Météorologie) pour le compte de l'Autorité du Bassin du NIGER (ABN). Afin d'être compatible avec ce réseau HYDRONIGER, le système de télétransmission retenu fut le système ARGOS, système déjà choisi pour les mêmes raisons dans le cas du réseau pilote Nord-TOGO.

Le réseau OMS-OCP est en cours d'installation et devrait comporter 48 stations télémétriques avant l'hivernage 1987 et à terme près de 80.

LES CHOIX TECHNOLOGIQUES

Dès 1984 était progressivement installé en Afrique de l'Ouest le réseau de plates formes de collecte de données du projet HYDRONIGER à l'initiative de l'OMM. Le système utilisé était le système ARGOS. Entre autres données transmises figurent les hauteurs limnimétriques au moment du passage du satellite, c'est-à-dire, pour ces latitudes, en moyenne 4 données par jour.

Le projet-pilote Nord-TOGO, lancé en 1985 par l'ORSTOM à l'initiative de l'OCP, reprend naturellement le même système, puisque la station de réception était une station CEIS-Espace du type HYDRONIGER. Par contre l'équipement des télémétrigraphes diffère :

- dans le cas du réseau HYDRONIGER, il s'agit de limnigraphes SEBA à capteur pneumatique, équipé d'un codeur CEIS-Espace.
- dans le cas du projet Nord-TOGO d'OCP, il s'agit de limnigraphes classiques à flotteur OTTX équipé d'un codeur SIGTAYCOD de la CSEE.

Dans les deux cas les balises d'émission sont des balises ARGOS fabriquées par CEIS-Espace.

Les deux systèmes ont donc en commun de n'avoir aucune mémorisation, et n'envoient donc que les seules hauteurs d'eau lors du passage du satellite, soit un maximum de 4 hauteurs par jour, parfois espacées de près de 8 heures.

L'extension Ouest d'OCP concerne en phase I le bassin amont du fleuve NIGER, situé essentiellement en République de GUINEE, et dans une moindre mesure, les bassins des trois affluents constituant le Haut SENEGAL (BAKOYE, BAOULE, BAFING) en Républiques de GUINEE et du MALI. Les phases II et III concerneront les autres affluents du SENEGAL (FALEME etc.) et les rivières constituant vers l'Ouest et le Sud-Ouest les fleuves côtiers qui drainent la GAMBIE, la GUINEE BISSAU, la SIERRA LEONE, la GUINEE et la LIBERIA. Nous n'aborderons ici que la première phase et donc les hauts bassins du NIGER et du SENEGAL, au MALI et surtout en GUINEE, puisque c'est là que se posent les principaux problèmes onchocerciens et hydrologiques.

Le réseau hydrologique du haut bassin du NIGER est actuellement insuffisamment équipé pour OCP. Certes, le projet HYDRONIGER a doté le haut bassin guinéen du NIGER de six stations de télétransmission, mais ces stations sont installées sur le NIGER lui-même (KOUROUSSA et FARANAH) ou ses plus gros affluents : le MILO (KANKAN, et KEROUANE), le NIANDAN (BARO), le TINKISSO, ou encore le SANKARANI (MANDIANA en projet). Elles ne suffisent évidemment pas à OCP, dont les besoins nécessitent une densité de stations beaucoup plus importante, puisqu'il faut connaître les débits au long des principaux cours d'eau, mais aussi de leurs affluents, jusqu'à des bassins versants de parfois moins de 1 000 km².

Puisqu'ils seraient inaccessibles en hautes eaux et que les échelles limnimétriques ne pourraient être lues autrement que par hélicoptère, avec les coûts prohibitifs que cela suppose, OCP a donc décidé de doter les principaux sites (ou les plus inaccessibles) de télémétrigraphes. Le système de télétransmission

ARGOS fut retenu, autant parce qu'il équipait déjà le réseau HYDRONIGER que par sa disponibilité immédiate (cf. figure n°1). Mais les contraintes d'OCP sont différentes de celles d'HYDRONIGER :

- certains des sites sont inaccessibles par route, ce qui impose au matériel d'être facilement hélicopté.
- 4 observations par jour sont insuffisantes et il faut donc stocker les données en mémoire avant leur transmission au passage du satellite.

Pour répondre aux diverses contraintes décrites précédemment, les choix suivants furent effectués :

- Le limnigraphe serait un CHLOE modifié, construit par la société ELSYDE. Ce limnigraphe utilise un capteur SPI-2, constitué d'une jauge de pression à semi conducteur et d'une carte électronique intégrée dans un boîtier cylindrique immergeable, relié au coffret du CHLOE par un câble souple gainé de PVC et blindé. Le CHLOE-C est un système limnigraphique automatique et autonome, enregistreur et transmetteur, qui réalise les fonctions suivantes :

- enregistrement de la hauteur d'eau mesurée par la sonde SPI-2, dans une cartouche CE64 constituée de 8 mémoires de type EPROM de 8 K.octets chacune.
- mesure des paramètres internes du système (tension de la batterie et des panneaux solaires, tension de programmation des EPROM, températures internes du coffret du CHLOE et du SPI).
- disponibilité, à chaque passage satellite, par balise ARGOS d'un message qui comprend la mesure des 15 hauteurs d'eau aux 15 demi-heures rondes précédant l'émission, les mesures des paramètres internes précédents et le remplissage de la cartouche CE64.
- dialogue avec l'utilisateur grâce à un terminal interactif TD86 à clavier et écran connectable sur le coffret, qui permet l'initialisation du système, la programmation des seuils de sensibilité et de la fréquence de scrutation et les réajustements de cotes, avec gestion du décalage du zéro.

Mis au point en liaison avec les sociétés ELSYDE et CEIS-Espace début 1986, longuement testés à l'état de prototype au cours du printemps 86 par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM à MONTPELLIER, les cinq premiers CHLOE C ont été installés début août 86 en GUINEE.

Ces premières stations équipées sont :

DION à BARANAMA
DION à DIAMARADOU
SANKARANI à SANANKORO
KOURAI à KODIANA
FIE à KOUNDIANA-KOURA

De août à novembre, les messages retransmis par ces balises furent reçus à MONTPELLIER au Laboratoire d'Hydrologie ou à CEIS-Espace à TOULOUSE et archivés dans la banque de données hydrométriques de l'ORSTOM sous le logiciel de gestion HYDROM. Début décembre, à l'occasion de la mission de prospection des phases II et III de l'extension ouest d' OCP, nous avons pu récupérer les cartouches EPROM d'enregistrements de ces 5 télélignigraphes. Transcrites par le logiciel HYDROM, elles vérifient exactement les mesures télétransmises. Nous avons pu aussi les comparer, avec un succès total, aux observations du lecteur du DION à DIAMARADOU (ce qui permet de dater avec certitude et précision les absences de ce lecteur et les cotes inventées !) et pour les quatre autres stations aux cotes de jaugeage effectués durant cette période par les équipes hélicoptées de l'ORSTOM et de GUINEE. A l'issue de cette phase expérimentale, on peut considérer le système comme totalement validé, 15 autres stations en GUINEE et au MALI seront installées entre le 15-01-87 et le 15-02-87, 20 autres en GUINEE, au MALI et au SENEGAL en avril-mai 1987, et enfin 12 de plus, à la même période, en zone d'extension Est au Nord BENIN et Nord TOGO. Le reliquat sera installé lors de la saison sèche 87-88, dont une partie sans doute dans certaines zones inaccessibles du GHANA.

Les besoins d'OCP sont également particuliers en ce qui concerne la station de réception. Lorsque l'on doit gérer en temps réel un réseau de plus de 50 stations, il n'est plus possible d'utiliser des stations de réception du type HYDRONIGER de première génération dont il faut manuellement saisir les données

recueillies pour les introduire dans le logiciel HYDROM, au moins en ce qui concerne les stations implantées dans les Centres Nationaux de prévision.

Il convenait donc de perfectionner cette méthodologie en l'adaptant à la gestion d'un réseau beaucoup plus vaste et comportant déjà trois types de télélimnigraphes : les balises Hydroniger, OMS-Type Nord-Togo et OMS-Type Guinée. Cela est fait et largement automatisé par une station de réception mise au point par la société CEIS-Espace, construite autour d'un IBM-XT de 20 M.octets. En pratique cette station est capable de gérer de façon totalement automatique et programmable en conversationnel une centaine de balises de télétransmission. Elle crée et gère un fichier indexé de hauteurs d'eau, réalimenté en temps réel à chaque passage de satellite. Grâce à un code de correction d'erreur la station valide, en corrigeant au besoin des erreurs de transmission, les messages reçus des différentes balises via les satellites. Ces fichiers rangés et ordonnés peuvent faire l'objet d'éditons automatiques pour certains des paramètres, ou commandées par l'opérateur pour d'autres. La station gère et affiche également un certain nombre "d'alertes" portant sur les paramètres de fonctionnement interne des balises ou sur des seuils de hauteur d'eau, minimum ou maximum, fixés par l'opérateur.

La station a la possibilité d'éditer sur disquettes la totalité de ses fichiers (fichiers de travail : bruts et corrigés en provenance du satellite, fichiers élaborés : fichier résultats et balises traités par la station). Ces disquettes permettent l'échange de données entre le programme OCP et d'autres structures, les services hydrologiques nationaux par exemple. Mais le micro-ordinateur sur lequel est implanté la carte calculateur de la station de réception est équipé d'une deuxième connexion RS 232 qui lui permet de communiquer avec un deuxième micro-ordinateur. La station de réception gère cette communication et transmet automatiquement au disque dur du deuxième micro les données stockées en temps réel dans sa propre banque de données limitée à 20 jours, les fichiers de la station de réception étant des fichiers circulaires.

C'est sur ce deuxième micro, dit "aval" que se trouve implanté le logiciel HYDROM et les programmes qui permettent de transformer la banque de données, type station de réception, en une banque de type HYDROM. Alors, deviennent utilisables tous les logiciels par ailleurs développés par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM sur le standard HYDROM.

CONCLUSION

En guise de conclusion, il nous faut évoquer l'utilisation qui peut être faite de ce réseau complexe de télébalises et de leurs résultats. Les utilisateurs potentiels sont de deux origines :

- le programme OMS-OCP, initiateur du projet bien sûr ;
- mais aussi les services hydrologiques nationaux des pays hôtes., sans parler naturellement du projet HYDRONIGER, ou de ceux comparables qui vont se lancer sur les fleuves SENEGAL et GAMBIE.

En ce qui concerne le programme OCP, l'utilisation en est évidente : utiliser les hauteurs d'eau télétransmises pour les transformer en débits, grâce aux étalonnages mémorisés dans HYDROM, et calculer les doses d'insecticide à appliquer sur chaque bief de rivière. Mais outre cette utilisation primaire des données, on peut les introduire dans des modèles plus ou moins complexes de prévision, selon qu'ils s'appuieront sur une seule station ou au contraire intégreront les données émanant de diverses stations amont et aval. On peut alors effectuer des prévisions à court terme (5 à 10 heures) ou à quelques jours, qui seront utilisées pour prévoir les doses d'insecticide à appliquer en tel ou tel site, situé entre telle et telle station du réseau, en conformité avec le planning des traitements à réaliser. Actuellement les tournées aériennes (hélicoptère et avion) de traitement insecticide des biefs de rivière sont programmées suffisamment à l'avance. Avions et hélicoptères font des rotations qui durent en moyenne 7 jours au départ des bases d'ODIENNE (COTE D'IVOIRE) pour l'Ouest et de LAMA-KARA (TOGO) pour l'Est. Il convient donc de mettre à la disposition des pilotes chaque semaine, en même temps que leur plan de vol hebdomadaire, une prévision de l'hydraulicité des rivières qu'ils auront à traiter dans la semaine qui suit. En période d'étiage il ne sera pas difficile de faire une prévision sûre à 7 jours. En hivernage il en ira tout autrement et il conviendra, chaque matin, d'actualiser les prévisions faites. Ces nouvelles prévisions seront transmises par radio, directement aux pilotes, ainsi que les doses calculées d'insecticide.

Mais l'archivage sur support informatique de toutes les données hydrologiques permet aussi à OCP de contrôler a posteriori la qualité des prévisions faites et donc des applications d'insecticide décidées, grâce à l'évaluation entomologique des traitements obtenue par le suivi entomologique des populations de simules en des point de référence. Pour des rivières bien traitées pourrait même être prise la décision

d'ajourner les traitements, et donc d'économiser l'insecticide extrêmement onéreux, jusqu'à ce que des conditions hydrologiques nouvelles, connues grâce à la télétransmission, incitent à les reprendre.

Tous ces avantages justifient bien la décision d'OCP de s'équiper en télétransmission et l'étude économique faite prévoit l'amortissement du matériel de télétransmission dès la troisième campagne annuelle, grâce à l'économie réalisée, mais aussi grâce à l'amélioration de la qualité des traitements.

Les autres utilisateurs potentiels sont donc les services hydrologiques nationaux et on retrouve bien là les raisons qui font qu'en AFRIQUE la télétransmission est rentable même dans le cadre de la gestion classique d'un réseau hydrologique. En effet, l'extension de ce système représente pour les services hydrologiques nationaux de multiples avantages :

- une diminution des coûts d'exploitation des réseaux hydrométriques en évitant les tournées de jaugeages inutiles.
- une augmentation de la qualité des données en évitant les lacunes dans les relevés et les erreurs de dépouillements, et en facilitant le contrôle des tarages.
- une rapidité accrue dans les traitements des données et une diminution de leurs coûts puisque la phase de saisie est alors évitée, car rendue automatique grâce au logiciel HYDROM.

Cela suppose bien sûr l'équipement informatique complet du service. Des pays comme la COTE D'IVOIRE et maintenant le BENIN ont résolument emprunté cette voie.

Si le système ARGOS n'est pas la panacée pour tous les problèmes liés aux épandages d'insecticide, puisqu'il reste à préciser le mode de calcul des doses et celui de l'évaluation de la portée de la vague d'insecticide, il permet cependant d'accroître de façon considérable la probabilité de réussite d'un traitement et d'éviter tous surdosages qui pourraient être nuisibles à l'écologie des rivières. ou à la santé des populations riveraines. Mais cela n'est plus un problème de télétransmission et redevient de l'hydrologie plus classique.

BIBLIOGRAPHIE

- PHILIPPON, B., LE BARBE, L., et LE BERRE, R., L'Hydrologie et la télétransmission dans le programme de lutte contre l'Onchocercose dans le bassin de la VOLTA. Bulletin de liaison du CIEH n° 54. OUAGADOUGOU, BURKINA FASO.
- WHO, 1981. Senegambia project : Onchocerciasis Control in GUINEA, GUINEA-BIASSAU, MALI, SENEGAL and SIERRA LEONE. WHO/VBC/81.2.
- CALLEDE, J., 1983. Emploi des satellites à orbite polaire pour la collecte des mesures effectuées aux stations hydrométriques. Symp. intern. AIHS, HAMBOURG, Août 1983.
- CALLEDE, J., 1979. Transmission par satellite des données hydrométriques. Expérience de l'ORSTOM au SENEGAL et esquisse d'une technologie. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., Vol. XVI, n°1, 1979.
- MONIOD, F., POUYAUD, B., SECHET, P., 1977. Le bassin du fleuve VOLTA, Monographies hydrologiques ORSTOM n°5, ORSTOM.
- POUYAUD, B., LE BARBE, L., 1986. Acquisition et télétransmission de données hydrométriques, suivis de traitements automatiques en temps réel, dans le cadre du projet OMS de lutte contre l'ONCHOCERCOSE en Afrique de l'Ouest. 2èmes Rencontres Internationales Montpellier - Eau et technologies avancées.- 1,2 et 3 oct. 86.
- POUYAUD, B., LE BARBE, L., 1986. Onchocercose, Hydrologie et Télétransmission. AIHS - International Symposium on Water for the Future. Rome - 6-11 April 87.

OCP EXTENSION
WEST-QUEST

LEGENDE

- ☆ Balise HYDRONIGER
- Balise OMS-OCP installée en août 86
- Balise OMS-OCP à installer en janvier 87
- ▼ Balise OMS-OCP à installer en avril 87
- ★ Balise HYDRONIGER en projet



Figure 1

