

TROISIÈMES JOURNÉES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM A MONTPELLIER

23 - 24 Septembre 1987

**Montpellier
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
Mai 1988**

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
Collection **COLLOQUES et SÉMINAIRES**
PARIS 1988

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

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

ISSN: 0767-2896
ISBN: 2-7099-0924-3

© ORSTOM 1988

TROISIEMES JOURNEES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM

TECHNIQUES NOUVELLES EN HYDROLOGIE
(Capteurs et télétransmission, logiciels informatiques)

MONTPELLIER
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
23-24 septembre 1987

AVANT PROPOS

Organisées par le Laboratoire d'Hydrologie à l'initiative de la Commission Scientifique "Hydrologie-Pédologie", et placées sous la présidence de Pierre DUBREUIL, Vice-Président de la Commission, les Troisièmes Journées Hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier ont été consacrées aux Techniques nouvelles en Hydrologie.

- Première journée le 23 septembre 1987
"Systèmes Digitaux et Hydrométrie"
Coordonnateur : Jean Marie FRITSCH
- Deuxième journée le 24 septembre 1987
"Informatique et Hydrologie"
Coordonnateurs : Bernard POUYAUD et François DELCLAUX

Le secrétariat de séance a été assuré par Bernard POUYAUD, assisté de Pierre RIBSTEIN et de Pierre CHIEVALLIER.

Ces journées se sont tenues dans l'amphithéâtre de l'Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts à Montpellier, gracieusement mis à la disposition de l'ORSTOM par la Direction de l'ENGREF. Elles se sont achevées par des ateliers de travail autour de mini et micro-ordinateurs.

SOMMAIRE

PREMIERE JOURNEE	Page
<u>J. M. FRITSCH</u> : Introduction à la première journée	1
<u>P. MAILLACH</u> : Les systèmes digitaux programmables	4
<u>J. M. FRITSCH</u> : Le stockage de l'information sur le site et sa restitution	13
<u>P. MAILLACH</u> : La sonde limnimétrique SPI-2	21
. Discussion	27
<u>J. COLOMBANI</u> : Autopsie d'un hyéogramme	28
. Discussion	37
<u>J. M. FRITSCH</u> : Les centrales d'acquisition CHLOE et OEDIPE	38
- Annexes : Fiches techniques des matériels ELSYDE	45
<u>B. POUYAUD</u> : Echantillonnage d'un signal capteur	53
. Discussion	57
<u>J. COLOMBANI, M. SEVEQUE</u> : Genèse et diffusion du matériel original de mesure et d'enregistrement des pluies et des niveaux d'eau OEDIPE et CHLOE	58
<u>M. GAUTIER</u> : Installation des télémnigraphes du type CHLOE C	64
<u>CENTRALP</u> : Présentation Télétransmission radio	69
<u>M. FROMANTIN</u> : Collecte de données d'environnement par satellite et son application dans le cadre d'un réseau hydrologique	73
. Discussion	84
<u>B. POUYAUD</u> : Présentation de la station de réception directe ARGOS et de son logiciel	85
. Discussion générale	96
DEUXIEME JOURNEE	
<u>B. POUYAUD</u> : Introduction à la deuxième journée	
- L'informatique et l'Hydrologie à l'ORSTOM	100
<u>F. DELCLAUX</u> : L'informatique au Laboratoire d'Hydrologie	102
<u>P. RAOUS</u> : La gestion des données hydrologiques à l'ORSTOM	105
. Discussion	129
<u>Y. L'HOTE</u> : Choix actuel des fichiers pluviométriques de PLUVIOM au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM	130

J. GUISCAFRE : Les fichiers pluviographiques au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM	145
. Discussion	158
<u>T. LEBEL :</u>	
- Eloge de la méthode pour développer les logiciels	159
- présentation du logiciel DIXLOI	168
- Présentation du logiciel CARTOVL	182
E. SERVAT : Présentation des logiciels MODGLO et MODIBI	192
R. POSS : BHYSON 1.2, logiciel intégré pour le traitement des données d'humidimétrie neutronique	195
M. MORELL, D. ROSSIGNOL : Logiciel de saisie et de traitement des données pluviométriques "PLUVIO"	197
. Discussion générale	201
Liste des auteurs de communication	203
Liste des participants à la Première Journée	204
Liste des participants à la Deuxième Journée	209

Première Journée

23 Septembre 1987

SYSTEMES DIGITAUX ET HYDROMETRIE

**Coordonnateur : J.M. FRITSCH
Chargé de Recherche à l'ORSTOM - Montpellier**

SOMMAIRE DE LA PREMIERE JOURNEE

	Page
<u>J.M. FRITSCH</u> : Introduction à la première journée	1
<u>P. MAILLACH</u> : Les systèmes digitaux programmables	4
<u>J.M. FRITSCH</u> : Stockage de l'information	13
<u>P. MAILLACH</u> : La sonde limnimétrique SPI-2	21
. Discussion	27
<u>J.COLOMBANI</u> : Autopsie d'un hyéogramme	28
. Discussion	37
<u>J.M.FRITSCH</u> : Les centrales d'acquisition CHLOE et OEDIPE	38
- Annexes fiches techniques des matériels ELSYDE	45
<u>B. POUYAUD</u> : Echantillonnage d'un signal capteur	53
. Discussion	57
<u>J. COLOMBANI, M. SEVEQUE</u> : Genèse et diffusion du matériel original de mesure et d'enregistrement des pluies et des niveaux d'eau OEDIPE et CHLOE	58
<u>M. GAUTIER</u> : Installation des télélimnigraphes du type CHLOE C	64
<u>CENTRALP</u> : Présentation de Télétransmission radio	69
<u>M. FROMANTIN</u> : Collecte de données d'environnement par satellite et son application dans le cadre d'un réseau hydrologique	73
. Discussion	84
<u>B. POUYAUD</u> : Présentation de la station de réception directe ARGOS et de son logiciel	85
. Discussion générale	96

SYSTEMES DIGITAUX ET HYDROMETRIE

Jean-Marie FRITSCH

INTRODUCTION

Le contenu de cette première journée centrée sur le thème "Systèmes digitaux et Hydrométrie" sera consacré à la présentation du choix technologique fait par les hydrologues de l'ORSTOM et mis en oeuvre avec nos partenaires industriels que sont ELSYDE et CEIS-Espace. Il est bien entendu qu'il existe aujourd'hui bien d'autres systèmes en matière de métrologie hydrologique en France et dans le Monde, et il en apparaît sans cesse de nouveaux sur le terrain et dans les catalogues. De ce point de vue, les conditions sont très différentes de celles qui ont prévalu jusqu'à la fin des années 70 et qui étaient caractérisées par une stagnation technologique certaine en matière de collecte de données, situation qui a conduit alors les hydrologues de l'ORSTOM à développer un matériel nouveau susceptible de répondre à leur besoin.

De ce fait, la plupart d'entre nous ont acquis depuis 1983 sur la filière CEIS-ELSYDE-ORSTOM, une expérience forgée au contact des épreuves de la "vérité-terrain" ponctuée de moments de jubilation intense et aussi d'instants de décuagement profond qui sont inévitables lorsqu'on essaie les plâtres, et en tous cas, nous sommes aujourd'hui en mesure de tirer les enseignements - de première main - sur les possibilités et les contraintes du système que nous avons choisi. Et donc, qu'il soit bien clair pour l'ensemble des participants, que si le thème de cette journée a été pratiquement limité aux systèmes CHLOE-OEDIPE, ce n'est certes pas par impérialisme technologique, mais parce que nous avons préféré exposer et débattre de ce que nous connaissons directement, plutôt que de glisser vers une sorte de "Salon des constructeurs en métrologie hydrologique", dont il existe par ailleurs plusieurs manifestations chaque année en France.. Il va de soi que les interventions d'invités extérieurs à l'ORSTOM désirant faire partager leur expérience acquise avec d'autres systèmes, tout comme les critiques documentées de nos matériels seront les bienvenues et qu'une heure de débats est spécialement réservée à cet effet en fin d'après-midi.

Une Science, disait Bergson, c'est un Objet et une Méthode. Notre objet, pour rester vague, c'est le cycle de l'eau dans son ensemble et pour accéder à cette connaissance, nos méthodes et nos approches sont nombreuses et diversifiées en fonction de l'échelle des phénomènes, du domaine climatique, de tel ou tel aspect particulier de la chaîne hydrologique, voire de l'Ecole hydrologique à laquelle nous appartenons. L'hydrologie française est riche de plusieurs courants et il y a tout lieu de s'en réjouir, mais le fait d'assurer directement les mesures dans l'environnement constitue le dénominateur commun et la contrainte incontournable de tous les hydrologues. Il y a dans l'hydrologie - scientifique ou opérationnelle - un aspect "science expérimentale" obligatoire et un peu particulier, dans la mesure où l'on ne maîtrise pas les conditions de l'expérience et où l'on ne

peut jamais reproduire une expérience (C. Bocquillon, 1987). Tout ceci pour dire que dans une représentation topologique de la science hydrologique, la métrologie ne peut pas être figurée comme une tranche du gâteau parmi un ensemble de spécialités, mais plutôt comme un noyau central de notre discipline, commun à tous ses développements.

Par conséquent, si au cours de cette journée certains collègues venaient à penser que les débats ont glissé bien loin de leurs préoccupations hydrologiques ordinaires, je leur suggère de réfléchir à quel point le champ thématique, le domaine géographique et toute notre conception des phénomènes hydrologiques sont conditionnés par nos possibilités ou notre impossibilité à effectuer des mesures. C'est bien sûr un sujet de baccalauréat de dissenter sur le fait que notre vision du cosmos dépend des caractéristiques de nos télescopes, mais plus simplement, je n'oublie pas qu'une de mes premières expériences de terrain à l'ORSTOM était de rechercher un bassin représentatif en zone aride pré-sabarienne, qui devait présenter un contrôle hydraulique stable à l'exutoire - pour pouvoir faire des mesures - alors que le caractère le plus représentatif des oueds de la région est justement l'existence de îlots instables.

La troisième idée générale qui vient à l'esprit est relative au caractère digital ou numérique des matériaux - seul le deuxième qualificatif étant considéré comme correct par les Sages en Habit Vert. Cela signifie que dès que l'on quitte l'environnement physique immédiat du capteur, l'ensemble des informations est codé sous forme numérique dans un système à base 2, et à partir de ce moment, il ne peut plus y avoir de déformation ou de dérive de l'information jusqu'à sa destination finale, pas plus - et pas moins non plus - que dans un système informatique conventionnel. De plus, ces données sont justiciables d'un traitement arithmétique et logique ce qui permet à l'utilisateur d'opter pour des traitements complexes sur le site, tels que la transformation des données dans l'échelle de l'utilisateur, l'échantillonnage d'une partie des données, l'injection des résultats dans des unités de stockage ou de télétransmission, grâce à l'existence de circuits électroniques programmables : les microprocesseurs.

La maîtrise et la mise au point de ces logiciels représentent une composante essentielle du savoir-faire de cette hydrologie numérique et amènent tout naturellement la transition avec le thème de demain, car finalement, il y a une grande similitude méthodologique entre des logiciels implantés dans une CHI.OE, dans une station de réception ARGOS et dans certains modules d'HYDROM, et il était naturel que la Commission Scientifique d'Hydrologie, qui est le promoteur de ces journées, ait voulu associer cette métrologie numérique avec les traitements informatiques de laboratoire.

Une autre caractéristique importante de cette électronique digitale dans laquelle les informations ne circulent plus sous forme de courants ou de tensions, mais sous forme de niveaux logiques appelés 0 ou 1, est qu'elle ne requiert que des quantités d'énergie très faibles : par exemple, une

carte de type CHILOE-OEDIPE en situation de veille, c'est à dire avec un programme qui se déroule constamment en attente d'une interruption provenant d'un capteur ou d'une horloge interne, consomme typiquement moins de 5 mA. Cet ordre de grandeur est le même pour une carte émettrice ARGOS ou METEOSAT. Par contre, si la quantité d'énergie électrique à apporter est faible, les spécifications des tensions et des courants que doivent fournir les systèmes d'alimentations ne tolèrent pas la médiocrité. Mais un système d'alimentation bien fait coûtant assez cher, c'est à dire pratiquement le prix d'un enregistreur OEDIPE, on "bricole" souvent - je parle par expérience personnelle - des systèmes qui nous paraissent acceptables parce que chacun des composants (panneau photovoltaïque, batterie, régulateur, connecteurs) est réputé fiable selon la notice du constructeur, mais l'intégration de ces éléments peut s'avérer approximative et les performances visées ne pas être satisfaites pendant la durée nécessaire, surtout au niveau des connections. Si ce problème d'alimentation et de raccordements entre modules physiques peut paraître trivial, il n'en est pas moins délicat et en climat tropical humide, la connectose constitue souvent la première source de pannes d'autant plus difficiles à déceler qu'elles se manifestent de manière fugitive.

En conclusion, je risquerais une image en disant que nous sommes passé sans transition de l'orgue de barbarie au Compact Disc à laser lorsque nous avons abandonné les enregistreurs à tambour pour des systèmes numériques. En poursuivant cette analogie, on doit noter toutefois qu'en tête de la chaîne technologique du disque numérique - c'est à dire juste devant l'orchestre - on est bien forcés de commencer l'acquisition avec un capteur analogique, en l'occurrence un microphone.

Mais par différence avec les capteurs hydrométriques, on ne trempe pas les microphones dans la boue ou dans l'eau salée, et pour tous ceux qui ont la tâche d'assurer des mesures dans l'environnement, particulièrement pour suivre les caractéristiques physico-chimiques des eaux, ce module "capteur" constitue aujourd'hui le Talon d'Achille de tous les systèmes d'acquisition numériques et reste le segment de la chaîne le plus difficile à maîtriser, car seule l'épreuve du temps passé dans des conditions naturelles permet de déceler les faiblesses, d'améliorer et de qualifier un capteur. Il est probable que des débats animés viendront se cristalliser sur ce thème cet après-midi.

J'en ai terminé avec cette introduction générale et je cède sans plus tarder la place à Mr Pascal Maillach qui se propose de nous éclairer succinctement sur la technologie des microprocesseurs et les raisons du succès de ces puces, en particulier dans le domaine thématique qui est le nôtre.

LES SYSTEMES DIGITAUX PROGRAMMABLES

P. MAILLACH*

1. LES CONCEPTS ELECTRONIQUES

La technologie électronique fait appel à deux concepts distincts :

- l'électronique analogique
- l'électronique logique.

On entend par "analogique" l'ensemble des techniques de traitement continu du signal électrique, tel que par exemple l'amplification ou la conversion en une autre grandeur (tension, courant, fréquence...). On dispose à l'heure actuelle d'un nombre important de fonctions plus ou moins complexes intégrées sous la forme de composants ou de circuits tels que des générateurs de tension, des amplificateurs opérationnels ou des opérateurs mathématiques.

L'arrangement de ces fonctions et l'exploitation des caractéristiques des composants permet de réaliser des fonctions spécifiques dont le résultat est exprimé sous la forme d'une grandeur électrique continue, d'une sensibilité infinie.

La principale difficulté rencontrée dans la mise en oeuvre d'une telle technologie concerne la précision. Les circuits électroniques sont constitués d'éléments semi-conducteurs dont les caractéristiques sont affectées par la température et le vieillissement. Ces dérives constituent des sources d'erreurs importantes qu'il faut minimiser.

Une autre difficulté est la disparité des caractéristiques et des dérives différentes pour des composants d'un même type.

Ce manque de constance fait qu'une dérive constatée sur un montage n'est pas nécessairement applicable au suivant, et donc ne peut pas être systématiquement compensée de la même façon.

* Directeur de la Société ELSYDE
93, Route de Corbeil - 91700 Ste GENEVIEVE DES BOIS

Il est cependant possible de modéliser un montage à partir de son schéma et des spécifications maximum fournies par les constructeurs pour chaque type de circuit intégré. On obtient une valeur de dérive maximum positive et négative affectant la grandeur de sortie.

Les composants sont généralement disponibles en plusieurs gammes de température définissant leur exploitation :

- commerciale (0 à 70°C)
- industrielle (-40 à + 85°C)
- militaire (-55 à + 125°C)

Une des applications principales de l'électronique analogique concerne la mise en forme et le traitement des signaux émis par des capteurs physiques.

Nous aborderons dans le chapitre suivant le cas typique de la sonde limnimétrique SPI-2 utilisant un capteur de pression à semi-conducteur.

Le développement de systèmes analogiques est fréquemment complexe et aboutit à une fonction figée pour une application précise. Les évolutions ou la disparité des environnements amènent le plus souvent à redéfinir l'ensemble du montage. Néanmoins, l'électronique analogique présente de telles caractéristiques de rapidité et de continuité de transfert qu'elle reste irremplaçable. Elle constitue un maillon indispensable de la chaîne de traitement électronique de bon nombre d'applications.

Par opposition à l'analogique, l'électronique "logique" traite exclusivement des signaux de tension "tout ou rien" qualifiant des informations binaires représentées par les chiffres 1 et 0.

Le seul lien réunissant ces deux technologies se situe au niveau de la définition des informations binaires d'un point de vue électronique.

Cette définition est variable en fonction de la technologie utilisée et de la tension d'alimentation des composants logiques.

En logique CMOS 5 V, (faible consommation), on considère généralement qu'une tension comprise entre 0 et 1,5 V constitue un niveau logique 0 et qu'une tension comprise entre 2,5 V et 5 V constitue un niveau logique 1. La zone intermédiaire est considérée instable et n'est pas définie.

On conçoit que de telles plages admissibles mettent l'électronique logique à l'abri des problèmes de dérive thermique des composants.

On traite en logique un certain nombre de fonctions élémentaires définissant des opérations telles que ET, OU, NON ET, OU EXCLUSIF... L'assemblage de ces opérations peut créer des fonctions complexes de mémorisation, de conversion ou de décodage binaire produites sous la forme de circuits intégrés.

L'ensemble de ces circuits possède des caractéristiques de performance, de consommation, d'impédance et de capacité définissant leur limite d'utilisation et faisant référence à des principes électroniques analogiques.

On distingue dès lors deux formes d'électronique logique :

- la logique séquentielle
- la logique programmable

La logique séquentielle exploite des composants discrets pour réaliser une fonction précise pouvant être relativement complexe. L'assemblage de ces composants constitués de circuits intégrés permet d'optimiser par exemple le temps d'exécution des opérations du fait qu'elles sont construites en utilisant uniquement les fonctions logiques élémentaires nécessaires dans le contexte de l'application.

Les temps d'exécution peuvent être extrêmement courts et s'expriment fréquemment en nano ou micro-secondes.

Le niveau d'intégration de telles fonctions est relativement faible du fait du volume de chaque circuit intégré élémentaire.

Les standards de production des composants ayant évolué, l'avènement des circuits intégrés CMS destinés au montage en surface sur les circuits imprimés améliore considérablement l'intégration des cartes logiques.

Les fonctions réalisées de cette façon sont figées et leur évolution nécessite fréquemment des modifications importantes du montage. Leur développement est complexe et les possibilités de traitement sont limitées. La logique séquentielle est néanmoins la seule technologie applicable dans le domaine des traitements rapides de signaux tels que par exemple les échantillonnages et stockages d'informations ainsi que les calculs rapides.

Le domaine d'application de la logique programmable est le plus vaste. Il est uniquement limité par les temps d'exécution des opérations qui peuvent ne plus être compatibles avec la rapidité imposée par l'application.

La principale application de la logique programmable est l'utilisation des micro-processeurs.

Elle se caractérise par un très haut niveau d'intégration et donc un faible nombre de composants. Elle permet la mise en œuvre de traitements logiques extrêmement complexes et évolutifs.

Le développement d'un système à micro-processeur fait intervenir des concepts électroniques traditionnels liés à l'architecture du montage et des techniques de programmation et d'analyse puissantes.

L'évolution de la technologie permet la conception de processeurs de plus en plus rapides repoussant leur limite d'utilisation.

La facilité de réalisation électronique constitue un atout fondamental.

2 LES APPLICATIONS DE LA LOGIQUE PROGRAMMABLE

On peut distinguer deux familles d'applications des systèmes à micro-processeur :

- les micro-ordinateurs
- les micro-contrôleurs ou automates.

Les micro-ordinateurs sont conçus comme des outils de traitement, d'exécution des logiciels de calcul, de manipulation de données ou de gestion. La priorité est par conséquent donnée à la vitesse d'exécution et à la capacité mémoire. L'intégration et la consommation constituent des critères de second ordre.

Les micro-contrôleurs et les automates ont pour vocation de gérer des processus ou d'acquérir et traiter des informations. Les critères principaux sont le fonctionnement en environnement sévère, la consommation limitée, les possibilités d'entrées-sorties et le faible encombrement. La rapidité d'opération est également une caractéristique importante pour piloter des processus adaptés à des phénomènes physiques.

La programmation ainsi que l'architecture des systèmes sont spécifiques à la fonction que doit remplir le matériel : il s'agit donc d'une conception différente de celle des micro-ordinateurs.

Des micro-processeurs ont été développés pour l'une ou l'autre des applications, c'est à dire la conception d'unités centrales performantes et rapides ou la réalisation de matériels autonomes.

Dans cette dernière application, qui est celle nous concernant plus particulièrement, la technologie la plus adaptée est celle des micro-processeurs monochip CMOS 8 ou 16 bits.

Leur particularité est de réunir en un composant unique les fonctions complètes d'un ordinateur, c'est-à-dire un espace mémoire de programme, un espace mémoire de données et des entrées-sorties.

Ils sont en plus dotés d'un répertoire d'instructions adapté à la manipulation de registres et à la gestion des entrées-sorties optimisant les vitesses de traitement.

Les micro-ordinateurs monochip sont fréquemment programmés en langage assembleur ou dans des langages évolués à haut rendement de type PL/M INTEL.

Nous allons dans le chapitre suivant, décrire l'architecture et le fonctionnement des micro-processeurs monochip utilisés dans les matériels CHLOE/OEDIPE/SPI ORSTOM-ELSYDE.

3 DESCRIPTION D'UN MICRO-PROCESSEUR MONOCHIP

Les systèmes CHLOE/OEDIPE & SPI sont bâtis autour d'un micro-processeur monochip INTEL 80C49.

Ce composant, bien qu'étant maintenant d'une conception relativement ancienne, présente un certain nombre de particularités qu'il est intéressant de présenter à titre d'exemple.

Il s'agit d'un circuit au standard DIL 40 broches réalisé en technologie CMOS, donc de faible consommation. Il est alimenté par une tension continue $5 \text{ V} \pm 5\%$ unique et son oscillateur interne est activé par un quartz implanté directement entre deux broches du composant.

Ce processeur possède les caractéristiques suivantes (fig. 1) :

- 4 Koctets de codes-programmes
- 128 octets de mémoire de données

- 2 ports 8 bits d'entrées/sorties bi-directionnelles
- 2 entrées testables directement par logiciel
- 1 entrée d'interruption
- 1 timer/compteur 8 bits.

Le registre d'instruction est optimisé pour limiter le nombre d'octets de code-programme. Environ 50% des opérations ne nécessitent qu'un octet de code (mouvement entre les registres et l'accumulateur -direct et indirect-, addition entre un registre et l'accumulateur, gestion du timer/compteur...). Le reste des instructions est codé sur deux octets (addition ou opération logique avec une valeur numérique, sauts conditionnels ou absolus, appel d'un sous-programme...).

Le 8049 est pourvu d'un certain nombre d'instructions remarquables exécutant des commandes relativement complexes en une opération : Il est par exemple possible de décrémenter un registre et d'effectuer un saut conditionnel si la valeur de ce registre est différente de 0 (DJNZ, adresse). Cette commande utilise deux octets.

Une autre instruction permet de piocher une valeur dans une table en utilisant le contenu de l'accumulateur comme adresse (MOVP3 A, @A).

Un composant spécifique d'entrées/sorties a été conçu pour être directement connecté au 8049. Un répertoire d'instructions est adapté à ce composant.

Le 80C49 fonctionne avec un oscillateur de fréquence maximum 11 Mhz permettant l'exécution d'une instruction en 1,36 µs.

La consommation est fonction de la fréquence d'oscillateur choisie. A 3 Mhz, elle est typiquement de 2,5 mA, mais elle peut être limitée à environ 500 µA en mode HALT et à 1 µA en mode STOP avec une tension d'alimentation réduite à 2 V.

Une version du 8049 inclut une mémoire-programme EPROM (effaçable aux U.V.) résidente dans le composant. La version de base (80C39) nécessite d'implanter le logiciel dans une mémoire externe. Etant donné son faible coût, cette dernière version est la plus répandue.

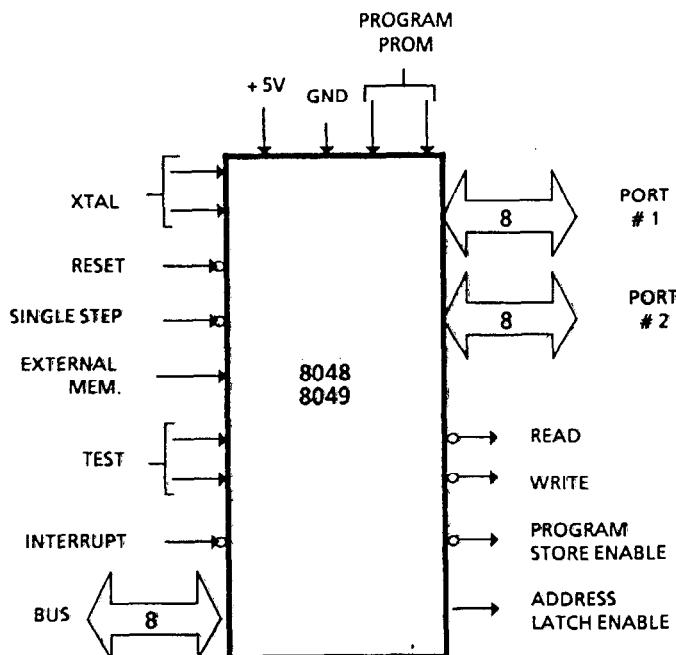


Fig. 1 : Architecture d'un microprocesseur INTEL 8048

4 ARCHITECTURE D'UN SYSTEME "CHLOE"

CHLOE est une centrale d'acquisition et d'enregistrement de données.

Elle inclut une carte électronique unique sur laquelle est implanté le processeur ainsi que ses circuits associés et les alimentations (fig. 2).

Le processeur employé est un 80C39 auquel sont associés un certain nombre de périphériques assurant des fonctions telles que l'extension d'entrées/sorties et la génération de la base de temps calendaire.

Le schéma général est le suivant :

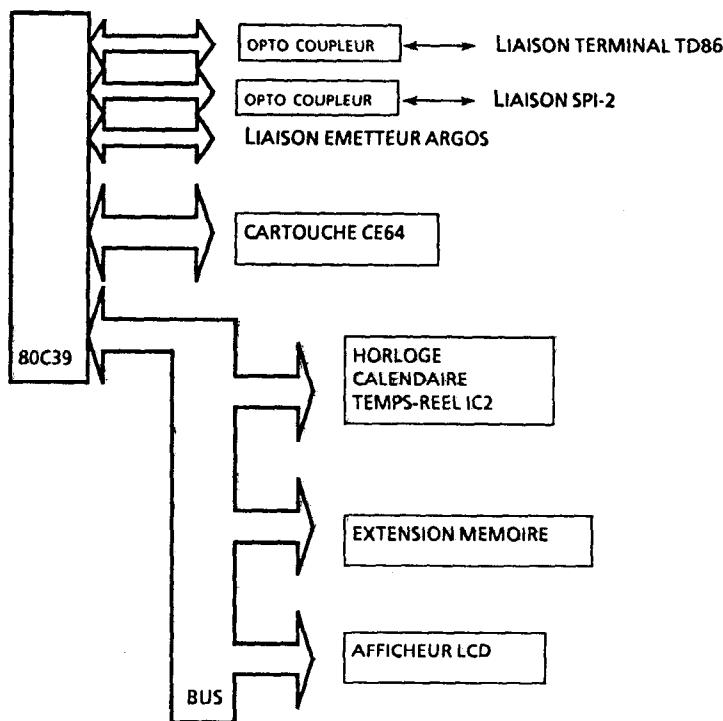


Fig. 2 Architecture du système CHLOE C

Le 8039 gère l'intégralité du fonctionnement du système.

Le circuit horloge (IC2) assure de façon autonome la génération du calendrier et du temps. Elle est connectée sur le bus d'adresse et de données et est exploitée comme une mémoire externe possédant des espaces d'entrée et de sortie et une procédure précise d'accès par le logiciel. L'horloge et les performances des composants sont en perpétuelle évolution.

La conception du 8049 remonte environ à 10 ans. Certaines améliorations ont été réalisées telles que le passage à la technologie CMOS pour la faible consommation, l'extension de la mémoire interne de données et l'adjonction de nouvelles instructions. Cependant, les possibilités demeuraient limitées du fait de la faible capacité de traitement (4 Koctets de programme adressable au maximum).

Le concept du micro-processeur monochip a considérablement évolué avec l'apparition du 8051 INTEL dont les caractéristiques électroniques et logicielles permettent de l'utiliser dans la conception des micro-contrôleurs aussi bien que dans la réalisation d'unités centrales d'ordinateurs.

A titre d'exemple, on peut énumérer les caractéristiques principales :

- 4 Koctets de mémoire-programme interne
- 28 octets de mémoire de données interne
- 64 Koctets adressables directement en programme externe
- 64 Koctets adressables directement en mémoire de données externe
- 32 bits d'entrées/sorties
- 2 timer/compteur 16 bits
- 5 sources d'interruption dont 2 externes
- 1 port de communication série asynchrone ou synchrone (RS232 ou multi-processeur)
- instruction de multiplication et de division interne (4 µs à 12 Mhz)
- Mode faible consommation (4 mA en fonction, 50 µA en STOP)
- Temps de cycle = 1 µs à 12 Mhz.

L'architecture du 80C51 est remarquable car elle intègre deux processeurs en un seul composant.

Le premier fonctionne en unité arithmétique et logique 8 bits et le second en opération booléennes. Le processeur booléen permet de considérer bit à bit, l'ensemble des entrées/sorties et des registres-mémoire, et de réaliser des fonctions logiques directement en logiciel (la retenue (CY) joue le rôle d'accumulateur bit).

Le 80C51 est maintenant lui-même technologiquement dépassé par le 8096 INTEL qui constitue une véritable unité centrale 16 bits pouvant être utilisée en monochip. Il reprend les principales caractéristiques du 8051 et lui adjoint (entre autres) un convertisseur analogique/numérique.

LE STOCKAGE DE L'INFORMATION SUR LE SITE ET SA RESTITUTION

J.M. FRITSCH

Lorsque les spécifications des systèmes CHLOE-OEDIPE ont été définies en 1982, un premier choix fondamental s'est présenté : dans le cas général, devait-on accorder la priorité à un stockage de l'information sur le site, ou fallait-il privilégier d'abord la télémesure.

Selon un consensus quasi-général, il s'est avéré, que dans les conditions typiques rencontrées par les hydrologues en zone intertropicale et en particulier par ceux de l'ORSTOM, la télémesure constituait "un plus", parfois indispensable pour certaines applications, mais que la collecte de données devait comporter une mémorisation sur le site en option de base. En effet :

- Par rapport à une collecte sur site, toute technique de transmission introduit un risque supplémentaire de dégradation ou de perte de l'information, pendant les phases d'émission, de transmission ou de réception, pour des raisons aussi diverses que la défaillance des modules physiques, les perturbations de l'espace radio-électrique ou de mauvaises conditions de gestion de l'information à la réception.
- En considérant les contraintes de longueur de message du système de transmission satellitaire ARGOS, le seul opérationnel à cette époque, il était clair que la totalité de l'information significative ne pouvait plus transiter par cette voie, à partir du moment où les conditions hydrologiques imposent un échantillonnage de collecte avec un pas de temps nettement inférieur à l'heure.
- Une part importante des mesures hydrologiques menées dans le cadre de programmes de recherche de l'ORSTOM sont à caractère non opérationnel et non permanent. La période des mesures, leur durée et les critères d'exploitation peuvent être mouvants en fonction des objectifs spécifiques de chaque programme et des résultats intermédiaires qui ont pu être obtenus. L'intégration de ces stations dans des réseaux de télétransmission et la gestion des résultats selon un protocole rigide n'est pas toujours possible ni souhaitable.

Ainsi, à l'amont d'une éventuelle télétransmission destinée à assurer le suivi en temps réel des paramètres mesurés ou la télésurveillance de la station d'acquisition, on a considéré que la mémorisation sur site constituait l'équivalent de la "boîte noire" en aviation, dans laquelle on est censé retrouver, dans tous les cas, la totalité des paramètres qui ont été collectés. A cet effet, la première qualité de la technologie utilisée pour mémoriser l'information doit être la plus grande sécurité possible.

Sécurité en phase de collecte : En cas d'une avarie quelconque sur un capteur ou sur la station, y compris les pannes d'alimentation électrique totales et durables, toute l'information collectée jusqu'au moment de la panne ne doit subir aucune altération.

Sécurité pendant le transport terrain-laboratoire : Cette sécurité vise à rendre inopérantes toutes les fausses manœuvres des opérateurs lors des visites sur les stations. La qualification de ces personnels reste le plus souvent encore insuffisante, et on a tenu à ce que les conditions de leurs interventions sur place, dans un environnement souvent difficile, soient le moins complexe possible et se limitent à substituer physiquement des modules-mémoires pleins par des modules vides. On a éliminé à priori toute solution prévoyant l'utilisation d'un clavier et d'un micro-ordinateur portable pour ce transfert sur le site. Cette technique est en général associée avec des mémoires résidentes sur la station, en technologie RAM secourue ou EEPROM. Le point faible de cette filière est qu'il autorise et impose l'effacement de la mémoire de collecte sur le site, par l'opérateur qui effectue le relevé. Dans les conditions ordinaires de l'hydrologie opérationnelle, il y a une probabilité assez forte pour qu'un lot d'information collecté avec succès puisse être perdu. Le transport de cartouches de mémoire statique extractibles introduit une certaine lourdeur dans les procédures, mais assure la meilleure sécurité possible. L'effacement est commandé en temps différé, par des hydrologues-informaticiens rompus aux procédures de gestion des fichiers, dans la sérénité d'un laboratoire climatisé.

A cette sécurité vis-à-vis des défaillances humaines doit correspondre une sécurité technologique maximum. De ce fait, on a également éliminé toute solution nécessitant une alimentation électrique permanente pendant le transfert terrain-laboratoire (filière RAM secourue), et à fortiori les systèmes mécaniques (cartouches à bandes magnétiques).

La solution à retenir passait par l'utilisation de cartouches de mémoire statique, amovibles, enfichables sur les stations d'acquisition. La capacité typique d'une cartouche avait été estimée à 64 K octets. Deux technologies de réalisation étaient envisageables :

- Les mémoires EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory). La programmation et l'effacement de ces mémoires sont assurés électriquement et un état quelconque de la mémoire est indéfiniment stable, sans qu'aucun courant électrique ne soit nécessaire. Cette solution n'a pu être mise en oeuvre à l'époque, car les capacités des boîtiers de mémoire EEPROM étaient trop limitées et leur coût prohibitif pour l'application envisagée.
- Les mémoires EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory). L'écriture et la lecture sont assurées par des courants électriques, mais l'effacement est obtenu par une exposition

directes des puces aux rayons ultra-violet. Cette filière a finalement été retenue pour la conception du module de stockage CE64 des matériels ORSTOM-ELSYDE.

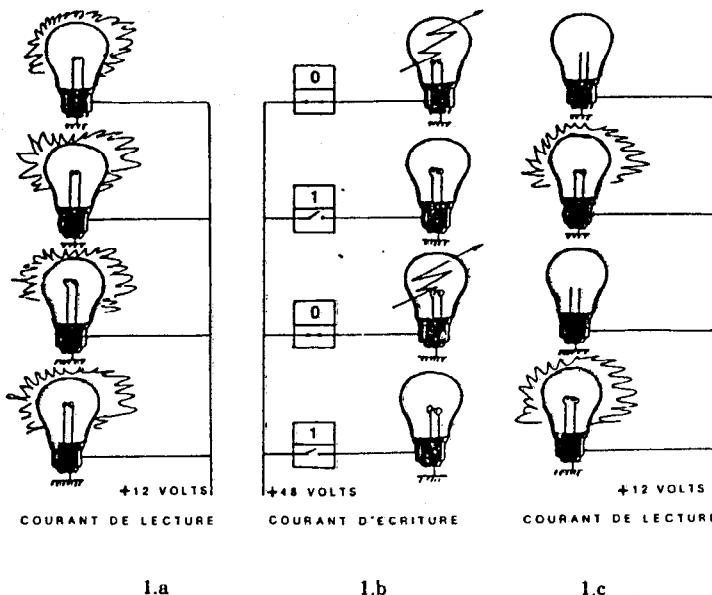


Fig. 1 : Représentation schématique de la programmation d'une mémoire EPROM

La cartouche CE64 est un module amovible, adaptable sur les centrales d'acquisition par un connecteur 96 points. Ses dimensions extérieures sont de 115 mm x 115 mm x 20 mm. La capacité de 64 K octets est obtenue par l'implantation de 8 boîtiers au standard 28 broches de 64 K bits chacun. Dans une EPROM vierge, tous les bits sont positionnés à "un". Schématiquement, en appliquant une tension donnée à l'adresse d'une cellule mémoire (un octet), les bits sollicités sont positionnés à 'zéro' par ce courant d'écriture qui crée une modification stable dans le silicium. Cette tension de programmation de l'EPROM est de l'ordre de 21 volts, alors que la tension d'utilisation en lecture-seule est de 5 volts. Une analogie très démonstrative consiste à figurer une cellule mémoire comme une rampe de lampes électriques. Le courant de lecture correspond à la tension d'alimentation nominale des ampoules, par exemple 12 volts. Au départ (Fig. 1.a,) toutes les ampoules peuvent être allumées (On "lit" un état où tous les bits sont à 1). Une tension d'écriture (Fig 1.b), en l'occurrence 24 ou 48 volts par exemple, est appliquée selon la combinaison binaire désirée (la valeur 0101 pour coder le chiffre 5 en BCD dans le demi-octet sélectionné sur la figure), ce qui a évidemment pour effet de "griller" les ampoules sélectionnées et de laisser la

batterie de lampes dans un état qui peut indéfiniment être "relu" avec la tension nominale de 12 volts (Fig. 1.c).

L'analogie lampe-EPROM s'arrête là, car s'il faut permuter les lampes grillées pour remettre les bits à 1, l'état originel du silicium peut être reconstitué en appliquant à la puce une énergie de l'ordre de 15 watts par seconde et par centimètre carré, sous forme d'un rayonnement ultra-violet de 250 nanomètres de longueur d'onde fourni par la lampe d'un effaceur. Le temps d'effacement est de quelques minutes (de 5 à 40 minutes). En pratique, cette dispersion des temps d'effacement semble pouvoir être imputée à la situation du boîtier dans l'effaceur (distance à la source et position par rapport à l'axe du rayonnement) et à l'état de propreté des fenêtres des boîtiers.

Le nombre de cycles écriture-effacement que peut subir une EPROM est extrêmement variable, à en croire les différents constructeurs : certains annoncent 1000 cycles, d'autres 50 !. Les boîtiers utilisés dans les cartouches CE64 ont été testés et ont supporté sans dommages 200 cycles écriture-effacement. Il semblerait que la durée de vie corresponde à une quantité globale d'énergie de rayonnement. L'utilisateur n'a donc pas intérêt à illuminer systématiquement trop fort ou trop longtemps ses cartouches, mais à se situer juste au dessus du seuil d'énergie minimum, quitte à refaire un cycle si l'effacement n'est pas obtenu en un seul passage. Si l'effacement n'est pas réalisé dans des délais nominaux, avant de disqualifier la cartouche, il faut s'assurer que l'anomalie ne provient pas des conditions de l'expérience (lampes U.V. grillées ou vieillies, traces de vernis ou saletés sur les fenêtres des boîtiers).

La contrepartie de cette sécurité est l'obligation de prévoir une gestion particulière de la mémoire. En effet, si pour une raison quelconque, une anomalie se produit au moment de l'écriture dans un octet d'EPROM, il n'est pas possible de "corriger" la valeur erronée et d'y reprogrammer la valeur correcte. (l'analogie avec les lampes s'applique bien dans ce cas).

Pour permettre le traitement de ces erreurs au moment de la lecture de ces cartouches au laboratoire, on aurait pu imaginer d'écrire un code-erreur dans l'octet suivant (situé à l'adresse A + 1), pour invalider le contenu de l'octet à l'adresse A et signifier que la valeur cherchée est située à l'adresse A + 2. Mais il y a de très fortes probabilités pour que cette procédure échoue et qu'on ne puisse pas écrire correctement le code-erreur dans l'octet suivant : Il suffit d'imaginer que toute une zone mémoire ou un boîtier entier de 8 K octets soit défectueux ; ou bien encore que le défaut d'écriture provienne d'une alimentation électrique insuffisante, auquel cas on n'aura pas davantage de chances d'écrire correctement le code-erreur que la donnée hydrologique. En fait la seule certitude que l'on puisse avoir est que l'espace mémoire est vide à partir de l'octet suivant l'anomalie jusqu'à la fin de la cartouche, c'est à dire que tous les bits sont à "un" et que la valeur hexadécimale de ces octets est "FF". La procédure utilisée est la suivante : si la programmation de

l'octet situé en A échoue, l'octet A + 1 est "sauté" (la valeur reste "FF") et l'écriture est tentée sur l'octet A + 2. En cas de nouvel échec, l'opération est répétée sur les octets A + 3 et A + 4 et ainsi de suite...

Cette procédure d'abandon des positions de mémoire inutilisables permet la poursuite de l'enregistrement des données, en toute fiabilité, au prix d'une réduction de la capacité utile de la cartouche. La mise en oeuvre de cet algorithme impose que la cartouche soit vide au moment de son insertion sur une centrale d'acquisition (Tous les octets sont bien à "FF"). Une procédure de contrôle de vacuité est activée lors de la mise en route des stations, qui a pour effet de rejeter les cartouches qui ne satisfont pas à ce critère.

Au moment du traitement de ces cartouches au laboratoire, la mémoire est explorée octet par octet à partir de l'adresse de fin de cartouche (64 K) jusqu'à l'adresse de début (00). Pendant cette opération, l'occurrence d'une valeur "FF" doit donc être interprétée de la façon suivante :

Tant que l'on n'a pas rencontré d'octet avec une valeur différente de "FF", on est dans l'espace mémoire non utilisé pendant la collecte et le code "FF" signifie "octet disponible non utilisé".

A partir du moment où l'on a rencontré un octet différent de "FF", on a atteint la zone de la cartouche qui a effectivement été utilisée pendant la collecte, et dès lors, l'occurrence de la valeur "FF" invalide l'octet suivant. Au stade du dépouillement, différentes procédures de lecture des cartouches sont accessibles à l'utilisateur, qui l'autorisent à gérer lui même cet algorithme ou le rendent transparent.

Les EPROM se sont révélées extrêmement fiables à l'usage et il s'est avéré que cette procédure de gestion des erreurs d'écriture dans les octets défectueux n'a été mise en oeuvre que très rarement. Pratiquement dans tous les cas, ces défaillances n'ont pas pu être imputées à un défaut du support d'enregistrement, mais à une tension de programmation inférieure au seuil minimum de 20.5 volts.

La qualité de l'alimentation électrique des stations (12 volts) est un facteur déterminant pour la stabilité de la tension de programmation de l'EPROM, qui doit rester dans des limites très strictes (Moins de 20.5 volts = défaut d'écriture; plus de 21.5 volts = destruction de l'EPROM). Or des alimentations électriques dégradées peuvent fort bien autoriser le fonctionnement logique normal d'une station CHLOE ou OEDIPE (tensions internes requises de 5 volts - courant absorbé sur l'alimentation : 5 milliampères) et perturber l'écriture en mémoire, phase pendant laquelle l'alimentation de la centrale doit fournir un courant appelé de 400 milliampères.

La lecture des cartouches CE64 est possible avec le terminal LCM (Lecteur de Cartouche Mémoire). Cette unité est connectable sur tout ordinateur capable de gérer une liaison série au standard RS232C.

Le LCM reconnaît un certain nombre de commandes envoyées par l'ordinateur; en réponse le terminal envoie les informations codées dans la cartouche. La version 2.0 de son logiciel intégré supporte les commandes suivantes :

Copie

yntaxe : "Caaaaazzzz"

fonction : Transmet sur la liaison série le contenu de la cartouche compris entre les adresses hexadécimales *aaaa* et *zzzzz*

Transfert bloc

yntaxe : "Tn"

fonction : Transmet sur la liaison série le premier bloc mémoire de la cartouche compris entre l'adresse [0000] et l'adresse [*n* x K octets]. La valeur *n* doit être comprise entre 1 et 8.

Suite transfert bloc

yntaxe : "S"

fonction : Transmet sur la liaison série le bloc de longueur *nxK* octets, suivant celui précédemment transmis par une commande T*n* ou S.

Fin de cartouche

yntaxe : "F"

fonction : Transmet sur la liaison série l'adresse du dernier octet utilisé dans la cartouche, ainsi que le nombre d'octets défectueux rencontrés pendant l'écriture en mémoire et qui ont été balisés par la procédure "des sauts sur octets à FF".

La commande C produit une copie brute de la mémoire, alors que les commandes T et S gèrent l'algorithme des octets défectueux. Ceux-ci sont détectés et mis à "FF" avant la transmission.

Cette transmission est faite en code ASCII. Chaque octet de la cartouche comportant 2 caractères codés en BCD, la transmission complète d'une CE64 représente donc 128K caractères.

La vitesse de transmission est fixée à 4800 bauds. Chaque caractère donne lieu à l'émission de 10 bits : 1 start, 7 data, 1 parité paire (dite "parité transversale"), 1 stop.

Chaque bloc d'information transmis par une quelconque des commandes comporte en fin de bloc un octet de "parité longitudinale" ou BCC (Binary Check Count). Cet octet de contrôle est programmé avant l'émission sur la liaison RS232 comme un "OU EXCLUSIF" de tous les octets du bloc qui va être émis. La gestion du BCC et de la parité transversale donne à l'utilisateur l'assurance d'obtenir une copie entièrement conforme à la cartouche CE64 en cours de traitement.

Le LCM assure une fonction supplémentaire importante pour la gestion d'un stock de cartouches CE64 : le test de vacuité, c'est à dire le contrôle que l'effacement s'est conclu de manière favorable. Cette fonction est accessible même sans micro-ordinateur connecté au terminal; elle est activée par un bouton poussoir. Cette action provoque la lecture séquentielle de la cartouche et le clignotement d'une diode TEST en façade si un octet non à "FF" est rencontré. Une telle cartouche n'est pas correctement effacée et ne peut être installée sur une station d'acquisition dans ces conditions.

L'effacement est assuré par un coffret ECM (Effaceur de Cartouche Mémoire), comportant deux rampes à rayonnement Ultra-Violet correspondant aux deux rangées de boîtiers EPROM 2764 implantés dans la cartouche. Sur certains ECM de première version, on a constaté une dégradation prématuée des qualités du rayonnement UV fourni et des difficultés subséquentes à effacer correctement les cartouches. Cette anomalie a parfois été imputée, à tort, aux cartouches. Dans ce cas, le remplacement des lampes UV s'impose. Une version 2 de l'effaceur ECM, pour laquelle ce défaut a été corrigé, est actuellement commercialisée.

L'évolution technologique du stockage sur les systèmes ORSTOM-EISYDE est prévue en deux temps :

1er temps : L'utilisation de mémoire EEPROM, qui permettra de conserver toutes les spécifications intéressantes de la mémoire statique EPROM, avec en plus les avantages suivants :

- Faible consommation électrique en mode programmation. (Faible puissance et tension nominale de programmation fixée à 5 volts). Tous les anomalies introduites par les spécifications de programmation des EPROM sont supprimées.**
- Effacement "instantané" assuré électriquement par une commande appropriée du LCM.**

Cette modification imminente ne remettra pas en cause l'ensemble des matériels CHLOE et OEDIPE actuellement en service. Le conditionnement des EEPROM sera le même que celui des EPROM (cartouche CE64 et connecteur 96 points). Il est prévu que les nouvelles cartouches EEPROM pourront être utilisées sur les versions anciennes des stations d'acquisition. L'utilisateur devra toutefois planter un logiciel "nouvelle version" dans le LCM, comportant une commande pour activer l'effacement de la cartouche EEPROM.

2ème temps : Plus tard, on peut prévoir qu'une deuxième génération de stations d'acquisitions verra le jour, dont la technologie sera radicalement différente et pour laquelle il ne sera plus possible de respecter une compatibilité ascendante. Il est probable que la carte-mémoire constituera alors le support idéal pour le stockage sur site. Banalisée (donc de coût très bas), de grande capacité (256 ou 512 K octets), peu gourmande en énergie électrique et d'encombrement réduit, cette carte mémoire pourra être associée à des centrales d'acquisition miniaturisées, dont l'autonomie, assurée par des piles internes, sera considérable. Il ne resterait plus alors que les capteurs pour poser des problèmes et générer des pannes sur les systèmes d'acquisition

LA SONDE LIMNIMETRIQUE SPI-2

P. MAILLACH

La mesure des niveaux en milieu naturel soulève un certain nombre de difficultés :

- **Déport de la mesure par rapport à son site d'acquisition**
- **installation**
- **interchangeabilité et maintenance**
- **précision et fiabilité de la mesure**

Pour répondre à l'ensemble de ces problèmes, l'ORSTOM et ELSYDE ont développé un concept de sonde "intelligente" originale appelée SPI-2

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- **Elaboration de données en vraie grandeur**
- **Transmission numérique standardisée**
- **Interchangeabilité (banalisation des connexions)**
- **Auto-compensation et calibration.**

Le principe fondamental adopté est la mesure de la pression hydrostatique du fluide par rapport à la pression atmosphérique à l'aide d'un capteur à semi-conducteur, auquel est associée une carte électronique.

L'ensemble est conditionné dans un boîtier cylindrique qui est immergé dans le fluide. La liaison est réalisée par un câble électrique incluant un capillaire pour la mise à l'air de la sonde.

La sonde SPI (Sonde Piezorésistive Immmergee) est donc constituée d'une carte électronique raccordée à un capteur de pression et à un câble de liaison.

1 LE CAPTEUR DE PRESSION

Le capteur de pression est constitué d'une jauge de contrainte à semi conducteur intégrée dans un boîtier métallique et isolée du fluide par un diaphragme platiné (fig. 1).

L'élément sensible est une puce de silicium possédant des résistances diffusées et des métallisations en aluminium pour les relier. Cette puce est amincie du côté interne pour lui donner la forme d'un diaphragme de pression dont l'épaisseur détermine la gamme de mesure.

Sous l'effet de la pression, le diaphragme fléchit et les résistances diffusées positionnées sur les bords varient proportionnellement à la pression.

Quatre de ces résistances forment un pont de Wheatstone (fig. 2), deux d'entre elles ayant une variation positive et les deux autres, négative. Ce pont est donc totalement actif et lorsqu'il est soumis à une tension d'alimentation V_e , la tension de sortie V_s s'exprime par la relation :

$$V_s = V_e \frac{\Delta R}{R}$$

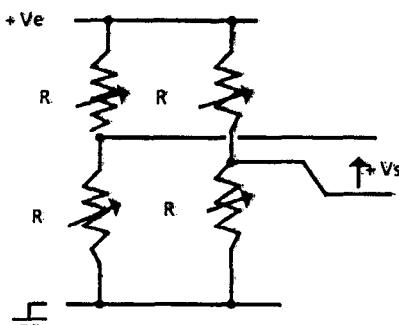


Fig. 2 : Calage du pont des jauge du capteur de pression

Cette caractéristique est appelée effet piézorésistif.

L'effet piézorésistif possède un facteur de jauge très important pouvant atteindre 200 à tel point que les résistances peuvent varier de 10% de leur valeur nominale. C'est ainsi qu'une tension V_e de 10 V génère une tension V_s de 1 V lorsque la variation de résistance atteint 10%.

Les avantages inhérent à ce procédé sont donc la sensibilité obtenue, l'insensibilité aux chocs, l'emploi possible à des températures élevées (- 40 à + 150°C). Il permet de détecter des changements de pression très rapides avec un temps de retard ne dépassant pas quelques μ s.

La technologie utilisant un silicium monocristallin dont la construction est homogène, ces capteurs sont exempts d'hystéresis et très stables mécaniquement.

Le défaut principal des semi-conducteurs est la variation de leurs caractéristiques sous l'influence de la température (le silicium est également utilisé à la fabrication de capteurs de température !). Cet effet impose de mesurer la température du pont de résistance formant le capteur de pression en mesurant sa variation d'impédance totale. Cette information est l'image précise de la température.

L'effet thermique nécessite la mise en oeuvre d'une compensation pour conserver les performances du capteur de pression.

D'un capteur à l'autre, la dérive engendrée n'est ni constante ni systématiquement de même sens. Elle se mêle à la dérive des composants électroniques analogiques associés au capteur (amplificateurs, convertisseurs, alimentation...) et induit une variation non linéaire du signal de mesure.

Cette erreur, propre à chaque ensemble, est quantifiable par un étalonnage précis. Les mesures étalons peuvent ensuite être exploitées par le logiciel d'acquisition pour déduire la hauteur d'eau réelle.

La technique employée dans la sonde SPI-2 consiste à stocker sous forme de tables les courbes de hauteur en fonction de la mesure capteur pour des températures différentes. Cette opération est réalisée sur un banc d'étalonnage équipé d'un caisson de température et géré par un micro-ordinateur. Les résultats de l'étalonnage sont automatiquement écrits dans un espace de la mémoire de programme du SPI-2 identifié par son numéro de série.

On utilise généralement trois courbes de température. Cet étalonnage corrige également les défauts de linéarité du capteur (fig. 3).

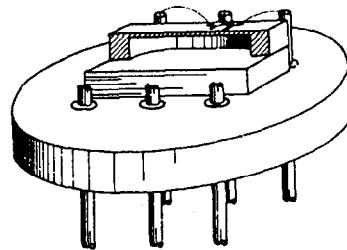


Fig. 1 : La cellule de mesure (avec une coupe) à l'embase à passages de verre

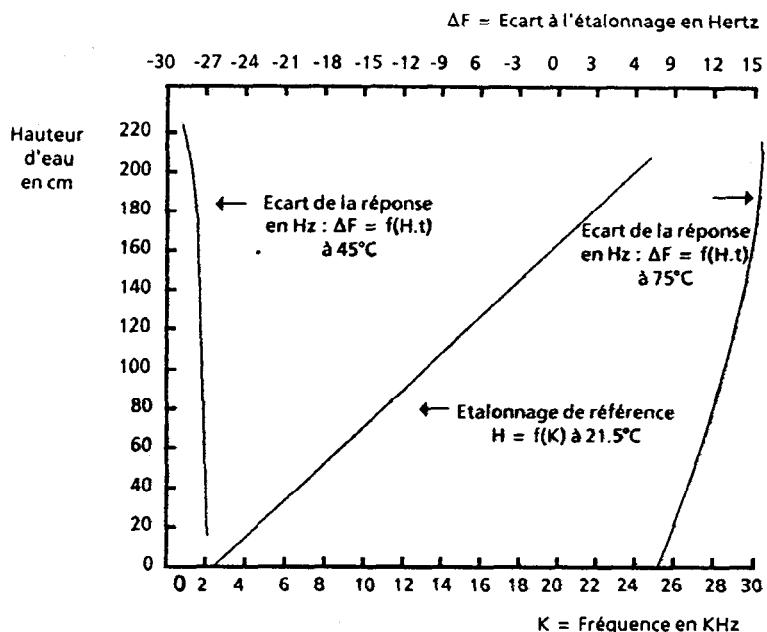


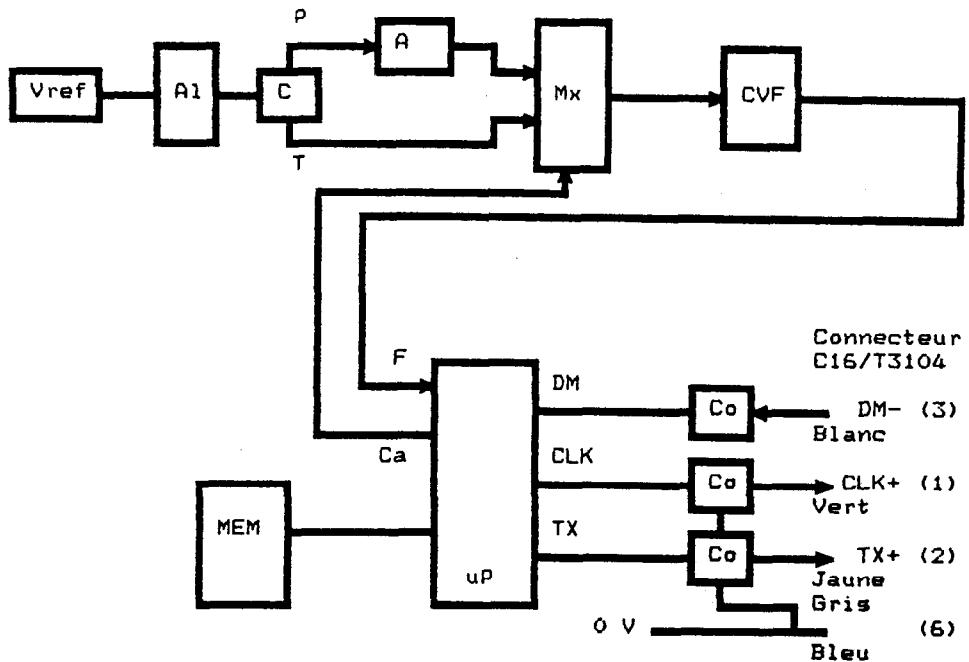
Fig. 3 Exemple de courbes de compensation de la dérive en fonction de la température

2 LA CARTE ELECTRONIQUE

La carte électronique implantée dans la sonde SPI-2 réalise la mise en forme des signaux capteurs et le traitement de ceux-ci pour élaborer une hauteur d'eau en mm et une température en 1/10°C. Elle se compose d'une partie analogique et d'une partie logique (Fig.4). Les résultats sont transmis sur une liaison filaire suivant un mode série à faible vitesse (100 bits/sec) et en boucles de courants isolées par des opto-coupleurs. Le message comporte 64 bits contenant :

- le numéro de la sonde (16 bits)
- la densité d'étalonnage (12 bits)
- Le message se termine par un octet de checksum (BCC).
- la hauteur d'eau (16 bits) en mm
- la température en 1/10°C (12 bits)

La liaison est protégée contre les surtensions et les parasites électro-magnétiques.



Vref	= Tension de référence	+ 12 V	(5)
A1	= Alimentation en courant		Marron
C	= Jauge de pression		
P	= V pression	GND	(4)
T	= V température		Vert/jaune
A	= Amplification de tension		
Mx	= Multiplexage analogique		
CVF	= Convertisseur tension/fréquence		
F	= Signal capteur en fréquence		
DM	= Demande de mesure		
CLK	= Horloge de transmission		
TX	= Données		
MEM	= Mémoire logiciel + courbes d'étalonnage		
uP	= Micro-processeur		
Ca	= Commande d'adressage du multiplexeur		
Co	= Couleur opto-électronique		

Fig. 4 : Sonde SPI-2
Schéma synoptique

3 AVANTAGES DE LA SONDE SPI

Le concept mis en oeuvre dans la sonde SPI-2 lui confère un certain nombre de caractéristiques qui en font un instrument bien adapté à l'utilisation sur le terrain :

Les sondes sont toutes interchangeables et ne nécessitent aucune adaptation au niveau de la centrale d'acquisition.

Chaque sonde est étalonnée et compensée, et fournit la hauteur d'eau et la température directement en vraie grandeur (mm et 1/10°C).

Le mode de transmission choisi permet l'éloignement de la sonde de plusieurs kms sans influence sur la précision ou la qualité de la mesure (réalisée à l'intérieur de la sonde) et sans risque de perturbations.

Sa dimension réduite et la qualité de sa prise de pression facilitent son installation en milieu naturel (positionnement quelconque).

L'ensemble des caractéristiques et spécifications est précisés dans la notice du SPI-2 jointe en annexe (Fiches techniques du matériel, page 45).

DISCUSSION

A une question de DUBEE, MAILLACH répond que les appareils sont protégés contre une inversion de polarité. RODIER s'interroge sur la signification de la mesure dans deux conditions : lorsque le capillaire est bouché, et lorsque le capteur de pression est enfoui sous un mètre de sable. Pour MAILLACH, vu le diamètre du capillaire (1,7 mm), il est impossible qu'il se bouche. Par contre, si les trous sur le capteur sont partiellement obstrués, le temps de réponse de l'appareil augmente. A la limite, si tous les trous sont fermés, il n'y a plus de mesure possible.

PASQUIER veut savoir si la longueur du cable de liaison ne pose pas de problème (élévation de température qui pourrait induire un problème de transmission par exemple). MAILLACH indique qu'il s'agit d'une liaison numérique et non analogique, ce qui autorise une longueur maximum de cable de 2 km. De plus le diamètre du capillaire a été calculé pour supprimer l'influence de la température. Enfin, le logiciel développé teste la qualité de la transmission. En cas de problème, la mesure n'est pas stockée.

AUTOPSIE D'UN HYETOGRAMME

Jacques. COLOMBANI

1. PREAMBULE

Les hydrologues de l'ORSTOM disposent maintenant d'un pluviographe électronique dont les performances sont nettement supérieures à celles du pluviographe classique avec enregistrement graphique sur tambour ou sur bande. Trop souvent dans le passé ils se sont trouvés confrontés dans des périodes d'actions urgentes à la lourdeur, la pénibilité et la relative imprécision du dépouillement des enregistrements graphiques sur papier, même avec l'aide de tables à digitaliser perfectionnées. Sur le terrain la gestion de ces appareils est également lourde, avec la nécessité d'un contrôle fréquent. Trop souvent encore on peut constater l'existence de stocks énormes d'enregistrements pluviographiques non dépouillés un peu partout dans le monde. C'est pourquoi dès 1978 on s'est préoccupé à l'ORSTOM de remédier à ces défauts. Le résultat de l'entreprise est le pluviographe OEDIPE dont les caractéristiques et les performances sont analysées ci-après.

2. LE PLUVIOPRAPHIE OEDIPE :

Notre ambition primitive était de réaliser un pluviographe entièrement nouveau y compris en ce qui concerne le capteur. En fait, nous n'avons trouvé pour l'heure aucun dispositif meilleur que le dispositif dit "à augets basculeurs". Nous n'avons pas renoncé pour autant à trouver un meilleur capteur mais pour l'instant nous avons du nous contenter de remplacer l'enregistrement sur papier par un enregistrement électronique.

N'importe quel pluviographe à augets basculeurs peut être muni d'un dispositif générateur d'une impulsion électrique à chaque basculement pour une dépense minime de deux ou trois cents francs. Notre enregistreur inscrit dans une mémoire "morte", de type EPROM, la date, à la seconde près, de chaque impulsion. Chaque averse est ainsi enregistrée sous forme d'un hyéogramme décomposé par basculement, chaque cartouche mémoire est capable d'enregistrer de plus de 3 à 8 mètres de pluie avant d'être saturée (cela dépend uniquement de la bague réceptrice et du volume des augets).

Le transfert des données sur micro-ordinateur du type "compatible PC", et leur traitement sont simples et très rapides, permettant une mise à disposition de l'information dans un court laps de temps. On peut en juger sur un exemple : notre collègue J. DANLOUX, en poste en Nouvelle Calédonie, nous ayant envoyé le contenu d'une cartouche OEDIPE transféré sur une disquette, à savoir un an d'enregistrement pluviographique d'un poste de Nouvelle Calédonie (la cartouche a fonctionné un an sans être changée), c'est à dire 497 averses (une averse est considérée comme

terminée lorsqu'on observe moins d'un basculement en une heure), nous avons pu traiter cet enregistrement en moins d'une journée avec comme résultats :

- l'inventaire des averses
- les hyéogrammes des averses supérieures à 10 mm (tableaux et graphiques)
- les courbes intensité-durée correspondantes
- les hauteurs de pluie cumulées tombées avec des intensités supérieures à des seuils donnés par averse.

Nous devons ajouter à cette durée le temps nécessaire au transfert du contenu de la cartouche sur une disquette soit de 5 à 10 minutes (suivant le micro-ordinateur utilisé). Il n'y a aucune possibilité de travailler aussi vite et aussi bien en dépouillant les graphiques sur papier. Mais le but de cet exposé n'est pas (seulement) de vanter les mérites d'OEDIPE en général mais d'examiner les possibilités d'exploitation des hyéogrammes ainsi enregistrés.

3. EXPLOITATION DU HYETOGRAMME OEDIPE

Nous disposons donc d'un hyéogramme découpé par basculements dont les dates sont enregistrées à la seconde près. Un tel hyéogramme est représenté à la figure 1. Il correspond ici à une averse brève mais violente (37,9 mm en moins d'un quart d'heure) observée le 8.7.87 au ruisseau du Patus, près du Pic Saint Loup au Nord de Montpellier. On constate des intensités remarquables atteignant 448 mm.h^{-1} pendant 4 secondes, intervalle minimum entre deux basculements observés au cours de cette averse. En fait, ce hyéogramme constitue une information riche mais très imparfaite sous cette forme, cela pour au moins deux raisons :

La première de ces raisons est que l'entonnoir du pluviographe est un "micro-bassin versant" qui introduit un délai dans l'enregistrement de la pluie par effet de rétention et de freinage, délai qui rend hypothétique le calcul d'une intensité sur une aussi courte durée (4 secondes). La deuxième raison est que les temps sont enregistrés à la seconde près seulement. Ceci rend l'erreur possible sur l'intensité très grande dès que le temps sur lequel elle est calculée est faible (par rapport à une seconde). En effet, une seconde d'erreur en plus ou en moins sur 4 secondes cela donne une durée réelle située entre 3 et 5 secondes ! Si chaque basculement représente 0,5 mm de pluie comme c'est le cas ici, le résultat peut être compris entre 600 et 360 mm.h^{-1} . Si le temps mesuré est de 10 secondes cela peut correspondre à un temps réel compris entre 9 et 11 secondes et une intensité comprise entre 200 et 164 mm.h^{-1} . De surcroit, comme les durées enregistrées possibles s'incrémentent d'une seconde, les intensités résultant du calcul ne peuvent prendre que des valeurs discrètes qui sont à partir d'une seconde jusqu'à 12 secondes par exemple : 1800, 900, 600, 450, 360, 300, 257, 225, 200, 180, 164, 150 mm.h^{-1} et jamais aucune valeur intermédiaire.

On remarquera que sur le hyéogramme de la figure 1 on trouve une intensité maximum de 448 mm.h⁻¹ et non 450 ; cela vient tout simplement du fait qu'il y a eu une correction sur la hauteur de pluie totale (par comparaison avec la hauteur mesurée au seau).

En définitive, pour éviter ces discontinuités artificielles des résultats et pour tenir compte de l'effet tampon de l'entonnoir, il est raisonnable de ne calculer l'intensité que sur des intervalles de temps supérieurs à une limite inférieure que nous proposons de fixer à 50 secondes.

Mais d'autres remarques peuvent être faites concernant d'une part un déséquilibre possible des augets, d'autre part un étalonnage possible du pluviographe.

3.2. Déséquilibre des augets :

La figure 2 représente un hyéogramme communiqué par P. CHEVALLIER et recueilli en Côte d'Ivoire sur le bassin de Booro-Borotou. Le pluviographe étant partiellement obstrué par des débris végétaux, il y a eu mise en charge et vidange progressive lente. Ceci fait apparaître très clairement un déséquilibre entre les deux augets qui étaient donc mal réglés. Sur un hyéogramme normal ce déséquilibre n'apparaît pas aussi facilement.

3.3. Étalonnage du pluviographe :

Il est bien connu qu'en dehors du déséquilibre possible cité ci-dessus, un pluviographe ne fournit généralement pas un résultat exact pour toute la gamme des intensités. Si le réglage est bien fait pour une intensité donnée, en général les intensités plus faibles sont surestimées et les plus fortes sous-estimées du fait des phénomènes d'inertie et du fait d'une petite perte d'eau au moment du basculement, une partie du débit n'étant pas comptabilisée pour les fortes intensités.

3.4. Améliorations possibles des résultats dépouillés :

3.4.1. Vérification du déséquilibre éventuel des augets :

Il est possible de faire la sommation des basculements d'ordre pair et impair séparément et de comparer les sommes ainsi obtenues. S'il s'agit d'une averse suffisamment intense et de durée suffisante, un déséquilibre entre les augets se traduira par une différence sensible des hauteurs de pluie cumulées obtenues.

3.4.2. Calcul rationnel de l'intensité

Pour supprimer l'effet éventuel du déséquilibre des augets, il suffit de comptabiliser les basclements deux par deux ou quatre par quatre au minimum. Au-delà de quatre basclements, l'effet s'atténuant, il n'est plus nécessaire d'utiliser un nombre pair de basclements.

Pour réduire à une faible valeur l'erreur systématique due à l'arrondi des temps à la seconde, il suffit comme on l'a vu, de calculer l'intensité au minimum sur 50 secondes et aussi donc avec au minimum 2 ou 4 basclements. Le micro-ordinateur utilisé fera donc la somme des temps des deux premiers basclements, si le temps obtenu est supérieur ou égal à 50" l'intensité sera calculée et ainsi de suite.

Sinon on cumulera les quatre premiers basclements. Si cela ne suffit pas pour atteindre 50 secondes, on cumulera les basclements suivants un par un jusqu'à atteindre le temps minimum voulu. On obtient ainsi un hyéogramme à pas de temps variable mais voisin de 60 secondes. Enfin, si l'appareil est étalonné (correction en fonction de l'intensité), l'étalonnage peut être introduit dans la chaîne de calcul pour corriger les intensités ainsi obtenues une par une.

Le résultat obtenu doit ainsi être raisonnablement véridique.

La figure 3 présente un hyéogramme obtenu à partir du hyéogramme de la figure 1 en cumulant les temps de basculement deux par deux ou quatre par quatre avec des temps de calcul supérieurs ou égaux à 10 secondes.

La figure 4 présente un hyéogramme obtenu en dépouillant sur des temps voisins de 60 secondes dans les conditions indiquées ci-dessus avec toutefois un nombre pair de basclements pour tous les temps de calcul.

3.5. Courbe intensité-durée

Sur le graphique 1 on a reporté la courbe intensité-durée de l'averse à partir de une minute. On notera qu'avec ce système d'enregistrement le calcul de l'intensité maximum en 1 minute (réalisé très rapidement avec un micro-ordinateur) est tout à fait légitime et précis (à la correction éventuelle d'étalonnage près).

3.6 Perspectives d'avenir :

Nous avons recherché la possibilité d'utiliser un capteur plus performant que le système des augets basculeurs. Quelles sont les qualités attendues d'un tel capteur ?

- Etre plus précis que le système à augets basculeurs
- Avoir un étalonnage stable en toute circonstance
- Permettre la mesure d'intensités faibles et fortes (jusqu'à 600 mm.h⁻¹ par exemple)
- Etre relativement peu coûteux.

Malheureusement, à ce jour, nous n'avons trouvé aucun dispositif présentant toutes ces qualités. D'autres que nous ont bien entendu fait la même recherche, avec une réussite seulement partielle. Nous pensons notamment au dispositif imaginé par le CNET en 1979 (1). Le dispositif du CNET comporte un capteur de pression relative sensible qui permet de mesurer l'intensité de la pluie, que l'on recueille toujours dans un cône, dans une gamme allant de 4 à 500 mm.h⁻¹. Ce dispositif est intéressant mais nous ne sommes pas sûrs que l'effet des variations de température sur le capteur de pression ait été étudié et nous n'avons aucune idée sur le coût du dispositif en série commerciale, ni sur sa fiabilité dans le temps.

En définitive, jusqu'à ce jour, nous n'avons rien trouvé de mieux que le système à augets basculeurs, tant pour la fiabilité que pour le coût. De plus, ce dispositif utilisé quasi universellement est facile à compléter par un émetteur d'impulsion de faible coût qui permet d'utiliser l'enregistreur OEDIPE dont les qualités sont maintenant tout à fait évidentes et appréciées par les utilisateurs : facilité de mise en œuvre, rapidité de traitement des données, précision des résultats et coût. Nous ne renonçons pas pour autant à trouver mieux, espérant que nous puissions innover en la matière et nous sommes d'ailleurs ouverts à toute collaboration sur ce sujet.

(1) A. AZOULAY, R. BESCOND, J.L. PUECH - *Etude d'un pluviomètre à faible temps d'intégration. Note technique NT/TCR/APH/68. Centre National d'Etudes des Télécommunications. Issy Les Moulineaux.*

Fig-1- BASSIN DE LA JASSE RUISSEAU DU PATUS

AVERSE DU 8/7/87 H 37,9mm

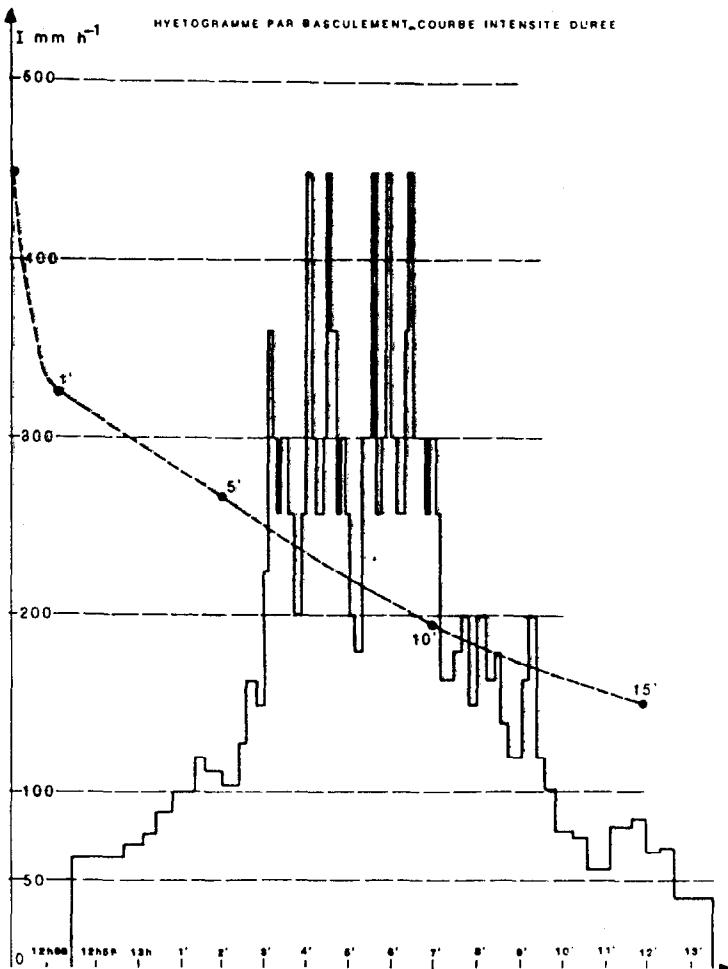
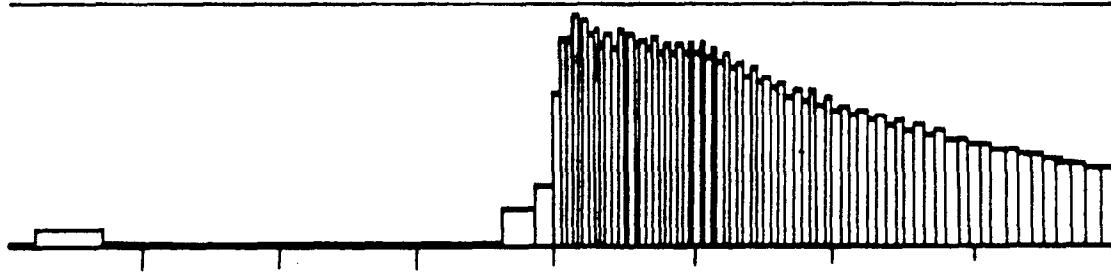


Fig.-2- ECART DE REGLAGE ENTRE LES AUGETS (fourni par Chevallie
bassin d'Hyperbav) A BOORO-BOROTOU COTE D'IVOIRE



AVERSE N° : 88 DEBUT D'AVERSE LE 25/7/1986 A 0h43'36

P seaum = 41,4 mm

Fig-3- BASSIN DE LA JASSE RUISSEAU DU PATUS
AVERSE DU 8/7/87

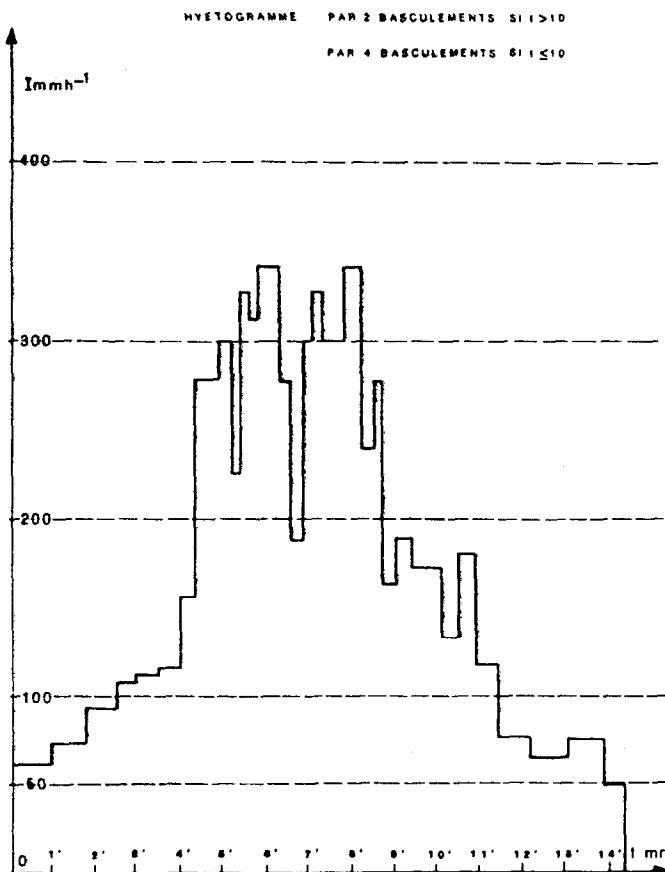
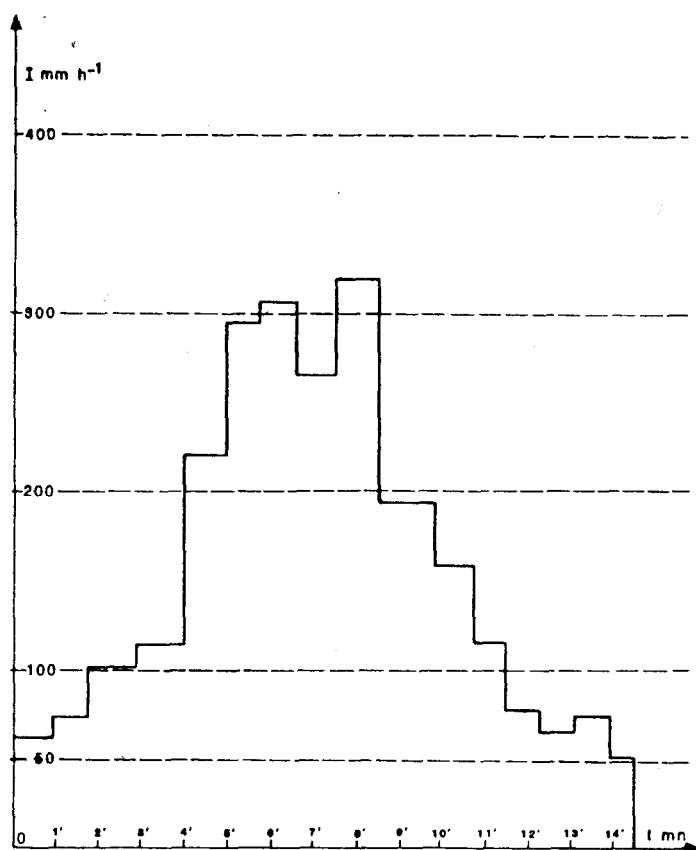


Fig.-4- BASSIN DE LA JASSE RUISSEAU DU PATUS

HYETOGRAMME PAR TEMPS VOISINS DE 1 minute



DISCUSSION

A la question de VAUCHIER sur la possibilité de relier un pluviographe à siphon avec un OEDIPE, COLOMBANI répond que cela n'est pas souhaitable, vu le peu de fiabilité des appareils à siphon.

ROCHE s'intéresse à un pluviographe basé sur un système de pesée avec deux réservoirs indépendants. COLOMBANI présente le modèle développé par le CNET qui pourrait être amélioré, mais souligne que l'introduction d'électrovannes par exemple, rend l'appareil fragile et peu utilisable dans un environnement difficile. GUISCAFRE signale que le modèle du CNET est distribué par la société RICHARD.

LES CENTRALES D'ACQUISITION CHLOE ET OEDIPE

Jean-Marie FRITSCH

L'objectif de cette présentation n'est pas de fournir un descriptif exhaustif des spécifications des matériels, tel que l'on pourra le trouver en annexe dans la documentation des constructeurs, mais plutôt d'expliquer les critères qui ont présidé à la rédaction du cahier des charges, et qui ont abouti à la gamme d'appareils actuellement fabriqués.

Le premier objectif était de collecter l'information dans de bonnes conditions de sécurité, meilleures en tous cas que celles afférentes à une inscription graphique sur du papier-diagramme déplacé par un mouvement d'horlogerie. Mais le progrès le plus attendu était de pouvoir s'affranchir de la phase manuelle du dépouillement des enregistrements graphiques, dans laquelle des programmes ambitieux se sont embourbés et des énergies considérables englouties. Les hydrologues qui se sont attelés à la confection d'une monographie ou à la constitution d'une base de données peuvent mesurer toute la portée pratique de ces objectifs.

Pour assurer une mise en oeuvre facile et bien acceptée de ces nouvelles technologies, on a pensé que la gestion sur le terrain des centrales d'enregistrement devait rappeler le plus possible celle des enregistreurs graphiques. Que fait l'observateur? : il place la plume de l'inscripteur sur le papier et note l'heure et la valeur instantanée du paramètre mesuré. Il opère de la même manière à la dépose, ce qui permet de convertir en unités d'utilisateur la trace enregistrée. En pratique le diagramme est gradué dans les unités appropriées selon l'axe des temps et selon celui du paramètre mesuré, et si la mécanique n'a pas dérivé, on peut lire directement ces valeurs sur le papier. Toutefois ce dispositif donne rarement satisfaction et des coefficients de dérive doivent en général être introduits.

1 OEDIPE ET CHLOE B

On a voulu que la gestion de CHLOE B (mesure limnimétrique) et d'OEDIPE (mesure de cumuls de pluie) soit tout à fait comparable à celle de ces matériels conventionnels. Ce sont des "boîtes noires" au sens propre du terme, et l'observateur n'est tenu à aucune prestation conversationnelle de type informatique, tant à la mise en route qu'au retrait de la cartouche. Il lui suffit d'insérer une cartouche vierge dans le connecteur de la station, ce qui a pour effet de mettre celle-ci sous tension et de lancer le processus d'initialisation, c'est à dire :

- Contrôle de la vacuité de la cartouche:

La centrale vérifie que tous les octets de la cartouche sont bien codés à "FF". Dans le cas contraire, la cartouche est rejetée, ce qui est signifié à l'opérateur par un clignotement d'une diode située sur la face avant de l'enregistreur.

- Initialisation de la base de temps interne :

Cette base de temps est gérée en mode chronomètre ; elle est initialisée à zéro à l'instant de la mise en route. L'observateur doit simplement noter en clair sur le capot de la cartouche la date et l'heure de pose. Cette information permettra de recalculer l'enregistrement en base de temps calendaire au moment du traitement. La gestion de la date et l'heure de dépôse permettent de corriger une éventuelle dérive du chronomètre interne de la centrale, ... ou de connaître celle de la montre de l'observateur - c'est une affaire de conviction avant tout ! Par conséquent, rien ne ressemble autant à un changement de diagramme qu'un changement de cartouche CE64 sur une centrale OEDIPE ou CHLOE B.

OEDIPE est destiné à recevoir les impulsions provenant d'un pluviographe à augets basculeurs. Le codage de l'information revient à dater ces impulsions, à la seconde près, à partir de la mise en route. Le contenu d'un fichier OEDIPE est ainsi constitué par une succession de Temps, codés en BCD, sur 4 octets chacun. La durée d'enregistrement maximale qui puisse être exprimée selon ce protocole est de 99 999 999 secondes, soit 1 157 jours, 9 heures, 46 minutes et 39 secondes. Ce codage sur 4 octets permet de mémoriser 16 383 basculements sur une cartouche CE64, soit une autonomie de 8 191.5 mm. de pluie avec une bague de réception de 400 cm² (0.5 mm par basculement).

CHLOE B fonctionne en mode chronomètre, de la même manière qu'OEDIPE, mais stocke des hauteurs d'eau. La périodicité de scrutation du capteur de niveau d'eau est programmable, par pas de temps de 3 minutes, au moyen d'une bascule d'interrupteurs située à l'intérieur du coffret sur le circuit imprimé. C'est donc une valeur paramétrable à l'installation, mais que l'on suppose fixe pour une station donnée en régime d'exploitation. Après chaque interrogation du capteur, la cote est mémorisée sur la cartouche si celle-ci a varié de plus de 1 centimètre par rapport à la scrutation précédente.

Par différence avec une centrale OEDIPE qui ne code que les temps d'une activité impulsionnelle, le bloc de mesure CHLOE B comporte des temps et une valeur de hauteur d'eau. Les temps sont codés en secondes depuis la mise en route, et les cotes en millimètres arrondies au demi-centimètre. Un tel message "consomme" 6 octets (4 + 2) ; la capacité de collecte est de 10 921

couples Temps-Hauteur. L'injection de l'information "hauteur d'eau" dans CHLOE B peut se faire à partir d'une sonde SPI, ou par une entrée sur 16 bits parallèles, reliée à un codeur. La cote à l'échelle limnimétrique, également notée par l'observateur sur la cartouche aux instants de pose et de dépose permettra de recaler dans le système de référence de la station, les valeurs brutes du codeur ou du SPI mémorisées dans la cartouche.

Dans notre esprit de concepteur, ce matériel était ciblé sur le parc existant des nombreux limigraphes à flotteur et devait apporter une solution économique au problème enregistrement/dépouillement, par simple adjonction d'un codeur sur les capteurs à flotteur déjà installés. Cette prospective ne s'est pas vérifiée puisque toutes les centrales CHLOE B vendues ont été équipées avec des capteurs SPI. Faudrait-il en conclure que les hydrologues sont peu séduits par les perspectives d'une évolution progressive, et que ceux-ci sont prêts à "investir" davantage dans un matériel plus .. révolutionnaire ?

Un terminal de visite, organe de sortie, peut être connecté sur les "boîtes noires" OEDIPE et CHLOE B. Cet instrument n'est pas strictement indispensable pour assurer la mise en oeuvre des stations, mais fournit des informations permettant à l'opérateur de contrôler l'ensemble des paramètres du fonctionnement :

Sur OEDIPE :

- Le numéro de série de l'enregistreur
- Le temps écoulé depuis la mise en route (jour/heure/minute/seconde)
- Le nombre de basculements saisis
- Le temps au dernier basculement depuis la mise en route (jour/heure/minute/seconde)
- L'état de la tension batterie par rapport au seuil de 10.5 volts (\pm)
- Le nombre d'octets écrits dans la cartouche CE64
- Le nombre d'octets défectueux rencontrés depuis le début de l'enregistrement

Sur CHLOE B :

- Le numéro de série de l'enregistreur
- Le numéro de série de la sonde SPI
- Le temps d'échantillonnage en minutes
- Le temps écoulé depuis la mise en route (jour/heure/minute/seconde) *
- Le temps écoulé à la dernière acquisition mémorisée sur la cartouche (jour/heure/minute/seconde)
- La valeur des derniers paramètres mesurés
(Hauteur d'eau en mm,température en 1/10 de degré C)
- Le nombre d'octets écrits dans la cartouche CE64

- l'état de la tension batterie par rapport au seuil de 10.5 volts (\pm)
- Le nombre d'octets défectueux rencontrés depuis le début de l'enregistrement

2 CHLOE A

CHLOE A représente une évolution importante par rapport aux concepts de réalisation d'OEDIPE et de CHLOE B. La station est munie d'un terminal interactif, qui permet d'influer sur le fonctionnement de la station, et en contrepartie exige des choix, une décision et une action de la part de l'opérateur.

Le capteur associé à CHLOE A est un SPI (Sonde Piézo-résistive et immergée) qui transmet la hauteur d'eau et la température. La centrale permet l'utilisation simultanée d'un capteur auxiliaire, sur une entrée analogique en tension (0 - 5 volts). Sur les CHLOE A de l'ORSTOM, cette entrée a le plus souvent été utilisée avec une sonde et une carte de mesure de la conductivité (capteur et électronique PONSELLE).

Un clavier et un afficheur LCD placés en face avant de CHLOE A permettent les fonctions suivantes:

- 1) Mise à l'heure de l'horloge interne, en format Année, Mois, Jour, Heure et Minutes.
Validation d'une mise à l'heure.
- 2) Recalage de la hauteur-pression mesurée par le SPI dans le système de rattachement des échelles limnimétriques de la station.
- 3) Choix des paramètres mémorisés sur la cartouche. L'utilisateur peut choisir de mémoriser une combinaison quelconque des paramètres mesurés : Hauteur d'eau, Température de l'eau, Capteur auxiliaire.
- 4) Choix des paramètres d'échantillonnage pour les temps (T) et les hauteurs d'eau (H). Le capteur est interrogé toutes les T minutes. La côte est mémorisée sur la cartouche si celle-ci a varié de plus de H centimètres par rapport à l'acquisition précédente.
- 5) Formatage de la cartouche. Une cartouche vierge doit être formatée à la pose lorsque toutes les opérations (1), (2), (3) et (4) ont été effectuées. L'action de formatage consiste à écrire dans un fichier préambule, en tête de cartouche, les différents paramètres de la collecte (N° de série de la centrale et du SPI, valeur des paramètres H et T , sélection des paramètres mémorisés,

date et heure de début de collecte). Après formatage, tous ces paramètres ne sont plus modifiables sur cette cartouche.

- 6) Interrogation forcée des capteurs SPI et auxiliaire en dehors des périodes de scrutation normalement programmées. Le résultats de cette interrogation sont transmis séquentiellement sur l'afficheur. Cette fonction correspond à un mode "test des capteurs".
- 7) Lecture des paramètres cartouche. On peut connaître le taux d'occupation actuel de la mémoire EPROM (la dernière adresse écrite), ainsi que le contenu du message de formatage (la date de mise en route, la combinaison des paramètres mémorisés, la valeur des seuils H et T).

CHLOE A est donc une centrale "hydrologique", à proprement parler, qui permet d'assumer la plupart des choix et des contraintes qu'un hydrologue souhaite gérer pendant la collecte. En contrepartie, son maniement est plus complexe et plus "dangereux" que celui d'une centrale de série B, et requiert une action séquentielle structurée de la part de l'opérateur.

3 CHLOE C ET CHLOE D

Directement dérivés de CHLOE A, CHLOE C et D représentent l'évolution la plus récente dans cette voie.

CHLOE C désigne un conditionnement inclus dans la plateforme hydrologique PH11 de CEIS-Espace et est composé d'une carte électronique, d'un capteur SPI et d'un Terminal TD 86, alors que CHLOE D en est la version autonome chez ELSYDE.

Parmi les améliorations significatives par rapport à CHLOE A, on peut citer :

- Une horloge sauvegardée par batterie interne
- La mesure de paramètres technologiques internes (tension batterie et tension panneaux solaires (en 1/10èmes de volts), tension de programmation des EPROM, température interne du coffret (en 1/10èmes de degré C°). Ces paramètres sont disponibles, par exemple pour être injectés dans un message télétransmis.
- Un logiciel auto-amorçable qui assure la mise en route automatique de la station, dans le cas où l'opérateur, n'aurait pas conclu correctement la séquence manuelle d'initialisation. Les paramètres de la collecte sont assumés par défaut avec les valeurs suivantes :

- Heure actuelle de l'horloge interne.
- Période de scrutin du SPI $T = 15$ minutes.
- Seuil de variation significatif $H = 1$ centimètre.
- Décalage de hauteur d'eau = 0.

Une différence fondamentale pour l'utilisateur est la possibilité d'avoir plusieurs fichiers, c'est à dire plusieurs blocs de formatage sur une même cartouche. Désormais la condition testée à la mise en route d'une station n'est plus la vacuité complète de la cartouche, mais la recherche du dernier octet écrit, c'est à dire l'adresse à partir de laquelle il n'y a plus que des octets à "FF". Un bloc de formatage peut être écrit en tête de cet espace disponible, pour renseigner les conditions de la collecte suite en séquence.

L'acceptation de cartouches non vides et l'existence d'un logiciel auto-amorçable autorisent les fonctions suivantes :

- un redémarrage automatique d'une collecte qui a été interrompue pendant une durée quelconque par suite d'une panne d'alimentation électrique.
- En gestion normale, cette possibilité permet à l'opérateur de modifier à sa convenance les paramètres d'acquisition T et H sans changer de cartouche.

Il peut également mettre en service sur une station une cartouche partiellement pleine, provenant d'une autre centrale CHLOE (A ou B) ou OEDIPE. Cette option permet une grande souplesse dans la gestion d'un parc de station PII11 ou CHLOE D, mais exige une grande rigueur sur le terrain, car rien n'empêche plus de charger par erreur une station avec une cartouche quasi-pleine et de ramener au bureau la cartouche vide que l'on prévoyait de mettre en service !

4 LES VERSIONS 3.0 ET 4.0 D'OEDIPE

Cette modification des spécifications relevant d'abord d'une option au niveau de la conception, puis exclusivement d'une adaptation du logiciel interne de la station, ce concept de redémarrage automatique sur cartouche non vide a été transposé dans la gamme OEDIPE.

Il concerne les appareils nouveaux de version dite 4.0 et ceux d'une version intermédiaire dite 3.0 (Cette dernière ne correspond pas à une gamme de fabrication ELSYDE, mais à un matériel de version 2.0 sur lequel la seule modification est le changement de la PROM interne pour un nouveau boîtier contenant la version 4.0 du logiciel).

Cette disposition permet désormais la collecte multi-fichiers sur la gamme OEDIPE. Il est évident que les informations de chacune des collectes (heure de mise en route) devront être portées sur le capot de la cartouche pour assurer un traitement correct des données au moment de l'exploitation.

Cette option assure également une remise en route d'OEDIPE après un arrêt provoqué par une perte d'alimentation électrique. Toutefois, il faut bien considérer que la station travaille en mode chronomètre, avec une base de temps partant à zéro à chaque remise en route, ce qui n'autorise pas plus d'une panne de ce type par collecte. En effet, connaissant la date de pose, il est possible de dater tous les basculements jusqu'à l'arrêt de la station (fichier de collecte n°1). Puis, connaissant l'heure de dépose, et à condition d'avoir effectué un basculement au moment de la dépose (!), il est possible de dater tous les basculements postérieurs à la remise en route (fichier de collecte n°2). Par contre, avec plus d'un arrêt, et l'occurrence de N fichiers de collecte, il ne sera plus possible de recaler la chronologie des basculements selon la base de temps calendaire, pour tous les fichiers n°2, 3,...N-1.

Le concept "cartouche-non-vide" n'est pas implanté sur la gamme CHLOE B (Février 1988). Toutefois aucune raison technique ne s'oppose à cette modification, qui pourrait être assurée par le constructeur sur demande des utilisateurs. (modification analogue à celle des versions 2.0 vers 3.0 sur OEDIPE).

Moralité : Quelles que soient les contorsions que l'on impose au logiciel de pilotage d'une centrale hydrologique ou pluviométrique, la qualité de l'alimentation électrique demeure la condition *sine qua non* d'une collecte satisfaisante.

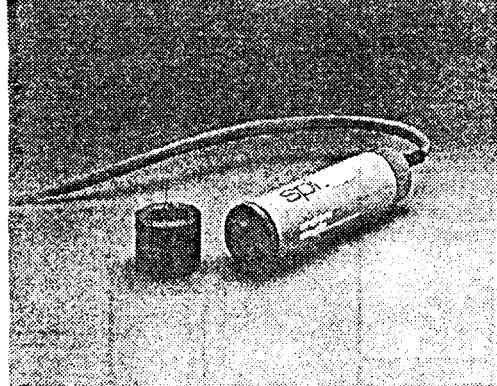
ANNEXE

FICHES TECHNIQUES DES MATERIELS ELSYDE

NOTE TECHNIQUE N.T 100 - FEV.84

SONDE SPI-2

(TECHNOLOGIE ORSTOM - ELSYDE)



Développée en collaboration avec le service hydrologique de l'ORSTOM (*), le SPI-2 est un ensemble électronique et informatique compact destiné à la mesure précise des niveaux et températures des liquides de densité constante.

La hauteur d'eau et la température sont mesurées par un capteur de pression délivrant un signal électrique fonction de la pression hydrostatique du liquide par rapport à la pression atmosphérique. Ce capteur est constitué d'une jauge piézo-résistive conditionnée dans un boîtier inox et isolée du liquide par un diaphragme en alliage platine/tantale.

La sonde SPI-1C contient un micro-processeur gérant son fonctionnement et réalisant les acquisitions capteurs, les traitements de mise à l'échelle et de compensation thermique de façon à élaborer des résultats en vraie grandeur incluant la hauteur d'eau en MM et la température en 1/10 degrés C.

Ces informations constituent un message binaire qui est transmis par une liaison série synchronie basse vitesse, isolée par des couplages opto-électroniques et protégée contre la foudre.

Le concept original permet une transmission sur plusieurs kilomètres sans dégradation de la précision ou de la sensibilité de la mesure.

CONCEPTEURS : ORSTOM (MM. COLOMBANI & FRITSCH)
ELSYDE (MM. MAILLACH & SEVEQUE)

+ SONDE LIMNIMETRIQUE IMMERGEE

- * CAPTEUR DE PRESSION PIEZO-RESISTIF.
- * MICRO-PROCESSEUR INTERNE.
- * MESURE DE LA HAUTEUR D'EAU ET DE LA TEMPERATURE (en MM et 1/10 dC).
- * AUTO-COMPENSEE EN TEMPERATURE.
- * TRANSMISSION BINAIRE EN VRAIE GRANDEUR.
- * LIAISON SERIE SYNCHRONE BASSE VITESSE PERMETTANT UNE TRANSMISSION SUR PLUSIEURS KILOMÈTRES.
- * GRANDE PRÉCISION.
- * FAIBLE CONSOMMATION, DIMENSION REDUITE.

EN OPTION :

- * ACCESSOIRES DE FIXATION.
- * CABLE DE LIAISON SUPPLEMENTAIRE.

PRIX UNITAIRE : 9 900 F.F HT
(prix unitaire hors options au 01/06/87)

Les sondes sont toutes interchangeables et toutes compatibles sans aucune adaptation avec les centrales d'enregistrement CHLDE.

Chaque sonde SPI-2 est calibrée en pression et température et ses courbes d'étalonnage sont stockées dans la mémoire de son micro-processeur.

Le SPI-2 est activé sur demande du système d'acquisition. Le temps de mesure est environ de 3 secondes et la transmission dure 640 ms.

Le câble de liaison conçu spécialement contient un capillaire de mise à la pression atmosphérique et un conducteur électrique. Ce câble, blindé par une tresse métallique et gainé d'une épaisseur de 2 mm de polyuréthane se termine par un connecteur étanche 7 contacts (AMPHENOL C16). Il se raccorde à l'échangeur déshydratant évitant la condensation interne du capillaire.

La sonde SPI-2 est calibrée en standard pour une étendue de mesure de 10 mètres. Elle peut être fixée en dessous des plus basses eaux ou suspendue dans un ouït limnémétrique conventionnel.

La géométrie de sa prise statique de pression lui assure une bonne qualité de mesure dans des écoulements rapides ou turbulents.

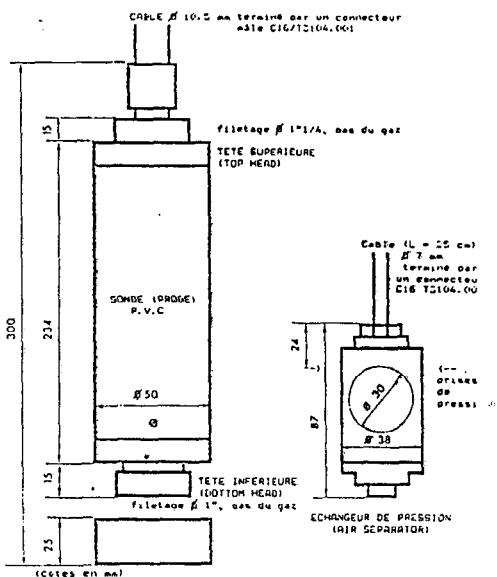
(*) Institut Français de Recherche Scientifique Pour le Développement en Coopération.

LES SPECIFICATIONS ET CARACTÉRISTIQUES ENONCÉES DANS CE DOCUMENT SONT SUSCEPTIBLES D'ETRE MODIFIÉES SANS PRÉAVIS

SPECIFICATIONS

- ETENDUE DE MESURE : 0 à 10 M
- SURCHARGE OCCASIONNELLE : 15 M
- PRÉCISION DE MESURE : (sous 12.5 V)
 - Niveau : $\pm 10 \text{ MM}$
 - Température : $\pm 0.1 \text{ °C}$
- TEMPÉRATURE D'UTILISATION :
 - Environ : $-20 \text{ à } +70 \text{ °C}$
 - Immergé : $0 \text{ à } +50 \text{ °C}$
- VITESSE DE POURSUITE : 1.0 CM/SEC max.
- TEMPS DE MESURE : environ 3 secondes
- ALIMENTATION : 10.5 à 15 V_{dc} / 6 mA
(20 mA pendant la transmission et 450 µA en veille).
- SORTIE : Transmission série synchrone
100 bits/sec en boucle de courant.
- LONGUEUR MAXIMUM DE LA LISSON :
Correspondant à une constante de temps
3T du circuit équivalent $RC = 3 \text{ ms}$
- MESSAGE : 64 bit binaire comprenant :
 - Numéro SPI : 16 bit
 - Hauteur d'eau en mm : 16 bit
 - Densité d'étalonnage : 12 bit
 - Température en 1/0 dC : 12 bit
 - Parité longitudinale : 8 bit
- MATERIAU : PVC
- CABLE DE LISSON : Longueur 12 mètres en standard, diam. 10.5 mm, blindé et gainé polyuréthane.
- POIDS : environ 4 KG (avec un cable 12 m)
- ACCESSOIRES :
 - Lent s'adaptant sur la tête inférieure.
 - Filtre de protection capteur.
 - Pastille déshydratante.

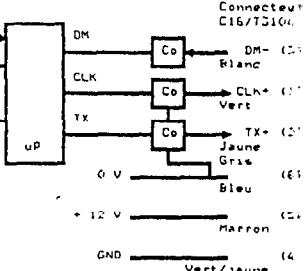
D E S C R I P T I O N



Vref	= Tension de référence
A1	= Alimentation en courant
C	= Jauge de pression
P	= Pression
T	= Température
A	= Amplification de tension
Mx	= Multicoupleur analogique
CVF	= Convertisseur tension/fréquence
F	= Signal codé en fréquence
DM	= Commande de moteur
CLK	= Horloge de transmission
TX	= Données
KEM	= Mémoire logiciel + courbes d'étalonnage
uP	= Micro-processeur
CA	= Commande d'adressage du multiplexeur
Co	= Couplage opto-électronique

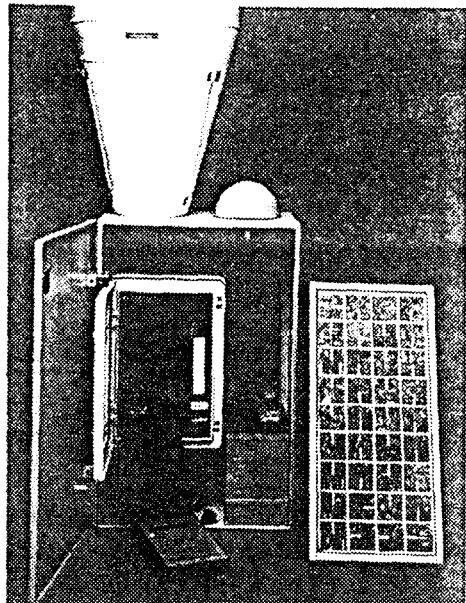
S O N D E S P I - 2

S C H E M A S Y N O P T I Q U E



NOTE TECHNIQUE

N.T 102 - FEV. 84



Développé en collaboration avec le service hydrologique de l'ORSTOM (*), OEDIPE (Organe d'Enregistrement Digital d'Informations Pluviométriques) est un enregistreur autonome destiné à être connecté à un pluviomètre à auget basculeur équipé d'un contacteur.

Le support de mémoire est constitué par une cartouche amovible de grande capacité effaçable aux Ultra-Violets et ré-utilisable (technologie EPROM).

Ce support statique et non-volatile est particulièrement bien adapté aux environnements sévères et à une utilisation sur le terrain sans précautions particulières.

OEDIPE enregistre systématiquement la date de chaque impulsion générée par l'auget du pluviomètre. Cet histogramme permet, lors du dépouillement de la cartouche de reconstituer un pluviogramme et de traiter les intensités de pluie sur des périodes de temps variables.

OEDIPE possède une base de temps précise fonctionnant en mode chronographe et initialisée à 0 lors de la mise en marche. La date de chaque impulsion est exprimée en secondes et est référencée par rapport à l'instant de mise en service.

Le calage de l'origine des temps s'effectue lors du dépouillement en communiquant à l'ordinateur la date calendaire du premier basculement du pluviomètre, notée par l'opérateur sur l'étiquette de la cartouche.

CENTRALE OEDIPE

(TECHNOLOGIE ORSTOM - ELSYDE)

- * SYSTEME D'ENREGISTREMENT ET DE TRANSMISSION D'INFORMATIONS PLUVIOMETRIQUES.
- * SE CONNECTE A TOUT PLUVIOMETRE A AUGET DELIVRANT DES IMPULSIONS.
- * ENREGISTREMENT SUR CARTOUCHE AMOVIBLE CE64 (technologie EPROM).
- * MEMORISATION DE L'HISTOGRAMME DES IMPULSIONS (daté en secondes).
- * CAPACITE DE STOCKAGE IMPORTANTE :
 - 16 384 IMPULSIONS DATEES.
- * BASE DE TEMPS CHRONOMETRIQUE.
- * SIMPLICITE D'UTILISATION.
- * FAIBLE COÛT.

EN OPTION :

- * TERMINAL DE POCHE.
- * INTERFACE POUR EMETTEUR SATELLITE ARGOS.

Chaque date est exprimée en secondes, sur 4 octets binaires codés en BCD. La capacité de 64 Kilo-octets d'une cartouche CE64 permet le stockage de 16 384 impulsions dont l'équivalent "hauteur d'eau" dépend du type de pluviomètre utilisé.

Les cartouches CE64 sont dépouillées sur tout ordinateur possédant une sortie au standard RS232C. Le transfert est effectué par une interface spéciale (LCM) dans laquelle s'insère la cartouche. Après transfert, la cartouche est effacée en utilisant un module émettant un rayonnement Ultra-Violet (ECM) et peut être ré-utilisée environ 200 fois.

L'utilisation d'OEDIPE est particulièrement simple et s'adapte aux conditions rencontrées sur le terrain. L'enregistreur est automatiquement mis en service par l'insertion d'une cartouche. La diode LED unique située en face avant s'allume à chaque impulsion du pluviomètre, balisant le bon fonctionnement de l'enregistreur.

De façon à renseigner l'opérateur sur les différents paramètres de fonctionnement de l'enregistreur, un terminal de poche se connecte à OEDIPE. Le message défilant sur son écran alphanumérique exprime :

- Le numéro de l'enregistreur.
- La date courante (temps écoulé).
- Le cumul des impulsions pluviales.
- La date du dernier basculement.
- Le nombre total d'octets utilisés dans la cartouche CE64.
- L'état de la tension batterie

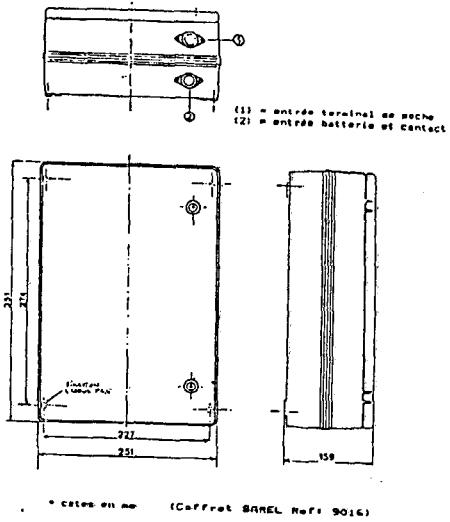
OEDIPE a été conçu pour recevoir dans son coffret un émetteur satellite ARGOS. OEDIPE peut être intégré dans une armoire étanche et verrouillable renfermant la batterie et supportant éventuellement le pluviomètre et l'antenne ARGOS (voir photo).

(*) Institut Français de Recherche Scientifique Pour le Développement en Coopération.

LES SPECIFICATIONS ET CARACTERISTIQUES ENONCEES DANS CE DOCUMENT SONT SUSCEPTIBLES D'ETRE MODIFIEES SANS PREAVIS

SPECIFICATIONS

- **ENTREE CAPTEUR**
 - 1 voie acceptant un signal impulsional actif au 0 Volt, amorti et mémorisé par l'électronique et le logiciel.
- **SORTIE**
 - Enregistrement sur cartouche CEG64.
 - 1 vecteur de transmission série compatible avec certains émetteurs ARGOS.
 - 1 voie pour la connexion d'un terminal de pêche TM.
- **ALIMENTATION**
 - De 10.5 à 15 V_{dc} / 3 mA (400 mA en écriture)
- **ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE**
 - Tf : -20 à +70 Degrés C.
 - Ut : 100 % max.
 - Coffret étanche selon la norme IPSS
- **BASE DE TEMPS**
 - Horloge interne à quartz fonctionnant en mode chronographe.
 - Détagage en secondes sur 8 chiffres.
 - Dérive : < 1 MN/mois
- **CONNEXIONS**
 - Prises étanches type AMPHENOL C16.
- **ENREGISTREMENT**
 - Sur cartouche EPROM amovible CEG64.
 - Stockage de la date de chaque impulsion.
 - Capacité de stockage : 16 384 impulsions.
- **OPTIONS**
 - Interface pour émetteur ARGOS.
 - Armoire de conditionnement.
 - Panneau solaire 8 Wh.
 - Batterie sans entretien.

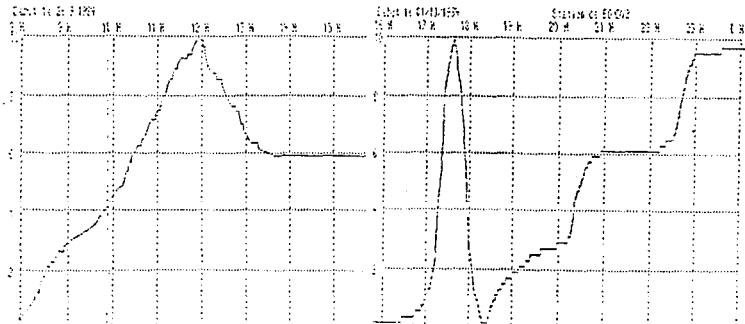


* dates en mn (Coffret SARTEL N° 9016)

*** SYSTEME ORSTOM-ELSYDE "DEDIPE" ***

Trace automatique du pluviogramme à partir de l'historigramme des bâcullements lu sur la cartouche CEG64. (Capteur à aurore basculateur PRECIS-MECANIQUE modèle R01200X, bâti de 1000 cm², capacité de l'aurore 20 cm³, basculement tous les 0.5 mm de pluie).

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



CONCEPTEURS : ORSTOM (MM. COLOMBANI & FRITSCH)
ELSYDE (MM. MAILLACH & SEVEQUE)

elsyde

NOTE ADDITIONNELLE A LA NOTICE D'UTILISATION D'OEDIPEO E D I P E V 3.0 E T V 4.0

Le système OEDIPE nouvelle version peut être utilisé avec une cartouche CE64 non vierge .

Au démarrage , le système ne teste plus la viduité de la cartouche , mais recherche le premier emplacement disponible ; c'est à dire l'emplacement suivant le 1er octet différent de FF héxa en partant de la fin de la cartouche .

Cette recherche est d'autant plus courte , que la cartouche est pleine . Le terminal TM84 permettant de savoir avec précision le nombre d'octets enregistrés dans une précédente utilisation .

Le bloc de formatage constitué du numéro d'OEDIPE écrit en binaire permet de repérer le début de l'enregistrement . Ce numéro est composé de 2 octets dont le premier est égal à DX héxa où X est compris entre 0 et F , et le deuxième octet pouvant prendre toutes les valeurs comprises entre 00 et FE héxa.

La date de chaque basculement étant enregistrée sur 4 octets BCD , au dérouillement , le repérage du début d'enregistrement s'effectue par une comparaison entre les poids forts de chaque octet lu et la valeur D héxa

Au formatage , le rejet de la cartouche (i.e. la led cartouche activée clignote) n'a que 2 origines :

- 1- Le numéro d'enregistreur n'a pu être écrit correctement .
(présence d'un octet défectueux à cet endroit)
- 2- Il reste moins de 7 octets disponibles dans la cartouche .
Dans ce cas , la led clignote dès l'insertion de la CE64 .

Les enregistreurs OEDIPE ancienne version peuvent être mis à jour par remplacement de la mémoire programme . Il est toutefois nécessaire de changer le numéro , les nouvelles versions commençant au numéro D000 héxa soit 53248 en décimal.

NOTE TECHNIQUE N.T.103 - FEV.87

CENTRALE CHLOE-D

(TECHNOLOGIE ORSTOM - ELSYDE)



Développée en collaboration avec le service hydrologique de l'ORSTOM (*), CHLOE-D est une centrale autonome réalisant l'acquisition et l'enregistrement de la hauteur et température de l'eau mesurées par la sonde limnimétrique SPI-1C et de l'information délivrée par le capteur supplémentaire connecté en option.

Le support de mémorisation est constitué par une cartouche amovible de grande capacité effaçable aux Ultra-Violets et ré-utilisable (technologie EPROM).

Ce support statique et non-volatile est particulièrement bien adapté aux environnements sévères et à l'utilisation sur le terrain sans précautions particulières.

CHLOE-D enregistre systématiquement l'ensemble des paramètres. À chaque demie-heure ronde, Des mesures intermédiaires sont réalisées à pas de temps réglable (de 01 à 30 MN) et la hauteur d'eau est mémorisée si elle représente une variation significative réglable de 01 à 99 CM. CHLOE-D réalise une saisie intelligente des données proportionnelle à la variation du phénomène à enregistrer.

CONCEPTEURS : ORSTOM (MM. COLOMBANI & FRITSCH)
ELSYDE (MM. MAILLACH & SEVERE)

(*) Institut Français de Recherche Scientifique Pour le Développement en Coopération.
LES SPECIFICATIONS ET CARACTÉRISTIQUES ENONCÉES DANS CE DOCUMENT SONT SUSCEPTIBLES D'ETRE MODIFIÉES SANS PRÉAVIS

- SYSTEME D'ENREGISTREMENT ET DE TRANSMISSION D'INFORMATIONS LIMNIMÉTRIQUES.

- COMPATIBLE AVEC LA SONDE LIMNIMÉTRIQUE SPI-2 (note technique NT100).
- ENREGISTREMENT SUR CARTOUCHE AMOVIBLE CE64 (technologie EPROM).
- TEMPS D'ÉCHANTILLONNAGE DE 01 à 30 MN.
- ENREGISTREMENT PILOTE PAR LA VARIATION DE LA HAUTEUR D'EAU (01 à 99 CM).
- BASE DE TEMPS CALENDRIARE.
- CLAVIER D'INITIALISATION ET AFFICHAGE A CRYSTaux LIQUIDES.

EN OPTION :

- INTERFACE POUR EMETTEUR SATELLITE ARGOS OU METEOSAT.

CHLOE-D est équipé d'une base de temps calendrier précise. Le clavier et l'affichage à cristaux liquides situé en face avant permettent d'accéder aux fonctions suivantes :

- Initialisation de la base de temps.
- Visualisation des mesures en vraie grandeur.
- Décalage de la hauteur d'eau.
- Formatage et lecture de la carte.

L'autonomie de la carte mère mémoire dépend du temps d'échantillonnage et du seuil de sensibilité choisi. Une saisie systématique toutes les 10 minutes assure une autonomie d'environ 4 mois.

Les cartouches CE64 sont déposées sur un ordinateur possédant une sortie au standard RS232C. Le transfert est effectué par une interface spéciale (LCM) dans laquelle s'insère la carte. Après transfert, la carte est effacée en utilisant un module émettant un rayonnement Ultra-Violet (ECM) pour être réutilisée environ 200 fois.

CHLOE-D a été conçue pour recevoir dans un coffret un émetteur satellite ARGOS. CHLOE-D peut être intégré dans une armure étanche et verrouillable renfermant une batterie et supportant l'antenne ARGOS. (voir photo).

SPECIFICATIONS

• ENTREE CAPTEUR

- 1 voie limnimétrique (compatible SPI-2)
- 1 voie pour un capteur quelconque.

• SORTIE

- Enregistrement sur cartouche amovible CE64
- 1 vecteur de transmission série compatible avec certains émetteurs ARGOS ou METEOSAT.

• ALIMENTATION

- De 10.5 à 15 V = / 6 mA (400 mA en écriture)

• ENVIRONNEMENT CLIMATIQUE

- T: -20 à +70 Degrés C.
- U: 100 % max.
- Coffret étanche selon la norme IPSS

• BASE DE TEMPS

- Horloge temps réel calendaire initialisable
- Défile (1 MN / mois)

• CONNEXIONS

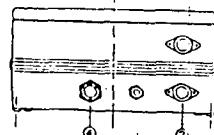
- Prises étanches type AMPHENOL C16

• ENREGISTREMENT

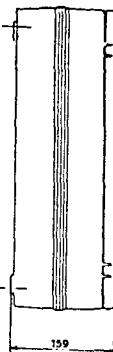
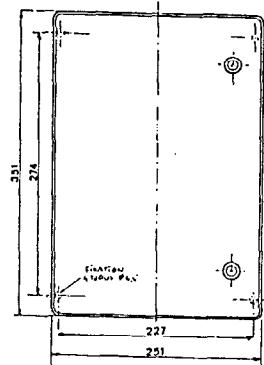
- Sur cartouche EPROM amovible CE64
- Rythme d'acquisition réglable (de 1 à 30 MN)
- Seuil significatif réglable (de 1 à 99 CM)
- Paramètres enregistrés sélectionnables

• OPTIONS

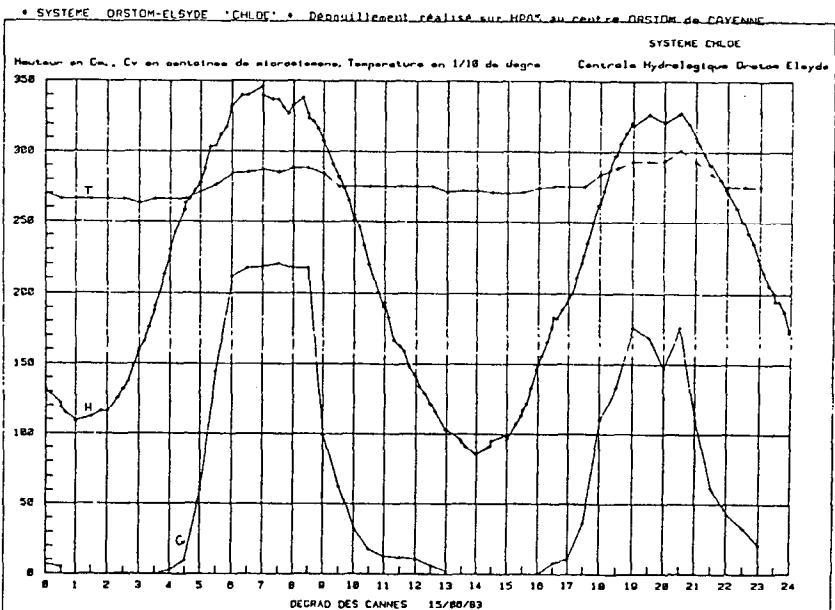
- Interface pour émetteur ARGOS ou METEOSAT
- Armoire de conditionnement
- Panneau solaire 8 Wh
- Batterie sans entretien



(2) = alimentation
(4) = SPI



* cotes en mm (Coffret SAREL Ref: 9016)



ECHANTILLONNAGE DU SIGNAL CAPTEUR

REFLEXION SUR LA "REPRESENTATION" (AU SENS SCIENCES HUMAINES DU TERME) DES PHENOMENES HYDROLOGIQUES

Bernard. POUYAUD

En métrologie classique on distingue les manifestations "discrètes" et "continues" des événements. L'ennui, c'est que dans le domaine des sciences naturelles auquel appartient l'Hydrologie, un même phénomène présentera tour à tour un aspect "discret" puis "continu", selon l'échelle spatiale ou temporelle adoptée.

Ainsi, la pluie est un phénomène résolument "discret" :

- c'est vrai au niveau de la goutte de pluie
- mais encore à celui de l'événement pluvieux.

Pour "mesurer" la pluie on pourrait compter le nombre de gouttes de pluie qui traversent une surface d'orientation donnée, vaste problème, pendant un temps donné. On a ainsi ébauché la description d'un capteur adapté à ce type de phénomènes discrets, qui consiste à cumuler sur un pas de temps donné les manifestations d'un événement dans une région donnée.

L'écoulement d'une rivière, autre constante du paysage hydrologique, est un bon exemple de manifestation "continue" d'un phénomène hydrologique, même si à l'échelle moléculaire cela redevient une manifestation "discrète". Le phénomène physique intéressant est bien sûr le volume d'eau qui traverse une section donnée durant un temps donné. Sa mesure n'est pas évidente et peut se faire en mesurant les vitesses ponctuelles instantanées, qui sont ensuite doublement intégrées. Cette mesure est longue et onéreuse et on se rattache en général à un autre paramètre, plus simple d'accès, qui peut être une hauteur d'eau représentative ou encore une vitesse en un point représentatif, deux paramètres liés, dans les cas simples, au débit instantané.

La question est alors double :

- où mesurer ce niveau ou cette vitesse ? Nous n'en parlerons pas ici ;
- comment l'échantillonner ? et c'est le cœur du débat.

Qu'ils soient discrets ou continus, la mesure des phénomènes naturels se ramène presque toujours à la mesure d'un niveau, d'un volume, d'un poids ou d'un nombre d'événements. Si l'on est parti d'un événement discret, le phénomène à mesurer se présente sous la forme d'une courbe cumulative, continue et croissante. Dans le cas d'un événement continu cela peut être beaucoup plus compliqué et il s'agit au moins d'une courbe avec minimum et maximum.

Si l'on suppose résolue la question du capteur, et donc de l'acquisition de la mesure, il faut savoir ce que l'on veut en faire, autrement dit comment on va la stocker afin de la restituer à la demande en déformant le moins possible le phénomène investigué, représenté par son signal.

- **Au niveau de l'acquisition de la mesure** on se trouve devant un problème de sensibilité et de précision de la mesure.
- **Au niveau du stockage de la donnée**, on se trouve devant un problème de dimension des mémoires et donc de fréquence de la mesure.

Décrire un événement, c'est au plan général le dimensionner à des dates données ; on le décrira bien sûr de façon plus ou moins fine selon l'échelle spatiale et temporelle de cette description.

Dès maintenant on peut distinguer :

- une description à pas de temps fixes (la seconde, la minute, l'heure, le jour) ;
- une description à seuils spatiaux fixes (le centimètre en limnimétrie).

Afin d'illustrer cet exposé trop austère, nous allons prendre quelques exemples pratiques, en allant du plus simple au plus complexe :

1) La mesure est faite à pas de temps fixe Δt et on stocke toutes les mesures X_i et elles seules :

temps :	t_0 ,	$t_0 + \Delta t$,	$t_0 + 2\Delta t$,	$t_0 + i\Delta t$,	$t_0 + n\Delta t$
Valeur stockée :	X_0	X_1	X_2		X_i		X_n

la précision de la description est fonction de Δt , mais plus on est précis, plus on occupe de place mémoire.

2) on date, au contraire, chaque dépassement d'un seuil ΔX fixe.

→ s'il s'agit d'une courbe continue et croissante (fonction cumulée), pas de problème, c'est le cas d'OEDIPE où est daté chaque basculement.

$t_1, t_2, \dots, t_i, \dots, t_n$ pour ΔX

on peut toujours dire au temps t_i : $X_i = i \cdot \Delta X$

→ Si la fonction n'est pas continuement croissante il y a un problème :

il faut stocker :

- le temps + le signe depuis le pas de temps précédent
- ou le temps et la mesure

c'est à dire $t_1, +, t_2, +, \dots, t_i, \pm, \dots, t_n, \pm$

ou $t_1, X_1 ; t_2, X_2, \dots, t_i, X_i, \dots, t_n, X_n$

Cela prend évidemment beaucoup de place d'où des idées alternatives.

3) On garde un pas de temps fixe ΔT , que l'on appelle délai de scrutation, mais on ne stocke la mesure que si elle est "intéressante" :

C'est le cas du CHILOE où on se fixe un seuil ΔX , la mesure est faite aux temps $t_0 + i \cdot \Delta T$, on stocke la date et la mesure si et seulement si :

$$|X_i - X_S| \geq \Delta X$$

où X_S est la dernière mesure stockée au temps t_S

Cela suppose de conserver accessible en mémoire le dernier couple t_S, X_S

Selon les valeurs de ΔX et ΔT retenues, la restitution du phénomène est plus ou moins bonne.

Des améliorations sont donc possibles.

4) Première amélioration

Prendre en compte les alternatives de croissances et décroissances, afin de détecter les minimum et les maximum.

→ la mesure est toujours faite à $t_i = t_0 + i \cdot \Delta T$

on stocke t_i, X_i si et seulement si

$$(X_i - X_{i-1}) / (X_{i-1} - X_{i-2}) < 0$$

ou si

$$|X_i - X_S| \geq \Delta X \quad X_S \text{ est le dernier } X_i \text{ stocké}$$

cela est lourd car suppose à tout moment la disponibilité des deux dernières mesures à t_{i-1} et t_{i-2} , même si elles ne méritent pas d'être stockées.

→ on peut faire la même chose avec les valeurs stockées, c'est à dire stocker t_i, X_i si, et seulement si

$$(X_i - X_S) / (X_S - X_{S-1}) < 0$$

X_S et X_{S-1} sont les deux derniers X_i stockés

ou si

$$|X_i - X_S| \geq \Delta X$$

5) Deuxième amélioration

Détecter les variations rapides de la pente de la courbe.

La mesure est toujours faite à $t_0 + i \cdot \Delta T$

on stocke t_i, X_i si et seulement si

$$(1 + k)(X_{i-1} - X_{i-2}) < (X_i - X_{i-1}) < (1 - k)(X_{i-1} - X_{i-2})$$

ou si $|X_i - X_S| \geq \Delta X$

Cela est lourd, il faut connaître à tout moment les deux derniers X_{i-1} et X_{i-2} même s'ils ne sont pas stockés, mais très précis et très économique en place mémoire.

Toutes ces méthodes de stockage sont donc possibles et peu difficiles à mettre en oeuvre avec les technologies modernes. Un autre critère de choix, dont nous n'avons pas encore parlé, est bien sûr d'éviter des formats de stockage différents trop multiples, qui compliqueraient considérablement la tâche au moment du dépouillement, qui, même s'il est automatique, doit pouvoir reconnaître le bon format.

DISCUSSION

De MARSILY s'interroge sur les systèmes qui donnent directement les débits sans passer par les hauteurs, et en particulier le système électromagnétique. POUYAUD répond qu'ils ne sont pas utilisables pour des rivières non calibrées. COLOMBANI souligne qu'aucun des systèmes (ultrasons, électromagnétiques...) ne supprime l'étalonnage, et donc les jaugeages. De plus, les systèmes utilisant le champ magnétique terrestre sont très sensibles aux parasites. ROCHE ajoute que ces systèmes sont intéressants lorsque les courants sont très lents, pour un fond de lit herbeux, ou s'il ne peut pas exister une relation hauteur-débit ; mais il s'agit d'une technique lourde, très difficile à mettre en oeuvre et qui ne supprime pas l'étalonnage.

A la suite de la présentation de POUYAUD, ROCHE s'interroge sur les critères choisis dans CHLOE pour condenser l'information. En particulier, l'utilisation de la dérivée seconde impose de différer le stockage pour tester les valeurs précédentes. COLOMBANI indique que pour des problèmes techniques, la dérivée seconde n'est pas intégrée dans CHLOE pour l'instant. MAILLACH parle de compromis entre volume d'informations stockées et suivi précis des hauteurs. Pour augmenter la précision, la meilleure solution consiste à réduire le pas de temps de scrutation. Mais ce compromis stockage-précision ne se pose réellement que dans le cadre de la télétransmission où il faut optimiser le message transmis. FRITSCH donne un exemple : sur la crique Grégoire en Guyane (crues fréquentes), toute l'information hydrométrique annuelle représente 3 000 points bien répartis. Comme il est possible de stocker plus de 10.000 points sur une cartouche de CHLOE B, la marge de manœuvre est importante.

A une question de MARSILY sur le prix de revient des appareils ELSYDE, SEVEQUE fournit la liste des prix en fonction des modèles et POUYAUD rajoute un renseignement sur les coûts d'installation: sur une même station du BURKINA FASO, il a fallu 15 jours de mission et 2 millions de francs CFA pour installer un limnigraphie à flotteur alors que GAUTIER a installé un CHLOE en cinq heures avec 200.000 F. CFA.

En réponse à ROCHE qui s'interroge sur la possibilité de récupérer des installations anciennes, GAUTIER indique que pour l'instant, cela n'a pas été fait. Dans le cadre de stations déjà existantes, les CHLOE ont doublé les limnigraphes déjà installés.

GENESE ET DIFFUSION DES SYSTEMES OEDIPE ET CHLOE

J. COLOMBANI - M. SEVEQUE

1 GENÈSE

Les hydrologues de l'ORSTOM travaillent depuis 40 ans maintenant dans les pays non tempérés. Pendant très longtemps, ils ont utilisé des matériaux de mesure de bonne qualité tant pour leur précision que pour leur robustesse.

Il s'agissait de matériaux mécaniques avec enregistrement sur papier : pluviographes à augets basculeurs (voire à siphon), limnigraphes à flotteur puis limnigraphes pneumatiques (bulle à bulle). Ces matériaux ont donné satisfaction. Cependant, ils présentaient des inconvénients sérieux.

En premier lieu, l'enregistrement sur papier est contraignant : il nécessite une surveillance efficace et en général, vu l'éloignement des stations que nous utilisons, un observateur capable de gérer l'appareil (changement de diagramme, réglages...) ; le dépouillement des mesures est long, pas toujours très précis, même si dans les derniers temps on pouvait utiliser des tables à digitaliser. En ce qui concerne les limnigraphes il y avait des difficultés sérieuses d'installation : superstructures lourdes et coûteuses pour les limnigraphes à flotteurs, alimentation en air comprimé délicate et difficile à utiliser dans les conditions de notre travail pour les limnigraphes pneumatiques.

Parmi les innovations améliorant la situation on peut citer l'enregistrement des mesures sur bande magnétique qui facilite grandement le dépouillement des résultats. Malheureusement sous les climats difficiles et en situation éloignée les dispositifs d'enregistrement et les rubans magnétiques eux-mêmes souffraient beaucoup, ce qui réduisait sérieusement la fiabilité de ces nouveaux systèmes.

C'est pourquoi, vers fin 1978, nous avons estimé, face à une certaine "timidité" de nos fournisseurs habituels, qu'il était nécessaire d'utiliser les énormes et rapides progrès de la microélectronique pour améliorer le matériel ou plutôt pour innover.

Le plus difficile a été de convaincre l'Administration de l'intérêt de cette recherche de façon à dégager les crédits nécessaires : il n'a pas fallu moins de cinq ans !

Ce n'est qu'en 1983 que nous avons pu commencer avec ELSYDE la réalisation de prototypes du limnigraph CHLOE. Dès le milieu de l'année 1983 ces prototypes étaient testés sur le terrain et dès 1984 les premières séries étaient mises en fabrication, des appareils installés sous des climats variés, dans des environnement plus ou moins difficiles. Les tests de longue durée réalisés dans les conditions naturelles d'emploi ont permis d'améliorer le matériel pour les points où de problèmes sont apparus. Nous ne nous étendrons pas sur ces modifications successives qui ont eu pour but de rendre les appareils plus sûrs (qualité de l'électronique, réduction des dérives au minimum) et plus pratiques (conditions de dépouillement des résultats, condition de marche des appareils).

On peut résumer la génération des différents appareils de la façon suivante :

PROTOTYPE	APPAREILS DE SERIE			
<u>CHLOE prototype</u>	<u>CHLOE A</u>	<u>CHLOE B</u>	<u>CHLOE C</u>	<u>CHLOE D</u>
Le CHLOE A est actuellement remplacé par le CHLOE D.				
Le CHLOE C est en fait une carte électronique de limnigraphe destinée au montage de limnigraphes à transmission par satellite par la société CEIS-Espace.				
<u>SPI 1C</u>	<u>SPI 2</u>			
(Capteur de pression devant mesurer la hauteur d'eau, à utiliser avec CHLOE)	Version modifiée, seul utilisé actuellement avec tous les CHLOE			
<u>OEDIPE 1.0</u>	<u>OEDIPE V2.0</u>	<u>OEDIPE V 4.0</u>		
Seul OEDIPE V 4.0 est actuellement utilisé.				

A ces matériels viennent s'ajouter :

- les cartouches mémoires CE 64
- les lecteurs de cartouche mémoire LCM (interface avec les micro-ordinateurs)
- l'effaceur de cartouche mémoire ECM
- terminal de terrain TM 84 pour CHLOE B et OEDIPE.

La collaboration engagée entre l'ORSTOM, ELSYDE et CEIS-Espace a permis de produire des limnigraphes dont les données sont non seulement enregistrées *in situ* dans les cartouches mémoires mais aussi transmises par satellite soit par le système ARGOS, avec les satellites NOAA (avec la société CLS), soit par le système METEOSAT (avec EUMETSAT) ; quel que soit le système utilisé, la chaîne de transmission réalisée est complète depuis le limnigraphe émetteur (et éventuellement un pluviographe) jusqu'à une station de réception complètement automatique. Parvenus à ce stade, nous pouvons dire qu'un grand bond en avant a été fait pour la collecte et la transmission des données en régions difficiles.

2 DIFFUSION DU MATERIEL

Le matériel a été en premier lieu testé par l'ORSTOM sur ses programmes propres puis répandu chez des clients extérieurs à l'ORSTOM, notamment l'OMS (programme ONCHOCERCOSE), EDF (en France), ENERCAL (Nouvelle Calédonie), etc. Cette diffusion se poursuit actuellement à un rythme soutenu.

On peut résumer en un tableau simple la production vendue à la mi-87 :

MATERIEL	NOMBRE EN CIRCULATION AU 1er Août 1987	REMARQUES
Cartouches mémoire CE 64	450	
Lecteur de cartouche mémoire LCM	30	
Effaceur de cartouche mémoire	30	
Terminal TM 84	26	
Pluviographe OEDIPE	123	
Limnigraphes CHLOE A CHLOE B CHLOE C	39 37 80	Total CHLOE : 152
Sondes SP I C SP II	73 101	Total sondes : 174 (certaines sondes sont utilisées sur CHLOE)

Ce matériel a été mis en service dans des régions variées du monde et se répartit de la façon suivante (au 1er août 1987) pour OEDIPE, CHLOE, SPI :

OEDIEP

APPAREILS INSTALLEES		APPAREILS PREVUS	
METROPOLE	13	NIGER	40
MARTINIQUE	9	HAITI	5
GAUDELOUPE	24	GUYANE	1
GUYANE	8	MARTINIQUE	2
TAHITI	14	DJIBOUTI	1
NOUVELLE CALEDONIE	44	NOUVELLE CALEDONIE	10
COTE D'IVOIRE	}		
	6		
CAMEROUN	}		
NICARAGUA	5		
TOTAL	123		

CHLOE A, B, C.

APPAREILS INSTALLEES		APPAREILS PREVUS	
METROPOLE	33	SENEGAL	12
MARTINIQUE	}	BENIN	4
GAUDELOUPE	}	HAITI	7
GUYANE	}	GUINEE	5
NOUVELLE CALEDONIE	22	METROPOLE	4
NICARAGUA	2	DJIBOUTI	1
AFRIQUE	7	NOUVELLE CALEDONIE	4
OMS AFRIQUE DE L'OUEST	80		
TOTAL	152		

SPI

APPAREILS INSTALLEES		APPAREILS PREVUS	
METROPOLE	53	SENEGAL	12
MARTINIQUE	}	BENIN	4
GAUDELOUPE	}	HAITI	7
GUYANE	}	GUINEE	5
NOUVELLE CALEDONIE		METROPOLE	79
TAHITI	23	DJIBOUTI	1
NICARAGUA	2	NOUVELLE CALEDONIE	4
AFRIQUE	8		
OMS AFRIQUE DE L'OUEST	80	Le SPI peut être utilisé indépendamment du CHLOE	
TOTAL	174		

Les prévision indiquées constituent une estimation assez restrictive ne tenant compte des projets encore incertains.

Les cartes 1, 2 et 3 reflètent ces statistiques qui prouvent l'intérêt réel porté à ce matériel par les utilisateurs notamment en régions non tempérées. Nous n'avons pas donné ici de résultats statistiques concernant la télétransmission des données par satellites à l'aide du matériel conçu selon nos *desiderata* par la société CEIS-Espace. Le matériel de télétransmission peut être utilisé avec le matériel ELSYDE comme dans le programme OMS, mais aussi avec d'autres systèmes de mesure comme dans le programme HYDRONIGER. Nous reviendrons certainement ultérieurement sur la diffusion de ces techniques de télétransmission.

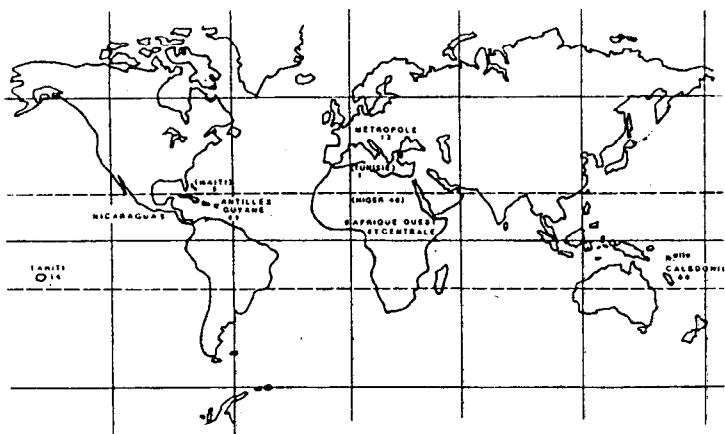


Fig.1 DIFFUSION DE OEDIPE AU 1/8/87 Total 123, (40) PREVISIONS

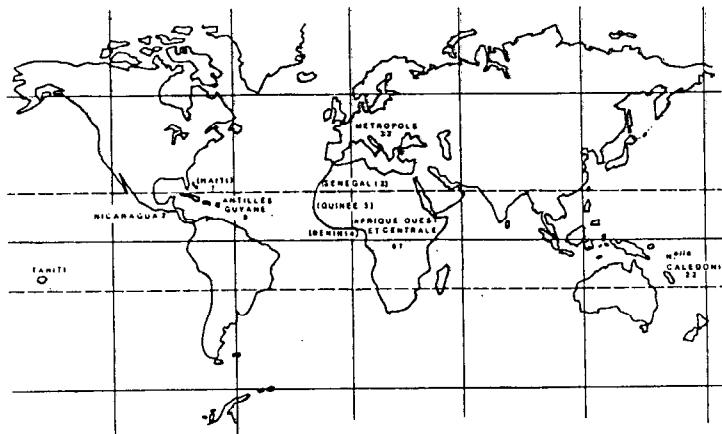


Fig.2 DIFFUSION DE CHLOE AU 1/8/87 Total 152,(38) PREVISIONS

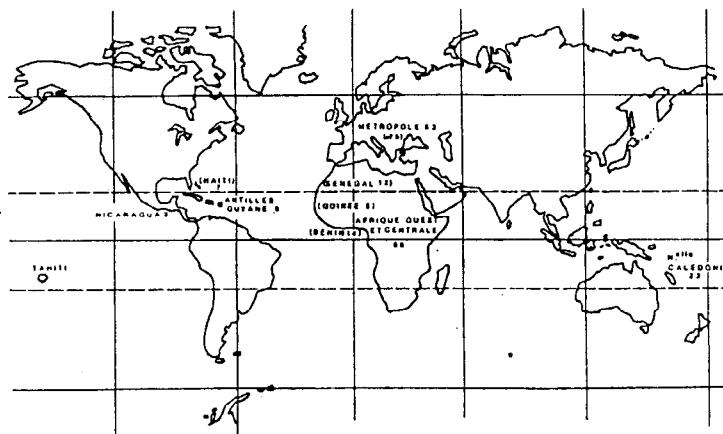


Fig.3 DIFFUSION DU SPI AU 1/8/87 Total 174 , (85) PREVISIONS

INSTALLATION DES TELELIMNIGRAPHES DU TYPE CHLOE C

pour le programme OMS/OCP^① en 1986 et 1987

Michel GAUTIER

Cet exposé a pour principal objectif de présenter par des projections diapositives les différents types de montage des télélimnigraphes CHLOE C réalisés dans le cadre de l'équipement du réseau OMS-OCP en Guinée, Côte d'Ivoire, Mali et Burkina Faso.

Les premières balises du type CHLOE C ont été installées en août 1986 en Guinée dans la région de KANKAN sur des affluents du Niger. La livraison tardive de ces cinq premières balises nous a constraint d'effectuer leur installation en début de saison des pluies. Dans ces conditions, les sites de pose n'étaient plus accessibles par la route et les niveaux des rivières n'étaient plus ceux de l'étiage. Nous avons donc réalisé ces installations en utilisant les hélicoptères du Programme OMS pour effectuer toutes les liaisons et tous les transports. Nous avons été contraints d'installer les sondes de pression SPI à des profondeurs variant de 2 à 4 m et à des niveaux voisins du "0" des échelles, pour ne pas avoir à intervenir à nouveau en basses eaux.

Ces cinq sites ont été reconnus et équipés en 10 jours. Pour réaliser ces installations nous avons étudié et mis au point une liaison souple lestée entre la berge et le SPI permettant de s'adapter à tous les profils et ne risquant pas d'être entraînée par le courant. Les différents composants de cette liaison ont été réalisés avec les matériaux disponibles sur place : pneus usagés, ciment, tubes à eau de Ø 60 et 50, tuyau d'arrosage ou durites de voitures, tubes PVC de 40 et fil de fer galvanisé. Le détail de cette liaison souple est figurée sur les croquis ci-joints.

La partie de liaisons berge-appareil a été protégée par des tubes en PVC de Ø 40 et enterrée à 50 cm de profondeur. Ces 5 appareils CHLOE C ont été fixés sur des UPN scellés sur 1 m dans le sol. Les câbles de liaisons, SPI-CHLOE C, de 30 m, nous ont permis de placer les appareils dans ces sites au-dessus du niveau des plus hautes eaux.

Du 14 janvier au 13 février 1987, 15 autres sites ont été équipés ; 9 en Guinée, 4 au Mali, 2 en Côte d'Ivoire. Ces installations ont été réalisées en saison d'étiage. Les liaisons SPI-CHLOE C ont été enterrées sur toute leur longueur. Les SPI ont été placés dans des tubes à eau de Ø 55 et de 1,5 m de long. Ces tubes étaient en général fixés sur des UPN de 80 battus dans le lit près des échelles. La liaison tube UPN était réalisée à l'aide de colliers fabriqués sur place. Voir croquis de montage en annexe.

① OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OCP : Onchocerciasis Control Program

Lors de cette mission, nous avons utilisé sur cinq sites des tours supports pour fixer les PII 11. En effet, lors de la première mission de pose du mois d'août les UPN de 3 m de long, ont posé un problème de transport en hélicoptère et les véhicules de l'OMS sont en général des Toyota à double cabine dont la capacité de transport de matériaux s'avère très limitée. C'est pour éviter ces problèmes que nous avons mis au point une tour modulable, facile à construire localement et dont les éléments les plus longs ne dépassent pas 1,5 m. Tous les éléments de cette tour tiennent dans une petite caisse en bois. Ces supports sont transportables par tous les types de véhicules.

Ces 5 tours nous ont donné totalement satisfaction . Elles ont permis de poser les centrales CHLOE C dans des zones inondables à des niveaux voisins de 2,5 m au dessus du sol. Un croquis de cette tour est donné en annexe et un plan d'exécution détaillé est disponible au Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier.

Lors de cette mission, un des cinq sites, équipé en août 1986 de lest et liaison souple, a été modifié et le lest mobile a été remplacé par une fixation ancrée. Cette opération a demandé moins de deux heures et la liaison SPI CHLOE C n'a pas eu besoin d'être débranchée.

La troisième mission de pose s'est déroulée du 7 mai au 10 juin 1987. Trois équipes ont participé à cette opération :

- 19 balises ont été placées en Côte d'Ivoire
- 3 balises ont été placées au Burkina Faso
- 2 balises ont été placées en Guinée.

Tous ces télémnigraphes ont été implantés au niveau de stations hydrologiques nationales en exploitation.

20 stations ont été équipées de tours et nous ont permis de limiter l'emploi de rallonges de liaison de SPI.

Tous les messages émis par ces stations sont reçus et exploités au secteur OMS-ONCHO d'Odienné en Côte d'Ivoire. Ces messages sont aussi reçus par la station de réception du Laboratoire d'Hydrologie de Montpellier.

A partir de cette station de réception, quelques balises font l'objet d'un traitement-test dont les étapes sont les suivantes :

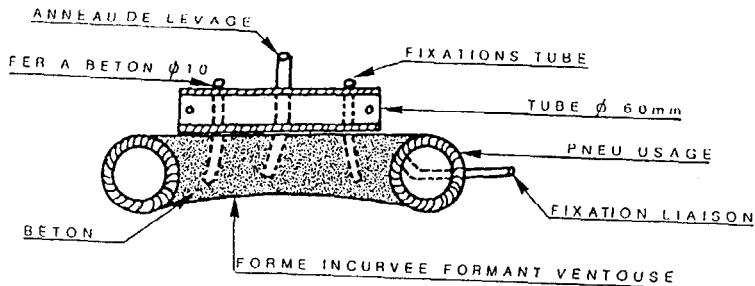
- sauvegarde mensuelle des cotes instantanées acquises automatiques

- transfert sur HYDROM
- Elaboration d'un second fichier complété par l'exploitation des messages en erreur sur listing
- comparaison de ces fichiers acquis à Montpellier avec le résultat du dépouillement des cartouches effectué en Côte d'Ivoire.
- Comparaison de ces fichiers avec le dépouillement des limnigrammes à flotteur et des lectures d'échelles.

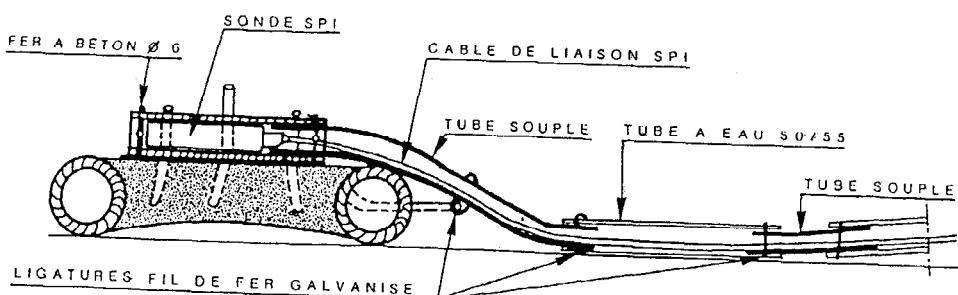
Ces différents résultats nous permettront de tester sur site le fonctionnement des capteurs SPI et la centrale d'acquisition CHLOE C et ce sur une période de un an.

Les résultats de ces différentes exploitations feront l'objet d'une note technique courant 1988.

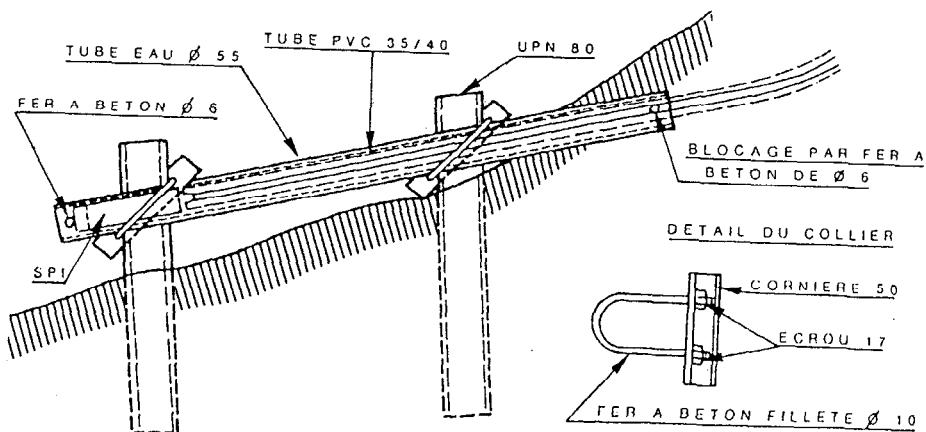
LEST DE SONDE SPI



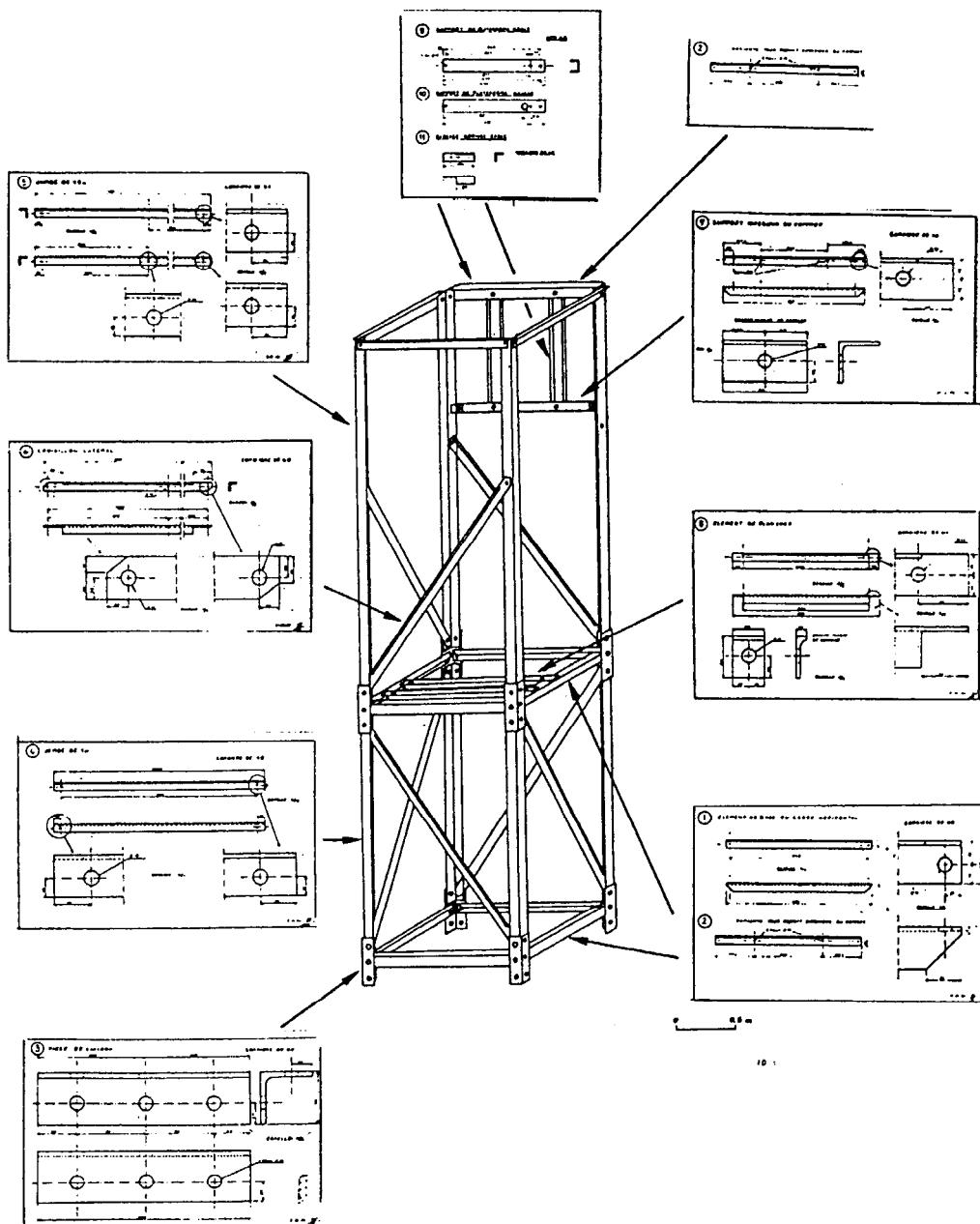
FIXATION DU SPI SUR LEST



SUPPORT DE SONDE SPI



PRESENTATION DES PLANS D'EXECUTION



SYSTEMES OPERATIONNELS DE TRANSMISSION PAR RESEAU TELEPHONIQUE

M. BRUN - CENTRALP

I CARACTERISTIQUES GENERALES DES TRANSMISSIONS PAR MODEM SUR LES SYSTEMES CENTRALP (Fig. 1)

TRANSMISSION

Le dialogue d'échange entre les stations et le (ou les) poste central, est transmis par liaison modem sur le réseau commuté PTT, ou ligne spécialisée. Cette transmission est réalisée selon l'avis V23 du CCITT à 1200 Bauds half duplex. Les postes centraux sont équipés de Numéroteur à Modem intégré "Numotel 310", et les stations, de Modems à technologie CMOS. Ce dialogue est effectué en liaison Maitre-Esclave (sauf pour les stations d'alertes liaison Maitre-Maitre). Ces produits sont agréés P.T.T.

Nota : Une liaison radio peut être réalisée sur demande avec l'adjonction d'émetteur-récepteur radio.

MINIPAC

Le Minipac a pour but de réaliser l'interface entre un calculateur et des stations décentralisées, il gère les différents appels, stocke et restitue des télémesures au calculateur.

Présentation :

Ce poste de réception est réalisé avec nos cartes KN8 autour d'un microprocesseur NSC 800. Il possède 32K de RAM pour le stockage des informations. En version standard le minipac est équipé d'un Numéroteur à Modem intégré "Numotel 310", mais peut en recevoir un deuxième sur option. L'ensemble est présenté en coffret encombrement 505×760×590.

Fonction :

- Gestion du temps
- Interrogation des stations (jusqu'à 100 stations possibles avec cycle réglable de 30 min. à 24 h).
- Relevés des télémesures des stations.
- Stockage et télémesure au calculateur.
- En option : interrogation du minipac par un calculateur externe (avec un 2^{ème} Numotel).

En standard le minipac possède une procédure de dialogue en X25 simplifié, mais peut recevoir sur demande, une deuxième procédure.

MICROPAC

Le Micropac est un terminal portable, utilisé par les personnes d'astreintes. Il permet l'interrogation manuelle des stations ou d'un poste central à l'aide d'un clavier et d'un afficheur. Un Numotel est intégré pour gérer la transmission par réseau commuté, et il peut également recevoir les appels des stations d'alerte. De plus, il peut également être utilisé en simulation locale lors d'installations ou de contrôles de stations.

VALISE D'ACQUISITIONS

En l'absence de liaison modem, on utilise une valise d'acquisition afin de venir, à périodicité fixe, vider les mémoires de la station. Cette valise, de dimensions réduites ($300 \times 230 \times 230$), est autonome, un boîtier-piles permet l'alimentation de l'électronique. La face avant permet le raccordement sur la station ou l'imprimante, et l'accès aux différentes commandes à partir du clavier, avec visualisation sur afficheurs.

Les fonctions suivantes sont possibles :

- Programmation et visualisation de l'horloge interne à la valise,
- Prélèvement et restitution des résultats stockés à la station,
- Tests de mesures instantanées à la station,
- Remise à l'heure de la station,
- Edition des résultats à l'imprimante.

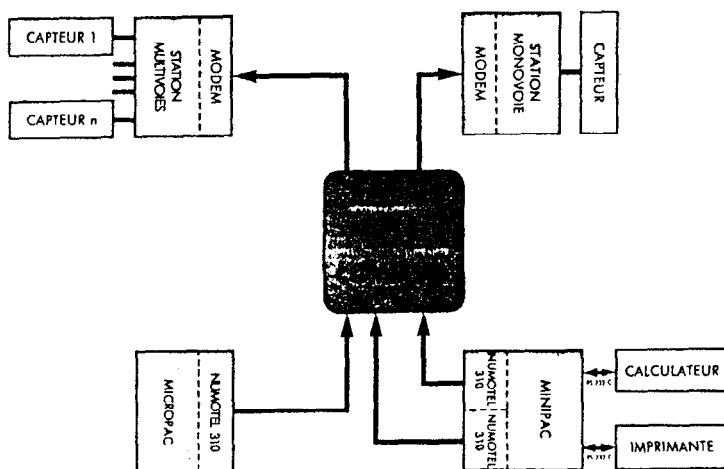
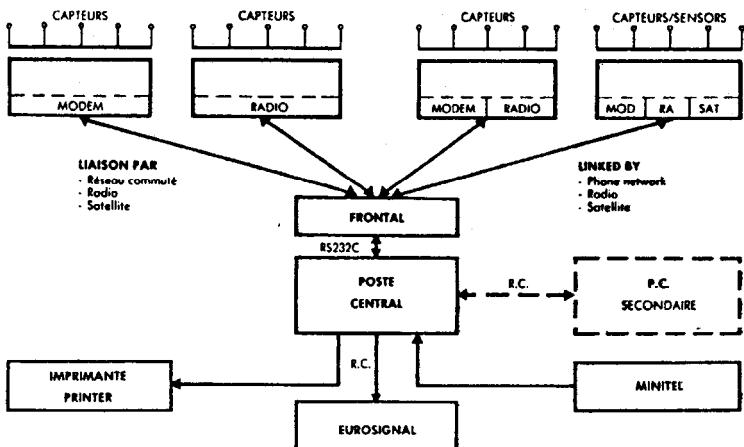


Fig. 1 : Synoptique général des transmissions sur le réseau téléphonique



CENTRALPLP
 21, rue Marcel Pagnol - 69200 VENISSIEUX - FRANCE
 Tel. 78 75 92 30 - Telex CENTRLP VENIX 900 205 F

Fig.: 2 Synoptique du Système NOE

II TRANSMISSION DU SYSTEME NOE (Fig. 2)

Le Ministère de l'Environnement, chargé d'assurer l'annonce des crues a, pour ses besoins, défini un système unifié dénommé NOE, destiné à l'équipement de l'ensemble des services d'annonces des crues (300 à 400 stations) dont la réalisation a été confiée à CENTRALPLP. Ce système s'adapte aussi dans d'autres domaines (météorologie, agrométéorologie, etc.). Le système NOE est un équipement automatique réalisé pour l'acquisition, le traitement et la diffusion de données hydro-météorologiques. Entièrement automatique, ce système ne nécessite aucune intervention sur site, la gestion et l'interrogation des stations peuvent se faire en local à l'aide d'un clavier afficheur, ou à distance par l'intermédiaire d'un poste central (liaison par réseau commuté, ligne spécialisée, radio, satellite). De plus, lors d'un dépassement de seuil, la station alerte elle-même le PC, permettant ainsi toutes préventions éventuelles. De par sa technologie, ses techniques d'alimentations et de transmissions utilisées, le système NOE peut être rendu entièrement autonome et se retrouver ainsi sur des sites difficiles d'accès aux conditions climatiques sévères.

TRANSMISSION

Procédure compatible PATAc, utilisation Modem CMOS :

- réseau communiqué ou ligne spécialisée et/ou radio,
- En option : - Météosat ou Argos, - Stockage longue durée (128Ko RAM) avec lecture sur site par terminal de transfert

FRONTAL

Le Frontal assure l'interface entre les stations de mesures et le PC, son rôle est la gestion des communications avec les stations. Le Frontal composé d'une carte UC 8088 et de liaisons USARTS, mémorise pour chaque station le numéro de téléphone, le type de dialogue utilisé, les mesures associées et la possibilité de remettre à l'heure ou non la station. L'interrogation des stations est commandée par un compatible PC, qui peut appeler ou être appelé en cas d'alerte par une station. La simplicité du menu programmé permet des manipulations rapides sans avoir de formation informatique spécialisée. Le Poste Central est équipé d'un disque dur de 20Mo minimum, d'un streamer, de cartes Modem KORTEX. Son logiciel développé sous XENIX en langage évolué, permet l'accès par minitel à un fichier d'informations et l'appel en cas d'alerte à un Eurosignal. La configuration du PC permet le raccordement d'un écran graphique couleur et d'une imprimante.

**COLLECTE DE DONNEES D'ENVIRONNEMENT PAR SATELLITE
ET SON APPLICATION DANS LE CADRE D'UN RESEAU HYDROLOGIQUE**

B. FROMANTIN

1 INTRODUCTION

La surveillance d'un réseau hydrologique peut s'effectuer de différentes manières :

- a) mémorisation des données sur le site (sur papier ou sur mémoire électronique),
- b) transmission par radio ou téléphone,
- c) transmission par satellite.

La solution (a), mémorisation des données sur le site, implique pour l'utilisateur la nécessité d'aller régulièrement sur chaque site recueillir les données mémorisées.

Ce système :

- ne lui permet donc pas de disposer des données dans un délai rapide surtout si le réseau est très étendu,
- est très coûteux en exploitation puisqu'il faut se rendre fréquemment sur le site,
- ne permet pas d'avoir d'informations sur l'état du matériel entre deux visites (si la plateforme de mesure tombe en panne l'utilisateur ne s'en apercevra que quand il se rendra à nouveau sur le site).

La solution (b), transmission par radio ou téléphone, n'est envisageable que sur des réseaux assez peu étendus, dans les zones où le relief est relativement plat car les liaisons radio entre les plateformes d'émission et la station de réception ne s'établissent qu'en portée optique (ce qui nécessite une étude préalable approfondie).

Si la zone est montagneuse, cette solution devient vite rédhibitoire en prix car il faut utiliser des stations relais sur les points hauts des montagnes, avec tous les inconvénients que ceci implique au point de vue installation et mise en oeuvre.

De même, si le réseau est étendu, il faut nécessairement des émetteurs à forte puissance ce qui pose des problèmes d'alimentation mais également de maintenance car les émetteurs sont en général complexes.

Enfin, il est des plus en plus difficile d'obtenir des fréquences radio disponibles et les brouillages (en particulier dans les pays au climat tropical ou équatorial) sont assez fréquents.

La solution (c), transmission par satellite, présente par rapport aux systèmes précédents des avantages certains :

- Elle permet de constituer des réseaux s'étendant sur plusieurs centaines , voire plusieurs milliers de kilomètres autour d'une station de réception.
- Le matériel de transmission est simple, peu encombrant, facile à installer, peu consommateur d'énergie et très fiable.
- Les plateformes de transmission sont toutes identiques, quelle que soit la distance qui les sépare de la station de réception, ce qui facilite les problèmes de mise en oeuvre, de maintenance et de dépannage.
- Les problèmes de brouillage sont inexistant car les fréquences utilisées pour les liaisons par satellite ont été choisies par les agences spatiales en tenant compte des phénomènes radio-atmosphériques et sont réservées exclusivement à cet usage.

2 DIFFERENTS TYPES DE SATELLITES UTILISABLES

2.1 Deux grandes catégories de satellites sont utilisables pour la collecte de données d'environnement.

Les satellites à défilement (ARGOS) qui ont une couverture mondiale (deux satellites à 800 km d'altitude en orbite polaire).

Les satellites géostationnaires (METEOSAT, GOES, GMS) qui couvrent chacun une portion du globe.

METEOSAT : Europe, Afrique, Pays du Golfe, Madagascar, La Réunion.

GOES : Amérique du Nord et du Sud.

GMS : Pacifique, Japon, Indonésie, Chine partie Est.

L'Océan Indien (Inde, Pakistan en particulier) n'est pour le moment pas couvert par un satellite géostationnaire.

On trouvera ci-après résumées les caractéristiques de ces deux types de systèmes.

PRESENTATION SCHEMATIQUE DES DEUX SYSTEMES DE TELETRANSMISSION PAR SATELLITE UTILISABLES

ARGOS

METEOSAT (GOES, GMS)

Même fonction : collecte des données

- Zone de couverture :

Totalité du Globe

- 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

- 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

- Zone de couverture :

Zone de visibilité du satellite 1/3 du globe entre 65° de latitude Nord et 65° de latitude Sud.

- Caractéristiques générales de l'émetteur :

- longueur du message transmis : 5104 bits (canal normal)
184 bits (canal d'alerte)
- émission à heure fixe (canal normal)*
- émission instantanée (canal d'alerte)
- 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 de 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.

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

NOTA : Les plateformes METEOSAT peuvent être utilisées avec les satellites GOES et GMS.

2.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS

ARGOS

Le système ARGOS présente l'avantage d'être un système à couverture mondiale, donc utilisable dans n'importe quel endroit du globe.

La longueur du message qui peut être transmis au satellite est de 256 bits ce qui est généralement suffisant pour des applications hydrologiques où le nombre de capteurs est peu élevé (hauteur pluviométrie, température, hygrométrie,...).

Le message n'est évidemment transmis au satellite puis renvoyé à la station de réception que lorsque le satellite passe au-dessus de la plateforme hydrologique. La fréquence de passage du satellite au-dessus d'un site est fonction de la latitude de ce site (à l'équateur 4 à 6 fois par jour, à 45° de latitude 8 à 10 fois par jour, au pôle 16 à 18 fois par jour).

Le temps d'attente entre deux passages satellites peut varier entre 100 minutes et 6 heures.

METEOSAT (GOES, GMS)

S'agissant de satellites géostationnaires qui sont donc toujours visibles, il est théoriquement possible de retransmettre les données des plateformes en permanence vers les satellites.

Cette solution aurait l'inconvénient de limiter très vite le nombre d'utilisateurs du système.

C'est pourquoi il a été prévu deux modes d'utilisation du satellite :

- transmission à heures fixes (le temps s'écoulant entre deux transmissions étant fonction des besoins de l'utilisateur sans que ce temps, sauf cas très exceptionnel, ne puisse être inférieur à une heure, trois heures étant le cas le plus courant).
- transmission sur alerte (la transmission est dans ce cas immédiate dès qu'un capteur délivre une information considérée comme critique : dépassement d'un seuil sur une hauteur d'eau, une vitesse de vent, une température).

A noter que dans ce cas, la longeur du message transmis est de 185 bits maximum au lieu de 5104 bits maximum dans le cas d'une transmission à heures fixes.

Le mode le plus couramment utilisé est la transmission à heures fixes.

Les deux modes peuvent cohabiter (transmission à heures fixes + transmission sur alerte).

La transmission sur alerte n'est pratiquement jamais utilisée seule.

3 CHOIX D'UN SYSTEME DE TRANSMISSION (ARGOS ou METEOSAT - GOES - GMS)

Le choix d'un système de transmission se fait en analysant avec les utilisateurs les points suivants :

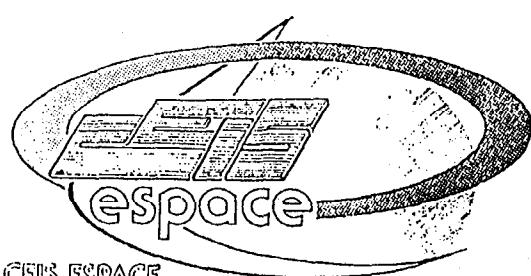
- 1) Où sera installé le système ?
- 2) Quelle est la fréquence de transmission souhaitée pour les données ?
- 3) Quelle est la longueur maximum du message à transmettre ?
- 4) Y-a-t-il nécessité d'un canal d'alerte ou non ?

La réponse précise à ces questions permet d'orienter l'utilisateur vers l'un ou l'autre des systèmes qui sont complémentaires et non pas concurrents.

4 LES EQUIPEMENTS (PLATEFORME DE TRANSMISSION ET STATION DE RECEPTION)

On trouvera ci-après une documentation succincte présentant :

- Un exemple de plateforme de transmission hydrologique par satellite ARGOS (PH11).
- Une description des stations de réception ARGOS et METEOSAT (SRDA 86 et SRM 87).



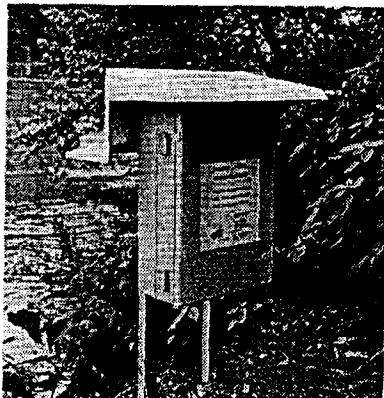
CEIS ESPACE

PLATEFORME DE COLLECTE

DE DONNEES AUTONOME

PH 11

Z.I. THIBAUD - RUE DES FRERES BOUDES - 31084 TOULOUSE CEDEX FRANCE
TEL. 61 44 39 31 - TELEX 521 039 F



Les plateformes autonomes PH 11 assurent l'acquisition de données hydrométéorologiques (hauteur et température d'eau, pluviométrie) et leur télétransmission par satellite à défillement (ARGOS) ou géostationnaires (METEOSAT, GOES, GMS).

Associées à une station de réception ARGOS (SRDA86) ou METEOSAT (SRDM 85), elles permettent de constituer des réseaux complets de télésurveillance de bassins fluviaux, retenues d'eau, etc.,...

La plateforme PH 11 se présente sous la forme d'un ensemble compact, robuste, facile à installer et autonome grâce à sa batterie rechargeable par panneau solaire.

Description

Elle est constituée par :

- un limnigraphie à capteur de pression piézorésistif associé à une sonde de température d'eau,
- un pluviomètre à augets basculants (option),
- un abri en polyester très robuste contenant lui-même un coffret étanche pour l'électronique d'acquisition et de transmission,
- en option, une mémoire statique amovible de 64 Ko peut-être installée pour assurer la mémorisation des hauteurs d'eau sur de longues périodes (plusieurs semaines à plusieurs mois suivant la fréquence des relevés),
- une batterie avec régulateur de tension,
- un double toit supportant également le panneau solaire.

Paramètres transmis

- en version de base :

- . Hauteur d'eau
- . Température d'eau
- . Température interne du coffret
- . Tension batterie et contrôle de panneau solaire

75

- en option :

- . Pluviométrie
- . Nombre d'octets enregistrés sur la mémoire statique amovible de 64 Ko si celle-ci est présente.
- . Autres paramètres, sur demande.

Fonctionnement type avec un émetteur ARGOS

- Relevé de la hauteur d'eau toutes les demi heures et mémorisation de 15 mesures successives correspondant à une période de 7 heures. La durée entre deux passages satellite étant au maximum de 6 H 30 mn 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. Il en est de même pour la mesure cumulée de la pluviométrie si cette option existe.
- Les paramètres technologiques transmis systématiquement sont la température interne du coffret renfermant l'émetteur et l'électronique ainsi que la tension batterie et le contrôle du panneau solaire.

Fonctionnement type avec un émetteur METEOSAT

- L'utilisation du système METEOSAT permet la réception des données à heures fixes relevées par exemple aux heures synoptiques.
- Chaque message peut avoir une longueur maximum de 5104 bits utiles pour les transmissions de données.
- Eventuellement, un canal d'alerte peut être couplé au canal normal d'émission et transmettre immédiatement des informations lors du franchissement d'un seuil préétabli sur l'un des capteurs.

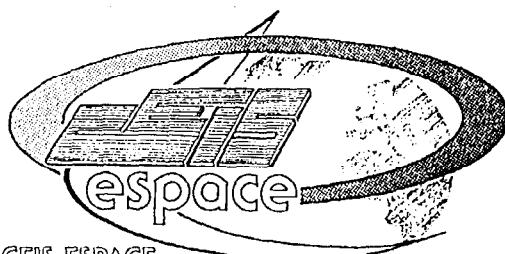
Option mémoire statique 64 Ko amovible

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 est fonction de l'amplitude de ce pas et des fluctuations du niveau du cours d'eau, elle peut varier de quelques semaines à quelques mois.

L'information nombre d'octets enregistrés sur la mémoire est également transmise dans le message ARGOS afin de prévoir son échange en temps voulu.
La relecture de cette mémoire est possible à l'aide d'un lecteur de cartouche mémoire spécifique (LCM).

Caractéristiques techniques générales

- Fixation au sol sur deux supports UPN
- Dimensions de l'abri : 25 cm X 70 cm X 45 cm
- Dimensions du toit : 65 cm X 75 cm X 35 cm
- Poids : 40 Kg
- Conditions d'environnement : 0 à +60°C en fonctionnement
-55°C à +85°C en stockage
- Alimentation : 12 V



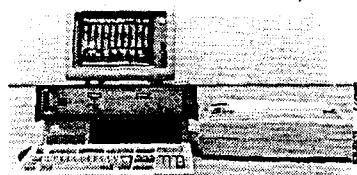
CEIS ESPACE

STATION DE RECEPTE

directe ARGOS

SRDA 86

Z.I. THIBAUD - RUE DES FRERES BOUDES - 31084 TOULOUSE CEDEX FRANCE
TEL. 61.44.39.31 - TELEX 521 039 F



La station SRDA 86 permet, par le système ARGOS de recevoir et de traiter les informations de collecte de données émises par des plateformes de mesure situées dans un rayon de 2 500 km autour de la verticale du satellite à condition que celui-ci soit en visibilité directe de la station de réception.

Les mesures transmises peuvent être d'ordre météorologique, hydrologique, océanologique, sismique, etc....

Conçue avec un matériel robuste, fiable et modulaire, la SRDA 86 est de mise en œuvre facile pour un coût de maintenance minime.

PRESENTATION

En version de base, la station comprend :

- une antenne avec préamplificateur,
- Un récepteur en version table,
- Un synchronisateur de télémesure sur une carte au format IBM PC (inclus dans le calculateur),
- Un calculateur type IBM PC XT ou compatible avec mémoire de masse, clavier, moniteur couleur et imprimante pour édition des résultats,
- Un logiciel de base associé au calculateur.

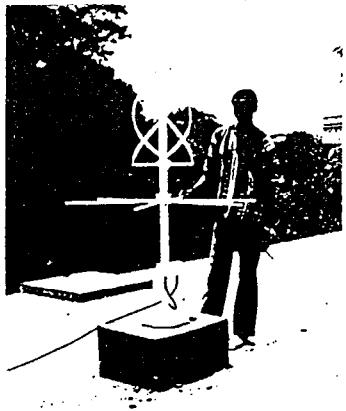
INFORMATIONS OBTENUES

Traitées par le logiciel de base :

- Numéro de la plateforme
- Niveau de réception
- Nombre de capteurs associés à la plateforme
- Mesures enregistrées par ces capteurs

Traitées par un logiciel complémentaire :

- Numéros de code des plateformes reçus lors du passage satellite
- Prévisions de passage des satellites,
- Transformation des données brutes en grandeurs physiques
- Calcul de moyennes, mini, maxi, seuil d'alerte, etc....



ANTENNE : Fixe, Omnidirectionnelle, de type tourniquet.

- gamme de fréquence : 135 - 140 Mhz
- impédance : 50 Ohms
- gain : 3 db
- polarisation circulaire droite
- hauteur totale : 1,70 m
- diamètre plan de sol : 1,30 m
- Poids : 9 Kg
- Tenue au vent : 160 Km/h

Avec préamplificateur accordé :

- gain : 13 à 32 db
- gain de réglage : 30 db
- F_0 : 137,27 Mhz
- impédance d'entrée : 50 Ohms

RECEPTEUR DE TELEMESURE

- Fréquence de réception 136,77 ou 137,77 Mhz en fonction du satellite
- Bande passante de sortie 27 KHz
- Présentation en coffret version table

SYNCHRONISATEUR DE TELEMESURE

Constitué d'un synchronisateur de bits et d'un synchronisateur de format.

- Rythme de bits : 8320 bits/seconde
- Modulation type slip phase-mode PCM
- Temps d'acquisition < 12 ms
- Temps d'accrochage boucle < 4 ms
- Présentation sous forme d'une carte IBM PC (Format long)

Sous Ensemble Informatique

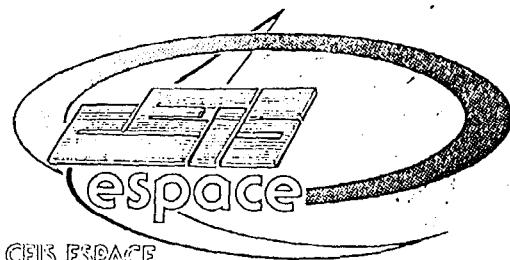
Le matériel se compose de :

- Un ordinateur IBM PC XT (ou compatible)
- Un clavier écran couleur
- Une unité centrale avec : mémoire vive : 640 Ko
mémoire de masse : disque dur : 20 Mo
mémoire de masse : disquettes 5 1/4 : 360 Ko
Liaison série asynchrone RS 232
Liaison parallèle type centronics pour imprimante
Carte horloge
- Une imprimante 132 colonnes pour édition des résultats

ALIMENTATION

Tension : 110 V ou 220 V)
 (à préciser à la commande
Fréquence : 60 Hz ou 50 Hz)

Sur option : alimentation secourue avec une autonomie de 15,30 ou 60 minutes.



CES ESPACE

STATION DE RECEPTE

directe METEOSAT

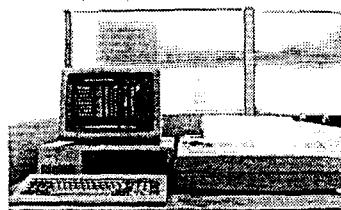
SRDM 85

Z.I. THIBAUD - RUE DES FRERES BOUDES - 31084 TOULOUSE CEDEX FRANCE
TEL. 61 44 39 31 - TELEX 521 039 F

La station SRDM 85 assure par l'intermédiaire du canal WEFAX (1694,5 MHz) du satellite METEOSAT, la réception et le traitement des données transmises par les plateformes de collecte de donnée

Domaines d'application

Météorologie, hydrologie, climatologie, sismologie, pollution, off-shore, etc....



En option, un tiroir image associé à un moniteur vidéo permet de recevoir en temps réel les images METEOSAT du canal WEFAX (domaine infrarouge et visible) retransmises par l'Agence Spatiale Européenne à DARMSTADT.

Présentation

La SRDM 85 est constituée par :

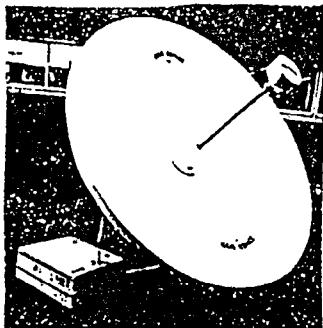
- Une antenne parabolique et de son support,
- Un préamplificateur convertisseur de fréquence placé au pied de l'antenne,
- Un récepteur 137 MHz associé à un synchronisateur sous forme de 2 cartes au format IBM PC incluses dans le calculateur,
- Un calculateur de type IBM XT ou compatible avec écran graphique couleur, disque dur de 20 Mo, clavier, ports série et parallèle,
- Une imprimante 132 colonnes pour édition des résultats.

En version de base, l'utilisateur dispose des logiciels suivants :

- Acquisition en temps réel des messages en provenance des plateformes,
- Sélection des plateformes à suivre (40 en standard, ou plus en option),
- Sélection d'une plateforme particulière,
- Édition de toutes les données des plateformes en code hexadécimal ou ASCII,
- Vérification permanente de la qualité de la transmission.

En option :

- Logiciel d'application universel permettant la restitution en grandeurs physiques des informations reçues et leur édition sur imprimante, et ce, quel que soit le



format des messages balises et les courbes d'ételonnage des capteurs associés.

- Tout autre logiciel spécifique ou intégration de modèle.

Antenne :

Fréquence de fonctionnement : 1,7 Ghz
Parabole de 1,5 m montée sur support orientable manuellement.

Polarisation linéaire.
Poids : 32 Kg

Préamplificateur convertisseur :

Gain : 34 dBm

Fréquence d'entrée : 1 694,5 Mhz

Fréquence de sortie : 137,0 Mhz

Récepteur :

- Fréquence nominale de réception : 137,5 Mhz \pm 50 KHz
- Facteur de bruit < 2 db
- Sensibilité : - 100 dBm à + 10 dBm
- Impédance d'entrée : 50 Ω

Synchronisateur :

- de bits : . Signal d'entrée : biphasé sinusoïdale
 - . Impédance d'entrée : 680 Ω
 - . Fréquence de bits : 12 500 bits/seconde
- de format : . Contrôleur de protocole HDLC
 - . Microcontrôleur avec mémoire morte et mémoire vive
 - . Interface RS 232 pour communication avec l'unité centrale du calculateur fonctionnant à 19 200 bits/seconde.

Option image

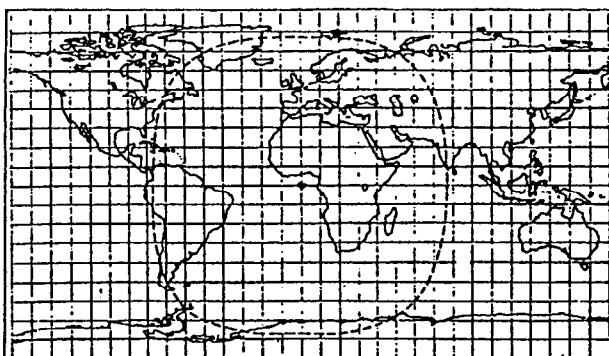
Pour les utilisateurs souhaitant disposer des images de couverture nuageuse et infrarouge pour leurs prévisions météorologiques, un tiroir de décodage d'images et un moniteur de visualisation peuvent être adjoint à la station SRDM 85.

Réception des données transmises par les plateformes de collecte :

Durée : 17 s toutes les 4 mn (le temps restant est occupé par la transmission des images météorologiques).

Zone de visibilité

La station SRDM 85 peut recevoir toutes les plateformes placées dans la Zone représentée ci-contre, quelle que soit son implantation dans cette même zone.



DISCUSSION

De Marsily s'interroge sur la place disponible sur les satellites. La réponse est fournie par Fromantin et Pouyaud : Sur le système ARGOS, en Europe et en Mer du Nord, le taux d'occupation est de 85%. Mais il est possible de diminuer beaucoup l'occupation par un effort conjoint des utilisateurs et des constructeurs. Comme en plus il devrait y avoir de nouveaux satellites utilisés par ARGOS, on peut avancer le chiffre de 1 000 balises possibles dans l'avenir, en comparaison des 250 actuellement supportées par le système. Il faut aussi ajouter qu'il y a beaucoup plus de places disponibles en Afrique qu'en France. Pour le système METEOSAT, il y a 120 balises installées pour 3.400 possibles.

A une nouvelle question de De Marsily sur le pourcentage d'erreurs de chaque système, Brun donne le chiffre de 1 bit faux sur 100 000 (10^{-6}) pour le matériel CENTRALP. Fromantin donne une fiabilité à 85% pour les appareils CEIS. Pouyaud cite le cas de la station d'Odienné qui reçoit les messages de balises placées en Guinée. Il y a 4 à 6 passages chaque jour, avec 4 à 6 messages à chaque passage. Il y a toujours eu au moins 2 messages bons à chaque passage.

Cambon pose le problème des orages pour les liaisons radios développées par CENTRALP. Pour supprimer ce risque Brun indique qu'il faut un système double, radio et téléphone.

PRESENTATION DE LA STATION DE RECEPTION ARGOS ET DE SON LOGICIEL

B. POUYAUD

Le retour à l'utilisateur des données télétransmises par les systèmes de collecte par satellite est un élément déterminant dans l'évaluation de leurs performances.

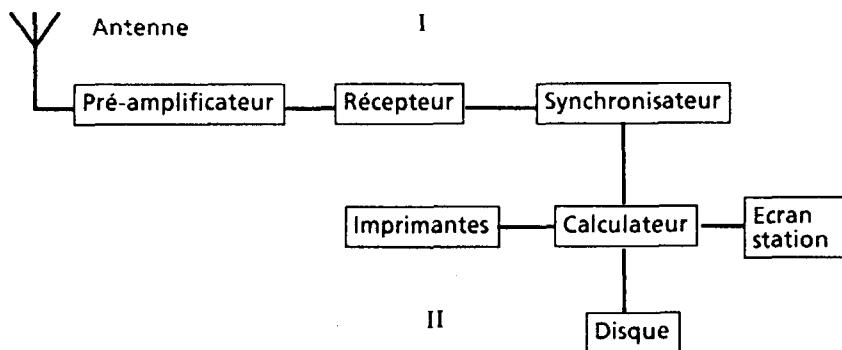
Le service ARGOS gère un système pleinement opérationnel qui permet à l'utilisateur d'accéder aux données, gérées à Toulouse, en utilisant les messageries électroniques (téléc, modem,...) ou en demandant l'envoi postal de ces données sur support magnétique ou listing.

La dissémination des informations collectées par Météosat, faite à partir de Darmstadt, est moins diversifiée et utilise principalement le SMT, c'est à dire le protocole et les moyens des Services Météorologiques nationaux et de l'ORSTOM.

Toutefois, pour les 2 systèmes de collecte (GOES ou ARGOS), l'utilisateur peut s'équiper de stations de réception autonomes lui permettant de recevoir et de gérer directement les informations de sa collecte, sans consulter les fichiers de Toulouse ou de Darmstadt.

Le schéma synoptique d'une station de réception comporte :

- Un sous-ensemble de réception de la télémesure (I)
- Un sous-ensemble informatique (II)



La spécificité d'une station de réception se définit par l'intersection des performances générales du système de collecte avec celles du logiciel-utilisateur qui commande la réception et la gestion des données télétransmises.

On présentera, à titre d'exemple, les principales fonctions gérées par la station de réception directe ARGOS (dite SRDA86), développée par CEIS Espace pour l'hydrologie ORSTOM.

Dotée d'un environnement micro-informatique de type IBM-AT (ou XT 286 ou compatible), une telle station permet de gérer de façon complètement automatique un parc d'une centaine de plates-formes hydrologiques. Le logiciel crée et exploite différents fichiers, alimentés 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'édition automatique pour certains paramètres, ou commandée 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.

Les fichiers principaux sont décrits ci-après.

FICHIER TEMPORAIRE

FICHIER PASSAGE

La notion de "PASSAGE" recouvre l'ensemble des données transmises par le synchronisateur de télémesure à la fin de la réception d'un satellite.

La création d'un fichier "PASSAGE" consiste à créer sur disque un fichier contenant les données recues lors d'un passage en visibilité d'un satellite du système ARGOS.

Chaque fichier "PASSAGE" est identifié par un numéro d'extension. Ce numéro est compris entre 1 et 4, ce qui permet la conservation de 4 fichiers "PASSAGE".

Une table permet de gérer l'état d'avancement des 4 derniers passages.

FICHIERS PERMANENTS

Le logiciel d'application utilise des fichiers PERMANENTS, dénommés fichier BALISE, fichier FORMAT, fichier SATELLITE et fichier STATION.

FICHIER BALISE

Il contient la description des balises de l'application. Il est utilisé pour traiter les messages reçus dans la fonction TRAITEMENT et pour charger la table d'ACQUISITION des codes balises de certains cas de fonctionnement.

Ce fichier est mis à jour sous commande OPERATEUR. Le nombre maximum de balises contenues dans le fichier est de 256.

Chaque enregistrement comporte (figure 1) :

- identification balise : (code émetteur),
 - mnémonique balise : nom en caractères de la balise,
 - organisme : nom de l'organisme utilisateur de la balise,
 - lieu : lieu d'installation de la balise,
 - périodicité : période d'émission de la balise,
 - date d'installation : date d'installation de la balise.

- nombre de capteurs : nombre d'octets composant le message balise,
- application : nom de l'expérience,
- traitement système : type de traitement appliqué aux messages de la balise,
- numéro de format : numéro de format associé à la structure du message BALISE.

FICHIER DES BALISES

IDENTIFICATION BALISE : 10155	MNEMONIQUE BALISE : OMSMEM
ORGANISME : ORSTOM	LIEU :
PERIODICITE : 200 secondes	DATE D'INSTALLATION : 1/ 6/86
NOMBRE DE CAPTEURS : 32	APPLICATION : OMS & memorisation
TRAITEMENT SYSTEME : BRUTS + RESULTATS	NUMERO DE FORMAT : 2
<hr/>	
IDENTIFICATION BALISE : 9580	MNEMONIQUE BALISE :
ORGANISME :	LIEU :
PERIODICITE : 200 secondes	DATE D'INSTALLATION : 1/ 1/84
NOMBRE DE CAPTEURS : 16	APPLICATION : OMS
TRAITEMENT SYSTEME : BRUTS + RESULTATS	NUMERO DE FORMAT : 3

Figure 1 : Edition du fichier des balises

FICHIER FORMAT

Il contient la description des formats de chaque type de balise. Un format peut être associé à une ou plusieurs balises.

Ce fichier est utilisé pour traiter les messages reçus, dans les fonctions TRAITEMENT et EDITION.

Ce fichier est mis à jour sous commande OPERATEUR. Le nombre maximum de formats est de 100. A titre d'exemple on présente deux types de format (format "Hydroneger" et format "OMS")

FICHIER DES FORMATS

NUMERO DE FORMAT : 2 COMPACTAGE MSG.BBOTS CRC : 256 223 32

NOM	UNITE	Ax	+	B	CODE	POS	LG	SEUIL min	SEUIL max
VBAT	volts	0.10		0.00	B	9	8	11.90	15.00
TP1	volts	0.10		0.00	B	17	8	-0.10	18.00
T int	degre	1.00		0.00	B	25	8	0.00	45.00
T eau	degre	0.10		0.00	B	33	12	0.50	30.00
Cpluv	mm	1.00		0.00	B	45	12	-99999.99	10000.00
REmpl	bits	1.00		0.00	B	57	16	0.00	60000.00
H	CH	1.00		0.00	B	73	10	0.00	1000.00
H-1h	mm	1.00		0.00	B	83	10	0.00	1000.00
H-1h	mm	1.00		0.00	B	93	10	0.00	1000.00
H-1h	mm	1.00		0.00	B	103	10	0.00	1000.00
H-2h	mm	1.00		0.00	B	113	10	0.00	1000.00
H-2h	mm	1.00		0.00	B	123	10	0.00	1000.00
H-3h	mm	1.00		0.00	B	133	10	0.00	1000.00
H-3h	mm	1.00		0.00	B	143	10	0.00	1000.00
H-4h	mm	1.00		0.00	B	153	10	0.00	1000.00
H-4h	mm	1.00		0.00	B	163	10	0.00	1000.00
H-5h	mm	1.00		0.00	B	173	10	0.00	1000.00
H-5h	mm	1.00		0.00	B	183	10	0.00	1000.00
H-6h	mm	1.00		0.00	B	193	10	0.00	1000.00
H-6h	mm	1.00		0.00	B	203	10	0.00	1000.00
H-7h	mm	1.00		0.00	B	213	10	0.00	1000.00

NUMERO DE FORMAT : 3 COMPACTAGE MSG.BBOTS CRC : 128 96 21

NOM	UNITE	Ax	+	B	CODE	POS	LG	SEUIL min	SEUIL max
LIMNI	CH	1.00		0.00	D	1	16	0.00	1000.00
PLGVI	mm	0.20		0.00	B	17	16	0.00	10000.00
VP1	volts	0.13		0.00	B	33	8	0.00	22.00
VP2	volts	0.13		0.00	B	41	8	0.00	22.00
VB	volts	0.06		0.00	B	49	8	0.00	24.00
TB	degre	0.31		-5.00	B	57	8	-5.00	50.00
FIL1		1.00		0.00	B	65	16	-99999.99	99999.99
FIL2		1.00		0.00	B	81	16	-99999.99	99999.99
CRC1		1.00		0.00	B	97	16	-99999.99	99999.99
CRC2		1.00		0.00	B	113	16	-99999.99	99999.99

Figure 2: exemple : (formats n°2 et 3) Balise HYDRONIGER et OMS

FORMAT DES BALISE "HYDRONIGER" (figure 2 - format n°3)

Pour ce type de balise, on conserve dans le fichier base de données la hauteur d'eau contenue dans le message.

La valeur inscrite dans la base de données est obtenue en moyennant les hauteurs d'eau des messages résultants du passage traité.

La valeur obtenue est stockée dans le fichier ainsi que la date du passage.

A chaque balise est associé un fichier qui autorise une capacité de stockage d'environ 100 jours. Ces fichiers sont "circulaires", ce qui signifie que lorsque la limite de 100 jours est atteinte, les nouvelles valeurs base de données écrasent les valeurs les plus anciennes. On dispose ainsi en permanence des valeurs des 100 derniers jours.

Ces fichiers peuvent être édités.

FORMAT DES BALISES "OMS" (figure 2 - format n°2)

Pour ces balises on conserve également la hauteur d'eau dans les fichiers base de données.

Un message d'une balise de ce type contient 15 hauteurs d'eau prélevées avec un pas de temps d'une demi-heure.

L'objectif du traitement est de pouvoir constituer un fichier de valeurs correctes de hauteur d'eau au pas d'une demi-heure, soit 48 valeurs par jour. La datation de chaque valeur est faite à partir de la datation du passage.

Grâce aux 15 valeurs, il est possible de reconstituer des valeurs de passages précédents qui n'auraient pu l'être soit parce que le message résultat était faux, soit parce que la hauteur d'eau était en alarme.

Lorsque plusieurs messages résultats sont créés pour un même passage, les valeurs bases de données sont calculées en moyennant les hauteurs d'eau aux mêmes demi-heures. Ce traitement prévoit le cas où un prélèvement a eu lieu pendant un passage satellite.

A chaque balise est associé un fichier. La gestion de ce fichier est identique à celle du type HYDRONIGER.OMS, excepté la capacité de stockage qui est de 20 jours.

FICHIER SATELLITE

Il décrit les paramètres d'orbite des satellites du système ARGOS. Ce fichier est mis à jour sous commande OPERATEUR, en utilisant les bulletins d'orbite TBUS 1, TBUS 2 et TBUS 3. Ces bulletins sont transmis par le service d'exploitation de la METEOROLOGIE NATIONALE FRANCAISE. Ces fichiers sont utilisés pour la fonction calcul PREVISION DE PASSAGE.

FICHIER STATION

Il décrit les paramètres géographiques de la station de réception SRDA 86 (longitude, latitude, altitude).

Ce fichier est utilisé pour le calcul de PREVISION DE PASSAGE.

PREVISIONS DE PASSAGE

DEBUT PREVISION DATE: 5/2/87 HEURE: 1129140
FIN PREVISION DATE: 6/2/87 HEURE: 1214718

Nombre de PASSAGES = 21

SAT	DATE LEVER	HEURE LEVER	DUREE	AZLEV	AZCOU	AZMA	BITMA
9	5/ 2/87	11:29:40	9135	44	124	84	7
9	5/ 2/87	31: 8:37	15111	17	187	97	64
9	5/ 2/87	4:49:55	131 7	360	240	301	20
A	5/ 2/87	6:25:13	121 0	34	144	88	14
A	5/ 2/87	8: 4:24	14148	12	201	295	76
A	5/ 2/87	9:45:28	10155	353	257	305	12
9	5/ 2/87	12:57:28	13114	120	0	60	21
9	5/ 2/87	14:36:40	15120	173	343	261	64
A	5/ 2/87	16:14:12	4151	64	25	44	3
9	5/ 2/87	16:24:10	9150	235	316	276	5
A	5/ 2/87	17:48: 4	13143	132	357	64	28
A	5/ 2/87	19:27:28	14134	185	339	263	42
A	5/ 2/87	21:13:25	5119	258	301	280	3
9	6/ 2/87	1:19:33	7151	50	114	82	5
9	6/ 2/87	2:57:53	151 2	19	181	97	51
9	6/ 2/87	4:39: 1	13137	2	234	299	25
A	6/ 2/87	6: 4:16	9154	42	128	85	8
9	6/ 2/87	6:23: 3	3114	331	306	319	2
A	6/ 2/87	7:42:43	14149	16	189	96	71
A	6/ 2/87	9:23:24	12121	358	244	301	18
9	6/ 2/87	12:147: 8	12:38	114	2	58	17

Figure 3 : Edition du fichier "PREVISION DE PASSAGE"

FONCTION EDITION

Cette fonction regroupe toutes les éditions qui sont accessibles à l'opérateur.

Ces éditions concernent seulement les fichiers des applications suivantes :

- fichiers passage (figure 4) ;
- fichiers messages bruts (figure 5) ;
- fichiers messages résultats (figure 6) ;
- fichiers base de données (figure 7) ;
- fichiers des alarmes (figure 8) ;
- fichiers des balises ;
- fichiers des formats ;
- fichier évaluation.

L'édition de ces fichiers peut être totale, ou partielle.

L'opérateur doit sélectionner :

- le code balise,
- la date de début d'édition.

La possibilité est offerte à l'opérateur d'utiliser l'imprimante ou l'écran.

SRDA B6 : système développé par CEIS ESPACE pour l'OMS
ZI THIBAUD 31084 TOULOUSE CEDEX - Tel. : 61 44 39 31 DATE : 17/1/87
HEURE : 21:13

PASSAGE N° 1 SATELLITE N°	
DATATION DE DEBUT : 29/1/87 18:42:3	
DUREE : 12:39	
NOMBRE DE MESSAGES RECUS : 56	
NOMBRE DE MESSAGES ERREURS : 0	
NOMBRE DE LIGNES DE TELEMESURE : 4820	
: SELECTION DU PASSAGE 29/1/87 20:22:28 (RETURN POUR VALIDER) 30/1/87 2:33:57 30/1/87 8:36:22 F1 : SUITE F10 : AUTRE PASSAGE	
17/1/87 22:35:10 SRDA : 93 % SDT : CH PRN : OK DSK : OK	

Fig.4 : Visualisation à l'écran d'un fichier "PASSAGE"

MESSAGES BRUTS POUR LE CODE : 9500
DEBUT : 17/1/87

DATATION : 28/1/87 14:22:23
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-13526 0F BF B5 00 62 00 12 6A 6E D4 B4 00 00 00 00 EC C5 D8 00 COR 1

DATATION : 28/1/87 16:41:57
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12170 04 68 77 00 62 00 13 56 7A D5 23 F4 10 00 00 33 86 DD 60 CRC 1

DATATION : 29/1/87 4:25:49
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-13427 07 08 DD 00 61 00 12 01 00 C0 4B 00 00 00 00 DE 7D 70 00 COR 1
-12195 06 FO 68 00 61 00 12 00 00 C0 4C 00 00 00 00 81 DC 70 00 SDT 1

DATATION : 29/1/87 7:17:58
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12528 01 B3 EB 00 61 00 12 49 46 BE 48 00 00 00 00 60 00 DA 1C CRC 1

DATATION : 29/1/87 15:55:56
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-11670 D6 54 A5 00 61 00 12 78 7C D5 B6 00 00 00 00 27 1B E8 00 BON 1
-12861 D6 6D 02 00 61 00 12 7A 7C D5 B7 00 00 00 00 60 CA BB 00 COR 1

DATATION : 29/1/87 20:22:28
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12182 05 89 DC 00 61 00 12 02 00 C7 70 00 00 00 BD DA 58 00 BON 1

DATATION : 30/1/87 21:33:57
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-13526 D4 44 8A 00 61 00 12 00 00 C1 4C 00 00 00 00 AC E5 DB 00 BON 1

DATATION : 30/1/87 8:36:22
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12362 07 BB 75 00 61 00 12 69 67 C4 43 00 00 00 00 EA DF 7D 00 BON 1

DATATION : 30/1/87 15:14:41
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-13334 D8 71 B7 80 61 00 12 F8 7C D5 DB 00 00 00 00 D1 D3 1D CRC 1

DATATION : 30/1/87 19:59:35
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12221 D6 FB 8B 01 60 00 12 07 20 20 40 00 00 BC 4D 80 00 D3 16 CRC 1

DATATION : 31/1/87 4:41:7
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12656 D4 DF F6 00 60 00 12 00 C1 43 00 00 00 00 56 1A 58 00 BON 1
-12195 D4 FB 6E 01 20 00 DC 14 30 00 00 00 05 61 A5 80 00 DB DF SDT 1

DATATION : 31/1/87 8:14:27
NIVEAU DATE SAT VALEURS BRUTES CLASSE NB
-12822 D9 2E 67 00 60 00 12 62 63 BF 3F 00 00 00 00 77 DF 08 00 BON 1
-12426 D9 46 E2 00 60 00 12 63 64 C0 3D 00 00 00 00 09 08 3D 00 BON 1
-11811 D9 5F 5D 00 60 00 12 63 64 C3 3F 00 00 00 00 2F 57 00 00 BON 1

Fig. 5 : Edition du fichier des "MESSAGES BRUTS"

EDITION DES MESSAGES RESULTATS

**MESSAGE DE LA DCP 10480532
ZORSTOMZ**

TRAME CORRECTE

DATE DE RECEPTION : 14/ 3/88 16:31:33
MESSAGE CORRECT

NUM	UNITE	VALEUR	NUM	UNITE	VALEUR	NUM	UNITE	VALEUR
NUM		234.00	VBAT	VOLTS	14.00	VSQL	VOLTS	14.10
TINT	°C	26.00	TEAU	°C	22.50	CBASC		274.00
ADCAR		24841.00	LIMNI		4.00	LIMNI		4.00
LIMNI		4.00	LIMNI		4.00	PLUIE		0.00
PLUIE		0.00	PLUIE		0.00	PLUIE		0.00
PLUIE		0.00	PLUIE		0.00	PLUIE		0.00
PLUIE		0.00	PLUIE		0.00	PLUIE		0.00
PLUIE		0.00	PLUIE		0.00			

Fig. 6

MESSAGES BASE DE DONNEES POUR LE CODE :
DEPUIS LE : 28/ 1/87 10154

DATATION : 28/ 1/87 12: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	44.00
DATATION : 28/ 1/87 12:30: 0	HAUTEUR D'EAU :	44.00
DATATION : 28/ 1/87 13: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	44.00
DATATION : 28/ 1/87 13:30: 0	HAUTEUR D'EAU :	44.00
DATATION : 28/ 1/87 14: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 14:30: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 15: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 15:30: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 16: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 16:30: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00
DATATION : 28/ 1/87 17: 0: 0	HAUTEUR D'EAU :	43.00

Fig. 7

MESSAGES EN ALARME
DEPUIS LE 31/ 1/87

DATATION : 28/ 1/87 14:22:23

CODE :	9500	LIMNI	96.00	PLUVI	18.00	VP1	13.78	VP2	41.00
VB	21.20	TB			13.20	FIL1	0.00	FIL2	0.00
CRC1	60613.00	CRC2			55296.00				

DATATION : 28/ 1/87 19: 11:53

CODE :	10151	VBAT	12.70	TP1	0.10	T int	31.00	T eau	20.80
Cpluv	0.00	REEMPL			1136.00	H	118.00	H- $\frac{1}{2}$ h	118.00
H-1h	119.00	H-1h $\frac{1}{2}$			119.00	H-2h	119.00	H-2h $\frac{1}{2}$	119.00
H-3h	119.00	H-3h $\frac{1}{2}$			119.00	H-4h	119.00	H-4h $\frac{1}{2}$	119.00
H-5h	119.00	H-5h $\frac{1}{2}$			119.00	H-6h	119.00	H-6h $\frac{1}{2}$	119.00
H-7h	119.00								

CODE :	10152	VBAT	12.80	TP1	0.10	T int	27.00	T eau	23.00
Cpluv	0.00	REEMPL			1081.00	H	145.00	H- $\frac{1}{2}$ h	145.00
H-1h	145.00	H-1h $\frac{1}{2}$			145.00	H-2h	145.00	H-2h $\frac{1}{2}$	145.00
H-3h	145.00	H-3h $\frac{1}{2}$			145.00	H-4h	145.00	H-4h $\frac{1}{2}$	145.00
H-5h	145.00	H-5h $\frac{1}{2}$			145.00	H-6h	145.00	H-6h $\frac{1}{2}$	145.00
H-7h	145.00								

Fig.: 8

DISCUSSION GENERALE

MOINE demande s'il est possible d'avoir un CHLOE et un OEDIPE sur un même enregistreur. FRITSCH répond que c'est possible mais que cela n'a pas été développé sauf dans le cas du CHLOE C. POUYAUD pense qu'il serait important dans ce cas d'avoir deux cartouches différentes car les traitements ensuite sont différents.

A la question de ROCHE sur la possibilité de tenir compte de la densité de l'eau, FRITSCH indique qu'il a été envisagé un double capteur de pression mais ce projet s'est heurté à deux problèmes : il faut pouvoir placer le capteur double en position verticale, et il faut des capteurs de pression précis au 1/100^e de millibar, alors qu'actuellement les capteurs choisis ne mesurent que le 1/10^e de millibar. POUYAUD présente un projet commun CEMAGREF-ORSTOM pour la mesure différentielle dans des eaux chargées.

ROUQUEROL s'inquiète de l'étalonnage en fonction de la température et DUBREUIL y ajoute le problème du vieillissement des matériaux. MAILLACH précise que les problèmes se posent au niveau de la partie mécanique du capteur. Il y a un protocole de vieillissement qui permet d'éliminer les capteurs peu fiables et d'étudier les phénomènes d'hystéresis qui sont faibles sur les SPI. L'étalonnage en température se présente sous forme de 3 à 4 courbes entre 0 et 50°C. Au bout de 3 à 4 ans, il y a une dérive maximum de 1 cm qui est un décalage dû à la position mécanique du capteur et non à un changement de courbe. Ce décalage peut actuellement être ajusté et pourra dans le futur être intégré dans une fonction de recalibration. Mais c'est un problème négligeable et les capteurs fonctionnent bien depuis 3 ans dans les égouts de Paris. La précision est de 1 cm (mesure à + - 0,5 cm) dans la gamme de 0 à 10 m.

A une question de PASQUIER, MAILLACH répond que la densité de l'eau intervient dans la traduction Pression-Hauteur. Le problème ne se pose en pratique que si on a des variations très importantes de densité.

BRUN pose le problème de la durée de vie d'une cartouche. MAILLACH précise que les cartouches ont été testées dans des conditions très dures. Elles sont données pour supporter 200 cycles écriture/effacement. Mais FRITSCH souligne que la durée de vie est liée à la quantité d'énergie reçue par la cartouche, et donc en particulier à la durée dans l'effaceur. Dans le nouvel effaceur développé par ELSYDE, il ne faut pas laisser la cartouche plus de 20 minutes.

LABORDE s'interroge sur la confidentialité des messages dans le système ARGOS par exemple. POUYAUD répond qu'ARGOS a pour principe une certaine convivialité des données hydrocli-

matiques transmises, ce qui pose parfois certains problèmes entre Etats. A la deuxième question de LABORDE sur la nécessité de standardiser les formats des messages télétransmis, POUYAUD précise que l'ORSTOM diffuse largement le logiciel HYDROM en plus des systèmes télétransmis pour faire accepter les formats choisis. ROCHE ajoute qu'il existe des formats internationaux (HYDROFOR).

Sur l'invitation de DUBREUIL, CALLEDE fait une présentation de la télétransmission satellitaire sur le bassin amazonien. C'est le système ARGOS qui a été choisi avec 1 à 2 relevés par jour. Il y a 23 balises et une station de réception à Brasilia. Comme il s'agit d'une ancienne station, avec un logiciel propre au Brésil, il faut valider les mesures tous les matins, et introduire chaque mois les résultats dans la base de données hydrométriques au format brésilien.

En conclusion, DUBREUIL s'interroge sur les systèmes développés dans les pays anglo-saxons. ROCHE précise qu'il existe différents systèmes comme METEORBURST qui présentent des caractéristiques intéressantes : pas d'utilisation de satellites, et en conséquence, pas de coût dû à cette utilisation. Mais, pour ROCHE, les recherches actuelles s'orientent plutôt vers un perfectionnement des capteurs que vers une amélioration des systèmes de transmission.

Seconde Journée
24 Septembre 1987

INFORMATIQUE ET HYDROLOGIE

Coordonnateurs : B. POUYAUD et F. DELCLAUX
Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM - Montpellier

SOMMAIRE DE LA DEUXIEME JOURNÉE

	Page
<u>B. POUYAUD</u> : Introduction à la deuxième journée	
- L'Informatique et l'Hydrologie à l'ORSTOM	100
<u>F. DELCLAUX</u> : L'informatique au Laboratoire d'Hydrologie	102
<u>P. RAOUS</u> : La gestion des données hydrologiques à l'ORSTOM	105
. Discussion	129
<u>Y. L'HOTE</u> : Choix actuel des fichiers pluviométriques de PLUVIOM au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM	130
<u>J. GUISCAFRE</u> : Les fichiers pluviographiques au Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM	145
. Discussion	158
<u>T. LEBEL</u> :	
- Eloge de la méthode pour développer les logiciels	159
- présentation du logiciel DIXLOI	168
- Présentation du logiciel CARTOVL	182
<u>E. SERVAT</u> : Présentation des logiciels MODGI.O et MODIBI	192
<u>R. POSS</u> : BHYSON 1.2, logiciel intégré pour le traitement des données d'humidimétrie neutronique	195
<u>M. MORELL, D. ROSSIGNOL</u> : Logiciel de saisie et de traitement des données pluviométriques "PLUVIO"	197
. Discussion générale	201

L'INFORMATIQUE ET L'HYDROLOGIE A L'ORSTOM

Bernard POUYAUD

INTRODUCTION

L'histoire de l'informatisation de l'ancien Service Hydrologique de l'ORSTOM et de certaines Unités de Recherches des départements DEC et TOA, commence avec l'apparition des premiers gros centres informatiques accessibles au public à la fin des années 60. De cette époque "historique" datent certaines orientations qui n'ont pas été encore vraiment remises en question. Il est notable par exemple que les "informaticiens" de l'Hydrologie ont toujours été des hydrauliciens ou des hydrologues convertis à l'informatique.

L'informatique à l'hydrologie fut bien sûr d'abord sur gros systèmes (le CIRCE à Paris) auxquels nous fûmes très rapidement reliés par des terminaux de plus en plus performants. La première tâche confiée à l'informatique fut bien sûr la gestion des banques de données considérables de l'ORSTOM en pluviométrie et surtout en limnimétrie. L'utilisation de la puissance de l'informatique pour faire tourner des modèles de plus en plus importants n'intervient qu'après, accompagnée par des programmes utilitaires, notamment de statistiques.

Après un épisode Mini 6, au Centre de Bondy, dont certains conservent encore la trace indélébile, l'explosion à partir de 1984 de la micro-informatique allait fournir à l'hydrologie orstomienne l'outil idéal pour répondre aux tâches contradictoires, mais complémentaires que lui impose sa vacation internationale et tropicale.

Car nos besoins sont maintenant devenus très diversifiés :

- il demeure toujours bien sûr le besoin de gestion d'une banque de données importante.
- mais les hydrologues orstomiens en place outre-mer sont demandeurs de services et de logiciels.
- il nous faut enfin être capables de conseiller des services nationaux partenaires afin de leur permettre de gérer leurs données.

A l'évidence une bonne réponse à ces besoins divers repose sur l'existence d'un standard dans nos fichiers et c'est ce que nous avons fait en créant les logiciels HYDROM et PLUVIOM qui permettent de changer de niveau d'équipement informatique en conservant les mêmes structures de fichiers.

Mais les besoins des isolés ou du Laboratoire d'Hydrologie ne sont bien sûr pas les mêmes. Les uns souhaiteraient un logiciel ubiquiste, répondant à la fois à tous leurs problèmes, les autres sont

partisans de produits mieux ciblés, répondant plus précisément à une tâche spécifique. HYDROM et PLUVIOM sont des réponses-compromis à ces besoins contradictoires.

Les besoins particuliers sont traités à part et font l'objet d'une informatique de niveau intermédiaire traitée sur notre réseau APOLLO.

L'informatique de l'hydrologie à l'ORSTOM n'a bien sûr pas fini d'évoluer et en cela les présentations qui vont suivre de DELCLAUX et RAOUS, jeunes recrutés à l'ORSTOM, seront particulièrement appréciables par le regard neuf qu'elles jettent sur l'informatique à l'hydrologie, ses besoins et leurs propositions pour y répondre.

L'INFORMATIQUE AU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

F. DELCLAUX

INTRODUCTION

En caricaturant la situation, on pourrait dire que deux informatiques coexistent au Laboratoire :

- une informatique "opérationnelle"
- une informatique de recherche.

Bien qu'un certain nombre de passerelles existent entre ces deux aspects, nous allons quand même développer ces deux points séparément.

I L'INFORMATIQUE "OPERATIONNELLE"

Ce type d'informatique regroupe l'ensemble des moyens assurant la gestion de banques de données hydrologiques classiques en prenant en compte un certain nombre de contraintes : convivialité, portabilité, etc.

HYDROM et PLUVIOM en sont évidemment les outils les plus caractéristiques, chacun à leur stade de développement. D'une manière générale, ce sont des outils "propres" (mis à part les inévitables "bugs") pouvant être diffusés et utilisés avec un minimum de connaissances hydro-informatiques. Ce qu'il faut voir aussi, c'est que ces produits nécessitent un long temps de gestation et de développement puisqu'ils sont susceptibles de prendre en compte le maximum de situations possibles, tant au niveau hydrologique qu'informatique.

Actuellement, cette informatique est basée sur deux types de configuration :

- une configuration "lourde", qui est celle du Centre de Calcul CNUSC ; lequel offre, entre autres, la possibilité de stockage d'un grand nombre de données avec la sécurité maximum ;
- une configuration "légère", basée sur la micro-informatique de type IBM-PC et Compatible sous système d'exploitation MS/DOS. La grande diffusion des Compatibles et leur coût relativement faible en font les supports les mieux adaptés à la diffusion de logiciels.

La liaison entre ces deux types de systèmes s'effectue par l'intermédiaire d'une carte "émulation 3278" implantée en un noeud de réseau local PC du Laboratoire assurant ainsi soit un travail direct du CNUSC, soit le transfert de fichier CNUSC vers le Laboratoire, soit le travail sur les PC du Laboratoire.

Enfin, il faut noter l'effort important qui doit être fait pour documenter correctement et maintenir un logiciel tel qu'HYDROM : ce travail invisible et ingrat est néanmoins ce "plus" qui permet à un logiciel de devenir réellement opérationnel.

2 L'INFORMATIQUE DE RECHERCHE

Cette informatique a un caractère plus ponctuel et plus spécialisé dans la mesure où elle répond à des objectifs particuliers liés à des activités de recherche (modélisation de bassin versant, cartographie d'isovaleur, modèle hydrodynamique lagunaire,...).

Jusqu'à maintenant, les outils étaient plutôt extrêmes : soit le CNUSC, avec son environnement assez lourd à manipuler -et relativement coûteux-, soit le compatible PC/AT, aux performances limitées quant les applications deviennent importantes. Depuis 2 ans le développement de la mini-informatique du type "station de travail" a permis au Laboratoire de s'équiper d'un parc de trois postes Apollo dont le taux d'utilisation/saturation montre qu'il s'agissait bien d'un besoin réel.

Les avantages de ce type de machine sont en effet les suivants :

- systèmes exploitation UNIX (standard),
- outils logiciels (DEBUGGER, graphique, ...),
- calcul (Fortran 77 standard),
- partage des ressources par réseau.

Il faut d'ailleurs noter que le Fortran 77 Apollo est tout à fait portable sur Compatible PC à la condition d'utiliser le Fortran Professional IBM avec un coprocesseur mathématique (ce qui n'est pas le cas avec le Fortran Microsoft !).

Au niveau des logiciels, le niveau de convivialité dépend évidemment du temps et de l'énergie dont dispose le chercheur. Il est impossible que tous les programmes atteignent le niveau du logiciel DIXI.OI, par exemple. Cependant, il est dommage qu'un logiciel soit complètement perdu uniquement parce que l'auteur n'a pas eu le temps d'en améliorer la présentation.

3 ORGANISATION DE L'INFORMATIQUE AU LABORATOIRE

3.1 en "Informatique Opérationnelle"

P. RAOUS est plus particulièrement chargé du développement, de la diffusion et de la maintenance d'HYDROM et PLUVIOM.

Au niveau matériel, nous conservons la double appartenance CNUSC d'une part et Compatible sous MS/DOS d'autre part.

3.2 en "Informatique de Recherche"

F. DELCLAUX s'occupe d'une part de la maintenance du parc (achat matériel, répartition, etc.) et de la formation et assistance aux utilisateurs d'autre part. Cependant, il intervient plus spécifiquement auprès de chercheurs dans le cadre de programmes particuliers à développer.

En ce qui concerne le matériel, l'évolution actuelle relève une activité CNUSC fortement déclinante (coût, complexité) au bénéfice des postes de travail Apollo et des Compatibles AT. Quant aux SUN du Centre, l'avenir dira comment ils seront utilisés.

3.3 en "Informatique extra-Laboratoire"

Le dernier aspect de l'informatique du Laboratoire est le soutien "logistique" aux chercheurs affectés à l'étranger. Parfois, il ne nous est pas facile de bien appréhender l'importance de tel ou tel problème de logiciel et/ou de matériel. Mais c'est néanmoins un aspect de notre travail que nous n'oubliions pas.

LA GESTION DES DONNEES HYDROLOGIQUES A L'ORSTOM

Présentation de HYDROM et PLUVIOM

P. RAOUS

1 INTRODUCTION

Au début des années 50, l'ORSTOM a installé et géré de nombreux appareils, enregistreurs ou non, au sein de réseaux d'observation ou sur des bassins dits représentatifs.

Il en a rapidement résulté un volume d'informations impressionnant, dont l'exploitation a nécessité dès 1967 le recours à l'informatique. De nombreux programmes ont été élaborés, assurant chacun une fonction particulière de gestion ou de traitement de tel ou tel fichier rassemblant des données de même nature.

2 GESTION DES DONNEES HYDROMETRIQUES

La constitution et la mise en forme des données de base (débits, à divers pas de temps) à partir des multiples mesures de terrains (hauteurs, jaugeages, ...) et résultats élaborés au bureau (étalonnages, ...), et au moyen de programmes de traitement indépendants se sont vite révélées lourdes. Des chaînes de traitement, intégrant plusieurs programmes, ont alors été conçues, qui permettaient d'effectuer des séquences d'opérations.

L'expérience acquise lors de l'exploitation de ces premières chaînes de traitement et l'évolution des techniques de stockage ont conduit le Laboratoire d'Hydrologie à envisager au début des années 80 une refonte complète de la chaîne de gestion de cette banque de données hydrométriques. Ecrit dans un langage de programmation mieux adapté, le logiciel qui en a résulté, HYDROM, met à la disposition de l'utilisateur tout le confort des systèmes conversationnels et permet de traiter un grand nombre de cas qui peuvent se rencontrer lors de l'exploitation de réseaux hydrométriques.

Parallèlement, l'évolution de la micro-informatique, caractérisée par des progrès en puissance et en performance accompagnés d'une diminution des coûts du matériel, a permis de développer sur micro ordinateur une version de ce logiciel qui a rendu possible une gestion décentralisée de la banque de donnée.

A l'heure actuelle existent donc deux versions opérationnelles d'HYDROM :

- une version implantée sur gros ordinateur sous système d'exploitation MVS (IBM 3081 du Centre National Universitaire Sud de Calcul) : elle a pour fonction essentielle la gestion de la banque centrale de données ;
- une version implantée sur micro ordinateur sous système d'exploitation DOS (IBM PC ou compatible Goupil G4 ou G40, Hewlett Packard Vectra, Compaq, ...).

Des liaisons entre les deux systèmes de gestion existent et permettent des communications : transfert vers des unités décentralisées sur micro ordinateur de telle partie de la banque centrale ; mise à jour de cette dernière à partir des données acquises sur micro ordinateur.

2.1 Caractéristiques générales du logiciel HYDROM

- Les fonctions :

Le logiciel a pour fonctions principales :

- 1) La gestion des données hydrométriques (mise à jour et correction des fichiers constituant la banque) ;
- 2) La constitution de fichiers de débits instantanés, à partir des fichiers cotes instantanées et des fichiers d'étalonnage ;
- 3) La constitution de données élaborées à partir des données de base (débits journaliers mensuels, caractéristiques de crues, etc.) ;
- 4) L'extraction, sous des formats divers, de parties de la banque pour constituer des ensembles plus restreints de données (étude particulière ne nécessitant pas la totalité des informations) ou des fichiers compatibles avec des logiciels de traitement en aval d'HYDROM (DIXLOI par exemple) ;
- 5) L'édition, sous des formats divers, de données de base ou élaborées (annuaires, inventaires, tableaux récapitulatifs, graphiques, etc.).

- Les langages de programmation utilisés :

Dans sa partie purement gestion (mise à jour, extraction, éditions des données) ainsi que dans certains cas où des calculs simples sont nécessaires, le logiciel est constitué de programmes écrits en langage COBOL.

Les applications particulières (représentations graphiques, calculs plus complexes) sont assurées par des programmes écrits en BASIC, FORTRAN, PASCAL, ASSEMBLEUR et sont pour le moment disponibles seulement sur la version micro ordinateur du logiciel.

L'enchaînement des programmes au sein du logiciel est assuré par des procédures constituées de commandes du Système Time Sharing Option (TSO) pour la version CNUSC, ou de commandes du Disk Operating System (DOS) pour la version micro.

- Convivialité et Documentation :

La mise en oeuvre des procédures ne nécessite aucune connaissance des systèmes : elle se fait par l'intermédiaire de menus interactifs qui permettent de sélectionner la procédure désirée.

De même, aucune connaissance des langages n'est nécessaire pour exécuter les programmes assurant le traitement correspondant à la procédure retenue : la saisie des données ou des requêtes de l'utilisateur est assurée en mode plein écran à l'aide de masques gérés par des programmes interactifs qui contrôlent immédiatement l'information. L'utilisateur est averti le cas échéant par des messages explicites de l'erreur commise ; il peut aussi faire appel à des menus d'aide à partir du clavier.

La documentation qui accompagne le logiciel se compose :

- d'un manuel de présentation,
- d'un manuel d'aide au développement d'applications particulières (en cours de rédaction). Il propose des programmes écrits en Pascal, Cobol, Basic Microsoft, Fortran 77-, qui constituent des exemples de lecture de fichiers séquentiels ASCII extraits par Hydrom de la banque de données. Ils ont pour but de faciliter la tâche à d'éventuels utilisateurs désireux de développer leur propre traitement,
- d'un manuel destiné à l'utilisateur hydrologue, qui contient les indications nécessaires à une bonne connaissance des procédures de gestion et de traitement,

- d'un manuel destiné à l'opérateur : il donne pour chaque procédure, toutes les informations concernant les touches de fonction -qui assurent des opérations automatiques allégeant le travail de l'opérateur- ou les messages d'erreurs émis par les programmes interactifs.
- d'un manuel d'installation, en cours de rédaction, détaillant les opérations d'installations du logiciel sur une machine, ainsi que les caractéristiques du matériel à mettre en oeuvre (table traçante ou à digitaliser, imprimante, écran graphique ou non, lecteur de cartouche, etc.).

■ Présentation :

A l'heure actuelle, seule la version micro ordinateur a fait l'objet d'une diffusion. Elle se présente sous la forme de 8 disquettes de base contenant les modules exécutables des programmes. Le cas échéant, une disquette supplémentaire est nécessaire pour tenir compte des spécificités des systèmes sur lesquels le logiciel doit être implanté (Goupil G40, Réseau 10NET, disque dur ou non, etc.).

■ Matériel nécessaire :

Le matériel de base nécessaire est constitué d'un micro ordinateur compatible IBM sous système DOS de 384 ko de capacité minimum, équipé d'un disque dur, et d'une imprimante parallèle.

En plus de ce matériel de base, le logiciel gère des périphériques complémentaires (écran graphique, sortie série, coprocesseur 8087, table à digitaliser, traceur de courbe).

2.2 Les fichiers gérés

La totalité des données relatives à une station peut être mise en fichiers et gérée par le logiciel, qu'il s'agisse :

- d'informations générales concernant la station, (fichiers identifications, précisant la localisation, le type d'appareillage, les périodes de fonctionnement, etc) ou son historique (fichier dossier, contenant les dates de changement d'équipement, les rapport de tournées, etc) ;
- des jaugeages effectués pour étalonner la section de mesure (fichier des jaugeages, contenant la totalité des mesures effectuées) ;

- des caractéristiques du matériel utilisé pour les jaugeages (fichier des hélices) ou aux stations de mesure (fichier appareillage) ;
- des mesures effectuées en continu (fichier des cotes instantanées) ;
- des étalonnages qui permettent de transformer les cotes instantanées en débits instantanés (fichier des étalonnages : chaque étalonnage est constitué des données permettant de décrire la relation débit-hauteur d'une section de mesure au moyen d'un maximum de 60 segments de droite ; ces étalonnages sont établis par l'hydrologue, et non générés par HYDROM) ;
- des débits instantanés ou journaliers élaborés après transformation des cotes en débits au moyen des étalonnages (fichier des débits instantanés, fichier des débits journaliers).

2.3 Les moyens d'extension de la banque de donnée

Tous les fichiers peuvent faire l'objet d'une extension à partir d'un clavier manipulé par un opérateur.

Seul, le fichier des cotes peut être alimenté à partir de périphériques divers :

- table à digitaliser (BENSON 6201), qui permet la saisie directe à partir de limnigrammes,
- lecteur de cartouches à mémoire CHLOE développé par la Société ELSYDE,
- station de réception (SRDA86) des données télétransmises par les balises ARGOS développée par la Société CEIS-Espace et l'ORSTOM pour l'OMS (un logiciel de transmission, KERMIT, est alors indispensable sur le micro ordinateur portant HYDROM).

2.4 Les extensions envisagées pour HYDROM

De nouveaux modules sont en cours d'élaboration, qui permettront :

- . de transformer les cotes instantanées en débits correspondant aux stations où la relation hauteur-débit n'est pas biunivoque ;
- . de traiter les messages retransmis depuis les stations de mesures par METEOSAT.

Sa structure très modulaire permet d'envisager des extensions à tous les niveaux, qu'il s'agisse des éditions, des traitements ou des moyens de mettre à jour les données.

Le logiciel Hydrom peut être fourni à tout service central national ou non qui en fait la demande au Laboratoire d'Hydrologie. Il s'agira de l'ensemble des modules exécutables, accompagné de la documentation complète.

3 GESTION DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Jusqu'à ces dernières années, la constitution d'un outil de gestion des données pluviométriques au Laboratoire ne s'est pas imposée avec autant de force que pour les données hydrométriques, essentiellement parce que :

- les données pluviométriques sont moins diverses, le nombre des fichiers à gérer est moindre que dans le cas des données hydrométriques,
- une chaîne de traitement des données pluviographiques, opérationnelle et performante, existait, développée sur le système Mini6 de BONDY,
- pour leurs applications propres, divers centres ORSTOM avaient développé des logiciels particuliers.

Mais pour diverses raisons, notamment

- l'abandon du système Mini6,
- la relative lourdeur des procédures permettant de tenir à jour des fichiers pluviométriques,
- et à l'occasion d'un très important travail de mise à jour des données de pluie d'Afrique francophone (Convention ORSTOM-CIEII-ASECNA) le Laboratoire d'Hydrologie a décidé de se doter d'un logiciel de gestion de sa banque de données pluviométriques d'une conception similaire à celle d'HYDROM.

3.1 Caractéristiques du logiciel

- Matériel : deux versions sont développées en parallèle, assurant la gestion soit sur ordinateur (CNUSC) soit sur micro ordinateur IBM PC ou compatible sous système d'exploitation DOS. Ceci est d'autant plus aisés que le langage utilisé (COBOL) outre son adaptation à la gestion de fichiers volumineux, est disponible sur les deux types de système ;

- Ses fonctions seront essentiellement la gestion des données (mise à jour des fichiers, extraction de tout ou partie de la banque pour les utilisateurs, édition d'annuaires), la constitution de données élaborées à partir des fichiers de base, leur mise en forme pour compatibilité avec des logiciels d'analyse statistique de représentation graphique, ou autre ;
- Il sera convivial : les procédures de traitement seront sélectionnées au moyen de menus ; les programmes interactifs signaleront le cas échéant les erreurs commises ; des menus d'aide pourront être appelés du clavier à tout moment.

3.2 Les fichiers gérés

Le logiciel gèrera :

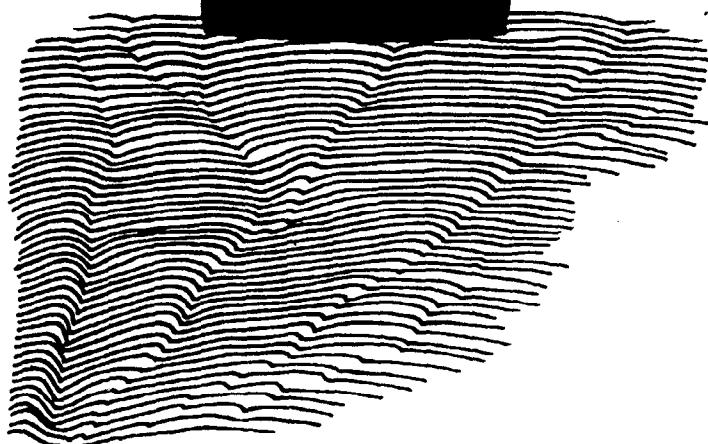
- 3 fichiers permettant d'identifier les stations (localisation, historique),
- 1 fichier descriptif des caractéristiques des pluviographes,
- 1 fichier des pluies journalières en l'état (et, éventuellement 2 fichiers supplémentaires de pluie journalière : un fichier complété ou corrigé, et un fichier généré),
- 1 fichier des couples hauteurs précipitées-intervalle de temps (fichier pluviographie),
Eventuellement, des fichiers élaborés à partir de ces fichiers de base (p.e. : pluies mensuelles, annuelles, intensité maxima par épisode et par durée, etc.).
- La mise à jour pourra être effectuée manuellement à partir du clavier, ou par traitement automatique des pluviogrammes à l'aide d'un digitaliseur, des cartouches Oedipe à mémoire effaçable (développée par la Société Elyde), ou, plus tard des messages balises retransmis par ARGOS et METEOSAT.

O R S T O M

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE



HYDROM



LOGICIEL DE BANQUES DE DONNEES HYDROMETRIQUES

HYDROM stocke et traite vos données

HYDROM est un outil informatique qui permet l'acquisition, la gestion, le traitement et l'édition sous forme d'annales des données recueillies grâce à l'exploitation d'un réseau de stations de mesure hydrométriques.

Destiné principalement aux services hydrologiques responsables de réseaux régionaux ou nationaux, HYDROM peut aussi être utilisé dans le cadre d'études de petits bassins versants expérimentaux en milieux naturel ou urbain.

HYDROM a été développé par G.Cochonneau au laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM. Il est opérationnel sur micro-ordinateur IBM-PC ou pleinement compatible, équipé d'un disque dur et d'une imprimante; certaines fonctions du logiciel requièrent cependant l'utilisation d'un écran graphique, d'un traceur, d'une table à digitaliser, et l'installation d'un coprocesseur arithmétique.

Les sept fichiers gérés par HYDROM peuvent être alimentés par :

- des données recueillies sur le terrain (hauteurs d'eau, jaugeages)*
- des données enregistrées (limnigrammes, cartouches de type CHLOE)*
- des données télétransmises (hauteurs d'eau)*
- des données élaborées par l'hydrologue (courbes d'étalonnage)*
- des calculs automatiques (débits, caractéristiques de crue)*

Les informations mémorisées ou produites par traitement sont éditées sous forme de tableaux ou de graphiques qui peuvent être publiés dans des annuaires ou utilisés comme documents de travail.

La saisie des données, les requêtes de l'utilisateur se font à l'aide de menus interactifs, en mode plein écran, avec contrôle immédiat par le logiciel qui refuse la prise en compte d'informations non valides et en avertit l'utilisateur.

Convivial, simple à mettre en oeuvre, accompagné de manuels d'utilisation, HYDROM est accessible sans aucune connaissance ou pratique préalable en informatique.

1 MENU PRINCIPAL

1. Fichier d'identification des stations et des pays
2. Fichier des jaugeages
3. Fichier des étalonnages
4. Fichier des dossiers de stations
5. **Fichier des cotes instantanées**
6. **Fichier des débits instantanés**
7. **Fichier des débits journaliers**
8. Utilitaires

8 MENUS SECONDAIRES

Le menu principal permet d'accéder à 8 menus secondaires (1 par fichier géré et 1 menu d'utilitaires). Chacun de ces menus secondaires présente un choix des différentes fonctions offertes par HYDROM.

MENU 1

identification des stations et des pays

- 1 Saisie, correction, exclusion, consultation de l'identification des stations
- 2 Impression d'une liste des stations
- 3 Saisie, correction, exclusion, consultation du fichier des pays
- 4 Impression d'une liste des pays.

1. Permet d'afficher les caractéristiques géographiques, le type d'équipement, les périodes d'observation des stations hydrométriques, de les modifier, d'introduire ceux d'une station récemment installée.

2. A utiliser pour imprimer une liste des stations qui répondent à des critères géographiques, ou de périodes d'observation.

3. et 4. Utilisés (rarement) pour corriger un nom de pays, introduire le nom d'un nouveau pays pour lequel on souhaite utiliser HYDROM, et obtenir une liste des pays.

MENU 2

jaugeages

- 1 Saisie, correction, exclusion, consultation des jaugeages**
- 2 Dépouillement des jaugeages au moulinet**
- 3 Liste des jaugeages dans le format des bordereaux**
- 4 Impression des jaugeages (tableau simplifié)**
- 5 Impression des jaugeages (tableau complet)**
- 6 Pointage des jaugeages (sur la courbe d'étalonnage)**

1. Cette fonction permet de consulter le fichier des jaugeages, d'introduire ou de corriger les résultats de jaugeages préalablement dépouillés.

2. L'hydrologue peut, après une campagne de mesures, dépouiller les jaugeages avec visualisation graphique immédiate des paraboles de vitesse, de la courbe des débits laminaires. Les résultats peuvent alimenter directement le fichier des jaugeages.

3. 4. et 5. impriment des listes de jaugeages de plus en plus détaillées, utilisables pour élaborer la courbe d'étalonnage, pour accompagner un pointage graphique ou pour insérer dans des publications.

6. Très utile pour contrôler la validité des mesures, ou détecter le détarage d'une station, le pointage graphique des jaugeages peut être superposé au tracé de la courbe d'étalonnage. L'utilisateur peut augmenter la résolution de la représentation graphique en agrandissant à volonté certaines parties du tracé.

MENU 3

étalonnages

- 1 Saisie, correction, exclusion, consultation des étalonnages, visualisation et impression des barèmes unitaires.**
- 2 Inventaire des étalonnages**
- 3 Impression des étalonnages**
- 4 Impression des étalonnages (format annuaire)**
- 5 Tracé des étalonnages**

1. Après avoir élaboré, à l'aide des jaugeages, une courbe de traduction des cotes en débits applicable pendant une période déterminée, et l'avoir assimilée à une série de segments de droites, l'hydrologue doit l'introduire dans le fichier des étalonnages. Il peut à tout moment modifier une courbe, en changer la période de validité, consulter ou imprimer le barème centimétrique ou millimétrique calculé.

2. Un inventaire des étalonnages regroupe la validité des courbes applicables à une station.

3. et 4. Les caractéristiques des étalonnages sont imprimées sous forme de listings de travail ou de documents publiables dans cassettes annales.

5. La représentation graphique de l'étalonnage fait apparaître immédiatement d'éventuelles discontinuités dues à des erreurs de saisie ou à un mauvais découpage en segments de droite.

MENU 4

dossiers de stations

1 Saisie, correction, exclusion, consultation des dossiers de stations

2 Impression des dossiers de stations

1. Les dossiers rassemblent l'historique de la station et, plus généralement, toutes les informations utiles à l'hydrologie (modification de l'équipement, qualité des observations, rapport de tournées, etc ...); ils peuvent être saisis puis corrigés et consultés.

2. Les dossiers peuvent être imprimés et utilisés pour publication ou comme documents de travail.

MENU 5

cotes instantanées

1 Saisie, correction, exclusion, consultation des cotes instantanées

2 Traitement des cartouches CHLOE

3 Traitement des limnigrammes

4 Traitement des cotes télétransmises

5 Inventaire des cotes instantanées

6 Calcul et impression des hauteurs moyennes journalières

7 Impression des cotes instantanées

8 Tracé graphique des cotes instantanées.

1. Les hauteurs d'échelles relevées par les observateurs et consignées sur des bordereaux sont saisies régulièrement et introduites dans le fichier des cotes instantanées. Le contenu de ce fichier peut être affiché, corrigé, ou complété à tout moment.

2. 3. et 4. Le fichier des cotes instantanées peut aussi être alimenté directement par :

• le transfert des données enregistrées sur les cartouches à mémoire EPROM utilisées par le système CHLOE développé par la société ELSYDE

• le dépouillement des limnigrammes sur une table à digitaliser

• les données télétransmises par satellites et reçues par le système SRDA86 mis au point par CEIS-ESPACE et l'ORSTOM pour l'OMS

5, 6. et 7. Ces différentes fonctions permettent d'imprimer le contenu du fichier sous forme de plus en plus détaillée : d'un simple inventaire jusqu'à l'impression de tous les relevés de cotes en passant par les extrêmes mensuels et les hauteurs moyennes journalières.

8: Par des effets de zoom, l'hydrologue peut représenter graphiquement les variations du niveau d'eau pendant des périodes variant de 12 mois à 2 heures; aussi bien pour des publications que pour détecter de grossières erreurs de saisie.

MENU 6

débits instantanés

- 1 Traduction des cotes en débits instantanés**
- 2 Saisie, correction, exclusion, consultation des débits instantanés**
- 3 Inventaire des débits instantanés**
- 4 Impression des débits instantanés**
- 5 Tracé graphique des débits instantanés et définition des crues.**

1. Les débits sont calculés à l'aide des cotes et des barèmes d'étalonnage et sont conservés dans le fichier des débits instantanés.

2. Il est aussi possible d'y introduire des débits saisis directement, de les corriger, de les afficher.

3. et 4. L'inventaire et l'impression fournissent sur papier, le contenu du fichier des débits sous forme de plus en plus détaillée jusqu'à l'impression de l'intégralité des données.

5. L'hydrogramme peut être visualisé en coordonnées arithmétiques ou logarithmiques, sur une période, dont la durée, choisie par effet de zoom peut varier de 12 mois à 2 heures ; chaque crue peut être isolée et ses caractéristiques affichées et imprimées.

MENU 7

débits journaliers

- 1 Calcul des débits journaliers
- 2 Saisie, correction, exclusion, consultation des débits journaliers
- 3 Impression des débits journaliers
- 4 Impression des débits mensuels et annuels
- 5 Impression des débits caractéristiques
- 6 Tracé graphique des débits journaliers

1. Les débits moyens journaliers sont calculés automatiquement à partir des débits instantanés et conservés dans ce fichier.

2. Ils peuvent être affichés, des lacunes peuvent être comblées par interpolation automatique, des débits peuvent être introduits directement.

3. 4. et 5. L'impression des débits moyens et caractéristiques peut être obtenue par année calendaire ou hydrologique et sous forme de listings de travail ou sous forme plus compacte publiable dans des annales.

6. Enfin, les débits moyens sont tracés en coordonnées arithmétiques ou logarithmiques, pour publication.

MENU 8

utilitaires

- 1 Sauvegarde sur disquettes des fichiers de données
- 2 Restauration de fichiers de données à partir de sauvegardes
- 3 Transformation de fichiers en provenance d'une autre configuration
- 4 Extraction de données pour un transfert vers une autre configuration

1. et 2. HYDROM possède des outils de sauvegarde sur disquettes des données qu'il gère.

3. et 4. HYDROM peut produire des fichiers de données dans un format compatible avec d'autres logiciels. Inversement, des données provenant d'autres configurations informatiques peuvent être adaptées pour être ensuite gérées par HYDROM.

— HYDROM, quelques sorties —

HYDROM, 9 exemples de tableaux et graphiques

liste des stations

dépouillement de jaugeages

liste de jaugeages

jaugeages et courbe d'étalonnage

barème d'étalonnage

dossiers de stations

tableau des cotes instantanées

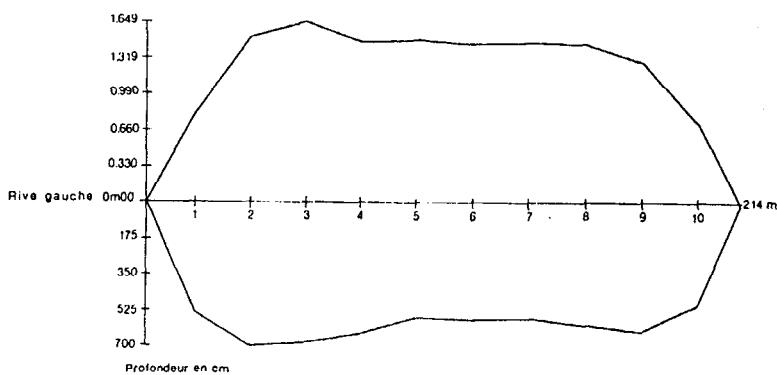
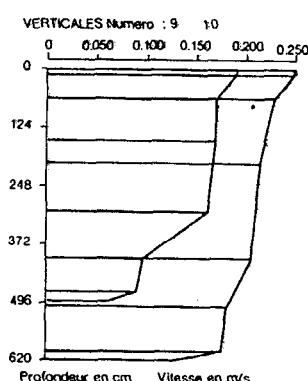
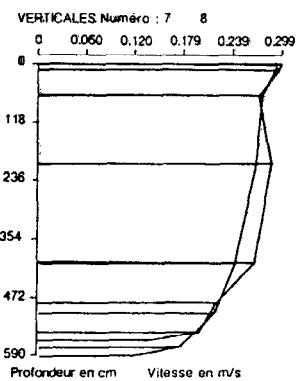
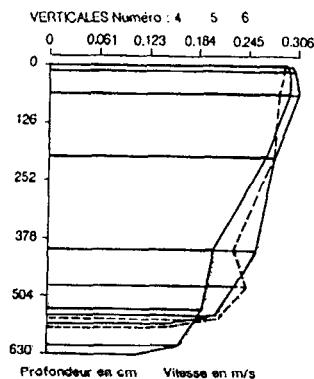
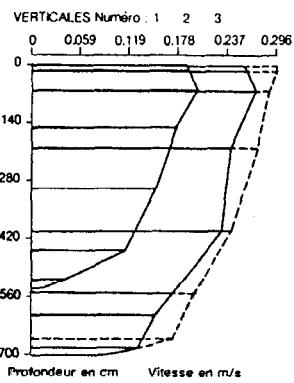
caractéristiques de crue

tableau des débits journaliers

liste des stations

Pays : COTE D'IVOIRE	Rivière	Latitude	Longitude	Alt	Sup	Périodes	I C U	
		(deg min sec)	(deg min sec)		(km2)	de	I A N	
						Janv	I P V	
Bassins	01 BANDAMA							
1090100103	BADA	I BANDAMA (BLANC)	+ 08 06 25	-005 29 50	I 135	124050 0	1962/ 1977	1010
1090100106	RTE KORHOGO-BADIKAHIA	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 19 00	-005 21 50	I	19850 00	1975/1977	1010
							1980/	
1090100109	BAFECAO	I BANDAMA	+ 06 01 10	-004 54 00	I 35	127100 0	1963/	1010
1090100112	RTE BEOUMI-SEGUELA	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 36 11	-005 19 35	I 298	17000 00	1954/1971	1010
1090100115	BONZI	I BANDAMA	+ 06 54 43	-005 31 38	I 145	132550 0	1961/1974	1010
1090100118	MBRIMBO	I BANDAMA	+ 06 00 45	-004 25 30	I 29	127800 0	1953/	1010
1090100121	DOUOU	I BANDAMA (BLANC)	+ 07 04 00	-005 29 27	I 146	132200 0	1962/1970	1010
1090100124	SINEMATIATIPTERRE KORHOGO	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 36 11	-005 19 35	I 298	17000 00	1960/1975	1010
1090100130	KOSSOU	I BANDAMA (BLANC)	+ 07 00 33	-005 29 21	I 150	132400 0	1962/1969	1010
1090100132	KOTIESSE	I BANDAMA	+ 06 12 40	-005 01 40	I	159200 0	1971/	101
1090100135	KIMOUKRO PRISE D'EAU	I BANDAMA			I		1983/	101
1090100136	KIMOUKRO	I BANDAMA	+ 06 30 20	-005 18 19	I 131	122600 0	1956/	1010
1090100139	MARABADIASSA	I BANDAMA (BLANC)	+ 08 06 20	-005 25 30	I	122293 0	1973/	1010
1090100140	RTE KORHOGO MBENGUE	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 41 50	-005 49 00	I	11953 00	1980/	1010
1090100141	NAGNINEVOGO	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 45 25	-005 28 05	I	16200 00	1973/1975	1010
1090100142	NZIDA (NZIOA))	I BANDAMA	+ 05 15 34	-004 57 56	I	19700 00	1963/1978	1010
1090100144	SEGUEKIELE	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 30 20	-006 05 15	I	1368 000	1974/1974	1020
							1979/	
1090100148	SINKAHA CHAUSSEE SUBMERSIBLE	I BANDAMA (BLANC)	+ 08 45 30	-005 31 40	I		1962/	101
1090100151	TAMABO	I BANDAMA	+ 05 25 29	-004 49 53	I	163900 0	1954/1978	1010
1090100154	TIASSALE	I BANDAMA	+ 05 53 41	-004 49 04	I 13	161050 0	1954/	1010
1090100155	TAWARA AMONT	I BANDAMA (BLANC)	+ 09 44 15	-005 36 25	I	15375 00	1977/	1010
1090100157	TOMBOKRO	I BANDAMA	+ 06 55 32	-005 30 10	I	132500 0	1963/	102
1090100160	TORTIYA AMONT	I BANDAMA (BLANC)	+ 08 45 50	-005 31 40	I 269	114500 0	1960/1962	1010
							1973/1974	I
							1980/	
1090100161	TORTIYA AVAL	I BANDAMA (BLANC)			I		1980/	1010
1090100162	TORTIYA AVAL (LMNG)	I BANDAMA (BLANC)			I		I /	1010
1090100185	KIMOUKRO PRISE D'EAU (LMNG)	I BANDAMA			I		1983/	101
1090100189	MARABADIASSA (LMNG)	I BANDAMA			I		1983/	101
1090100190	RTE KORHOGO-MBENGUE (LMNG)	I BANDAMA (BLANC)			I		1974/	1010
1090100194	SEGUEKIELE (LMNG)	I BANDAMA (BLANC)			I		1974/	1010
1090100197	TIASSALE (LMNG)	I BANDAMA			I		1983/	101
1090100203	RTE BEOUMI-SEGUELA	I MARAOUE	+ 07 49 55	-006 15 15	I 262	112530 0	1954/	1010
1090100206	BOUAFLE	I MARAOUE	+ 06 58 05	-005 45 02	I 187	119800 0	1954/	1010

dépouillement de jaugeages



Code capteur	: 1052300103-M	Section	: 1173 m ²	Vent. numéro	Abscis	Parabole unit
Date	: 08/12/1950	Largeur	: 214 m	1	18 m	0 800 m ² /s
Heure	: 11h30'	Périmètre mouillé	: 215.7 m	2	38 m	1 510 m ² /s
Cote échelle	: 960 cm	Vitesse moyenne	: 229 m/s	3	58 m	1 649 m ² /s
Jaugeage numéro	: 015	Vitesse moy de surface	: 246 m/s	4	78 m	1 472 m ² /s
DEBIT	: 268,7 m ³ /s	Rayon hydraulique	: 5,438 m	5	98 m	1 486 m ² /s
Brais numéro	: 1	Rapport U/Vms	: 0.935	6	118 m	1 452 m ² /s
Prof moyenne	: 548 cm			7	138 m	1 465 m ² /s
Prof maximale	: 700 cm			8	158 m	1 451 m ² /s
				9	178 m	1 278 m ² /s
				10	198 m	0 716 m ² /s

liste de jaugeages

LISTE DES JAUGEAGES

STATION : 111501303-1 BAROU

LATTI 12 21 00

RIVIERE : MEKROU

LONGIT 2 45 00

PAYS : REPUBLIQUE POPULAIRE DU NERU

ALITI 173M

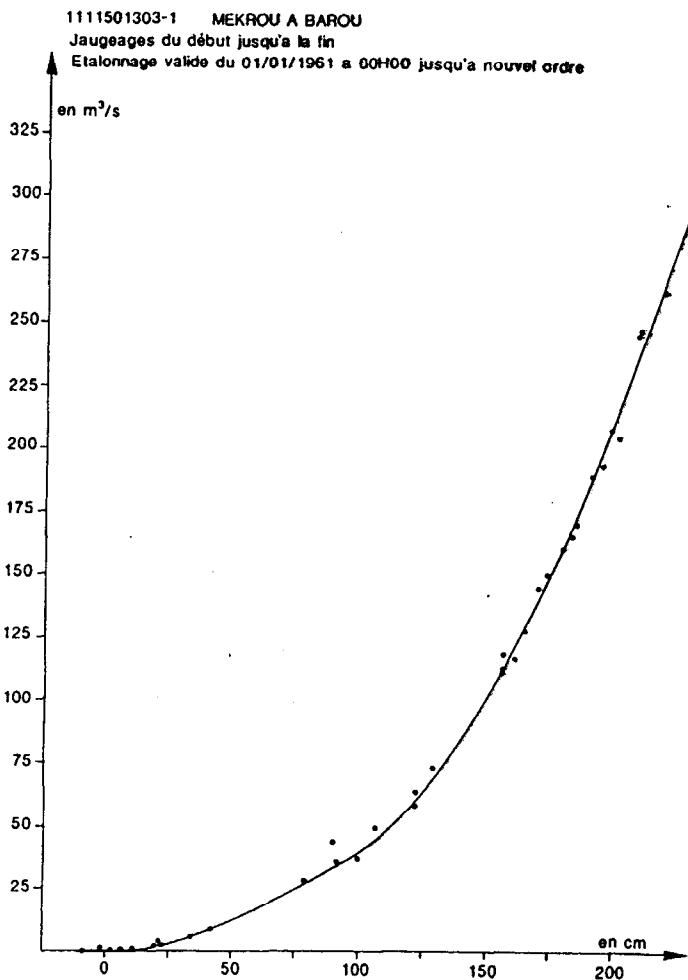
BASSIN : NIGER

AIRE 10500,0 KM²

ORDRE DE COTES CROISSANTES

NO	DATE	HEURE	COTE	DEBIT	AUTEUR
14	07/03/1963 A 00H00	1	-9 CM	0,036 M ³ /s	
21	25/12/1965 A 00H00	1	3 "	1,04 "	
19	24/01/1965 A 00H00	1	2 "	0,41 "	
18	13/01/1965 A 00H00	1	6 "	0,85 "	
13	29/01/1963 A 00H00	1	10 "	1,28 "	
15	02/01/1964 A 00H00	1	12 "	1,22 "	
24	18/12/1966 A 00H00	1	21 "	3,45 "	DOUNIE
20	25/06/1965 A 00H00	1	22 "	1,98 "	
12	23/12/1962 A 00H00	1	335 MM	6,24 "	
17	02/12/1964 A 00H00	1	34 CM	5,93 "	
31	05/12/1967 A 00H00	1	42 "	8,8 "	GAUTIER
7	24/10/1961 A 00H00	1	79 "	28,4 "	ROBIN
16	28/10/1964 A 00H00	1	90 "	43,8 "	
1	19/08/1961 A 00H00	1	92 "	36, "	
22	18/08/1966 A 00H00	1	107 "	49,3 "	DOUNIE
11	25/10/1962 A 00H00	1	123 "	64,3 "	
23	22/09/1966 A 00H00	1	1555 MM	113, "	DOUNIE
2	16/09/1961 A 00H00	1	156 CM	112, "	
32	20/10/1970 A 00H00	1	1565 MM	119, "	RANC
6	30/09/1961 A 00H00	1	16,1 CM	117, "	
33	09/09/1971 A 00H00	1	1645 MM	128, "	
5	27/09/1961 A 00H00	1	170 CM	145, "	
30	20/10/1967 A 00H00	1	174 "	151, "	GAUTIER
4	25/09/1961 A 00H00	1	180 "	161, "	
29	19/10/1967 A 00H00	1	184 "	166, "	GAUTIER
3	22/09/1961 A 00H00	1	186 "	171, "	
28	18/10/1967 A 00H00	1	1915 MM	190, "	GAUTIER
27	17/10/1967 A 00H00	1	196 CM	194, "	GAUTIER
26	16/10/1967 A 00H00	1	199 "	208, "	GAUTIER
25	13/10/1967 A 00H00	1	202 "	205, "	GAUTIER
8	05/09/1962 A 00H00	1	210 "	246, "	
10	04/10/1962 A 00H00	1	211 "	248, "	
9	26/09/1962 A 00H00	1	220 "	263, "	

jaugeages et courbe d'étalonnage



barème d'étalonnage

BAREME D'ETALONNAGE

BAREME D'ETALONNAGE												
Capteur : 1111501202 1		Station : BAROU										
Rivière : MEKROU		Tarage valide du 01/01/1961 à 00H00 JUSQU'A NOUVEL ORDRE										
de -0010 CM à +0200 CM		Debits en M3/S										
CM	I	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	I CM
0	I	000	.015	034	056	081	110	144	179	220	261	I 0
CM	I	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	I CM
0	I	309	357	413	470	527	594	661	728	805	882	I 0
10	I	960	106	116	126	140	154	167	181	199	217	I 10
20	I	235	253	275	297	319	341	368	395	421	448	I 20
30	I	475	507	540	572	604	637	669	707	745	782	I 30
40	I	820	864	908	952	996	104	108	113	117	122	I 40
50	I	126	130	135	139	144	148	153	158	163	168	I 50
60	I	173	178	183	188	193	198	203	208	213	218	I 60
70	I	223	228	234	240	245	251	257	263	268	274	I 70
80	I	280	286	291	297	303	309	314	320	326	332	I 80
90	I	338	343	349	355	362	368	375	381	387	394	I 90
100	I	400	408	416	424	432	440	448	456	464	472	I 100
110	I	480	488	496	507	518	529	540	551	562	573	I 110
120	I	584	595	606	617	628	639	650	664	679	693	I 120
130	I	707	721	736	750	764	779	793	807	821	836	I 130
140	I	850	867	884	902	919	936	953	971	988	101	I 140
150	I	102	104	106	107	109	111	113	116	118	120	I 150
160	I	120	122	124	126	128	130	132	134	136	139	I 160
170	I	141	143	145	147	149	151	153	155	157	159	I 170
180	I	161	163	165	168	170	172	175	177	180	182	I 180
190	I	185	187	190	192	195	197	200	202	205	207	I 190
200	I	210	****	****	****	****	****	****	****	****	****	I 200

dossiers de stations

DOSSIER DE STATION

STATION	: 1060700220 ZEMIO	LATIT.	5 02 00
RIVIERE	: MBOMOU	LONGIT.	25.09 00
PAYS	: CENTRAFRICAINE (REPUBLIQUE)	ALTIT.	545M
BASSIN	: OUBANGUI	AIRE	29300 0 KM2

01/09/1952 RA ROCHE

Echelle posee le 27-06-1952 sauf element de 0 a 2 m

22/12/1953 RA TIMIER

Pose des elements de basses eaux

10/04/1955 RA BERTHELOT

Changement de lecteur

06/03/1967 RA RANC

Remplacement element 0-1 decalé
nivellement des elements et rattachement a borne hydro
designation cote a l'echelle remarques

1 de 0-1	1.000	neuf
2 de 1-2	1.990	legerement penche
3 de 2-3	2.991	legerement penche
3 de 3-5	3.000	etat moyen
borne hydro	5.522	neuve

borne hydro fer rond de 10 mm pris dans un bloc de beton
depassant de 10 cm environ le niveau du terrain installee
legerement en aval de l'echelle a 40 m environ de l'element 3-5
section de jaugeage 70 m environ en amont de l'echelle
d'apres les trois derniers jaugeages de 1962 1966 et celui-ci
il y a vraisemblablement un decalage de l'echelle
le zero aurait ete abaisse de 1 m par rapport a la courbe de
tarage

lecteur mis a la porte car lectures inventees depuis tres
longtemps

02/09/1968 RA RANDON

H egal 3.28 m

Change element 4-5 ancien contre un recent
Controle lecteur bon

tableau des cotes instantanées

IMPRESSION DES COTES INSTANTANÉES - ANNÉE 1985

STATION : 1201590102-1 GARGARA-OUEST
PAYS : HAUTE-VOLTA
RIVIÈRE : GOROUOL BASSIN : NIGER AIRE DU BASSIN VERSANT 24 3000 KM²

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE
AOUT	15	17H15	263	15	18H15	261	15	18H47	259	15	19H30	257	15	20H15	255	15	21H15	252
AOUT	15	22H15	250	15	23H20	248	16	01H15	246	16	03H15	245	16	06H10	244	17	07H05	A SEC
AOUT	17	02H05	A SEC	17	07H05	243	17	07H08	244	17	07H12	248	17	07H20	255	17	07H26	259
AOUT	17	07H40	262	17	07H45	264	17	07H55	266	17	08H04	268	17	08H23	271	17	08H30	275
AOUT	17	08H42	279	17	08H57	282	17	09H07	286	17	09H20	290	17	09H31	293	17	09H45	296
AOUT	17	10H06	294	17	10H20	291	17	10H45	286	17	11H00	284	17	11H22	279	17	11H35	277
AOUT	17	12H00	274	17	12H12	273	17	13H40	271	17	12H15	270	17	13H35	267	17	14H15	264
AOUT	17	14H25	263	17	15H10	261	17	15H25	260	17	16H10	257	17	16H50	254	17	18H10	251
AOUT	17	19H50	249	17	20H55	248	17	YOHOS	A SEC	17	10H05	A SEC	17	10H10	250	17	10H12	252
AOUT	26	10H16	253	26	10H20	257	26	10H45	256	26	10H32	257	26	10H45	253	26	10H58	270
AOUT	26	11H05	280	26	11H10	285	26	11H25	295	26	11H40	304	26	11H50	310	26	12H00	315
AOUT	26	12H08	318	26	12H20	321	26	12H30	323	26	12H40	324	26	13H11	324	26	13H22	323
AOUT	26	13H47	321	26	14H00	319	26	14H13	315	26	14H26	310	26	14H40	307	26	14H54	301
AOUT	26	15H02	300	26	15M20	295	26	15H31	293	26	15H48	290	26	16H05	285	26	16H30	280
AOUT	26	17H00	275	26	17H45	270	26	18H40	265	26	20H10	260	26	21H59	257	26	23H45	255
AOUT	27	01H55	253	27	04H15	251	27	05H45	250	27	05H46	A SEC						

SEPT COTES EN CM ; CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS; ;MINI: A SEC ()LE 5 SEPT A 07H29; MAXI: 331 CM () LE 5 SEPT A 10H37.

SEPT	5	07H29	A SEC	5	07H29	A SEC	5	07H30	250	5	07H38	261	5	07H46	261	5	07H48	263
SEPT	5	07H52	264	5	07H58	264	5	08H05	275	5	08H10	281	5	08H18	286	5	08H23	290
SEPT	5	08H30	296	5	08H35	300	5	08H50	308	5	08H55	311	5	09H12	315	5	09H35	321
SEPT	5	09H45	324	5	09H55	327	5	10H10	329	5	10H20	330	5	10H37	331	5	10H50	330
SEPT	5	11H15	328	5	11H30	326	5	11H43	324	5	12H03	320	5	12H25	315	5	12H53	309
SEPT	5	13H08	306	5	13H40	300	5	14H07	295	5	14H34	290	5	15H02	285	5	15H33	280
SEPT	5	16H15	275	5	17H05	270	5	17H50	267	5	18H00	266	5	18H40	264	5	19H25	262
SEPT	5	20H05	260	5	20M57	258	5	22H45	255	6	02H00	250	6	02H01	A SEC	14	06H51	A SEC
SEPT	14	06H52	290	14	07H03	253	14	07H12	255	14	07H50	255	14	08H08	254	14	08H40	252
SEPT	14	09H22	251	14	09H55	251	14	10H50	252	14	11H55	252	14	12H30	251	14	13H10	250
SEPT	14	13H11	A SEC															

DECE COTES EN CM ;CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS; ;MINI: A SEC () LE 31 DECE A 24H00;MAXI: A SEC () LE 31 DECE A 24H00

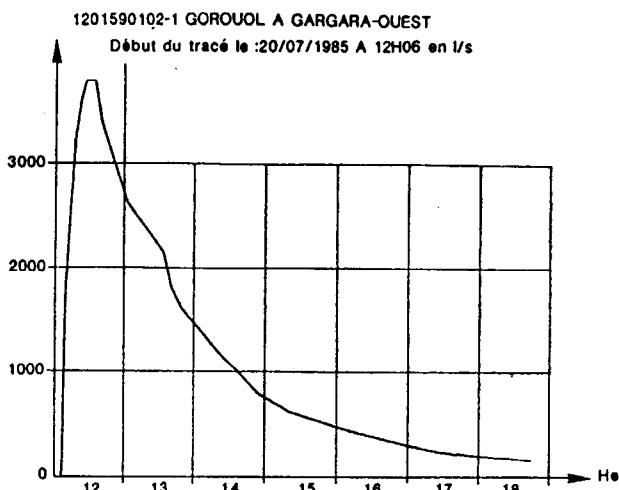
DECE 31 24H00 A SEC

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	MOIS	JOUR	HEURE	COTE	MOIS	HEURE	COTE	MOIS	JOUR	HEURE	COTE	MOIS	JOUR	HEURE	COTE
CODE: A = RHE, B = COTE DE CONTROLE; C = RELEVE INDIRECT AVEC HEURE, D = RECONSTITUE; E = RELEVE INDIRECT SANS HEURE																		

MINIMUM INSTANTANÉ : A SEC () LE 1 JANV A 00H00
MAXIMUM INSTANTANÉ : 340 CM () LE 12 AOUT A 22H10

ANNÉE COMPLETE

caractéristiques de crue



1201590102-1 GOROUOL A GAGARA-OUEST

Début de crue : 20/07/1985 à 12H06 Débit initial : 4 l/s
Fin de crue : 20/07/1985 à 18H40 Débit final : 165 l/s

Maximum de crue : 20/07/1985 à 12H28 Débit maximal écoulé : 3.79 m³/s
Débit maximal ruisselé : 3.78 m³/s

Temps de montée : 22 mn soit 0 Jo 0 He 22 Mn
Temps de base : 394 mn soit 0 Jo 6 He 34 Mn

Volume écoulé : 26,11 milliers de m³

Volume de ruissellement : 24,12 milliers de m³

Volume résiduel : 1.998 milliers de m³

Superficie du bassin : 24.3 km²

Lame écoulée : 1.07 mm

Lame ruisselée : 0.99 mm

Débit spécifique : 156 l/s/km² soit 13.48 mm/h

tableau des débits journaliers

EN M3/S-ANNEE 1971/1972		J	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	J
STATION:	1474002505 SIRKA	1	000	000	210	503	16 1	39 2	23 8	103	034	000	000	000	1
RIVIERE:	OGOU	2	000	000	188	439	13 6	44 2	26 0	944	031	000	000	000	2
PAYS :	TOGO	3	000	000	189	553	18 2	44 7	21 0	966	031	000	000	000	3
BASSIN :	MONO	4	000	000	221	760	17 1	38 7	17 7	842	031	000	000	000	4
LATIT.	7°55'00"	5	000	000	210	471	19 9	46 5	18 6	745	028	000	000	000	5
LONGIT.	122°00'	6	000	000	209	392	45 7	59 5	21 6	642	021	000	000	000	6
ALITIT.	172M	7	000	000	188	354	37 5	64 2	18 2	544	017	000	000	000	7
AIRE	4035 00 KM2	8	000	033	184	337	35 3	83 1	17 8	491	014	000	000	000	8
		9	000	094	163	556	25 6	87 1	15 3	418	013	000	000	000	9
		10	000	043	161	177	24 1	93 9	14 0	357	010	000	000	000	10
		11	000	021	148	138	25 0	89 0	19 6	323	010	000	000	000	11
		12	000	007	086	174	47 4	78 6	23 7	284	010	000	000	000	12
		13	000	000	044	119	60 8	62 3	18 7	234	010	000	000	000	13
		14	000	000	028	103	54 7	60 8	15 1	207	011	000	000	000	14
		15	000	000	014	147	49 4	55 9	12 6	181	013	000	000	000	15
		16	000	000	021	228	47 7	58 0	10 6	156	014	000	000	000	16
		17	000	000	046	250	45 3	62 4	8 52	135	013	000	000	000	17
		18	000	027	036	2 66	44 8	73 3	7 34	114	010	000	000	000	18
		19	000	036	043	2 36	47 6	67 2	15 9	100	010	000	000	014	19
		20	000	028	042	18 2	64 8	55 7	15 0	94	010	000	000	001	20
		21	000	189	035	112	98 5	44 8	9 87	077	009	000	000	000	21
		22	000	222	035	29 1	89 2	44 5	7 65	066	006	000	000	000	22
		23	000	209	029	17 5	66 0	55 6	6 55	061	002	000	000	000	23
		24	000	188	021	13 2	48 1	44 9	5 27	050	000	000	000	000	24
		25	000	174	009	12 2	50 5	43 6	4 03	048	000	000	000	000	25
		26	000	161	176	10 9	52 0	50 6	3 07	045	000	000	000	000	26
		27	000	160	143	9 01	60 3	37 5	2 60	043	000	000	000	000	27
		28	000	132	869	8 02	85 2	29 9	2 17	040	000	000	000	000	28
		29	000	127	687	8 64	69 9	26 7	1 78	038	000	000	000	000	29
		30	000	084	556	17 0	50 0	25 4	1 62	035	000	000	000	000	30
		31	000	057		24 0	41 6		1 43		000	000	000	000	31
		MO	000	064	209	9 76	46 8	55 6	12 5	310	011	000	000	000	MO

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

DÉBIT MOYEN ANNUEL : 104 M3/S

DISCUSSION

Très impressionné par les capacités du logiciel, ROCHE s'intéresse au type de documentation fournie avec HYDROM. COCHONNEAU décrit les quatre documents existants : une plaquette de présentation, un manuel de l'utilisateur, un manuel de l'opérateur et un manuel d'exemples d'accès aux fichiers pour différents langages de programmation. A propos du traitement des cartouches CHLOE, MOINE demande s'il existe un compactage dans HYDROM suivant les choix du pas de temps et l'éventuelle redondance des données. COCHONNEAU répond que le compactage est effectué dans le programme de cohérence des côtes instantanées. Il y a deux phases distinctes dans le traitement d'une cartouche : transfert sur l'unité informatique choisie et mise en forme du fichier. C'est dans cette partie qu'il est possible de modifier le seuil de variation significatif. BOYER signale que le nombre de points est divisé par 2 en divisant la sensibilité par 3. A une question d'HOEPFFNER sur l'existence de règles pour les interpolations et le compactage, COCHONNEAU indique qu'il n'y a pas de compactage dans le logiciel HYDROM en dehors du traitement des cartouches CHLOE. Il n'y a pas non plus d'interpolation, les données manquantes étant mises en lacune. POUYAUD souligne qu'il en est de même pour les données télétransmises et COCHONNEAU ajoute que les données télétransmises sont conservées jusqu'au traitement de la cartouche dont les valeurs remplacent alors les données initiales.

En réponse à MOINE, COCHONNEAU indique que les corrections ne sont faites que manuellement, point par point. A une question de PASQUIER sur la possibilité de corriger les courbes de tarage, il est répondu affirmativement. Pour GAUTIER, le fichier des débits instantanés est bien conservé et des interpolations sont possibles sur ce fichier, par exemple pour les tassements. En réponse à LABORDE, COCHONNEAU signale qu'il n'y a pas d'aide graphique à l'extrapolation mais qu'il est possible de traiter les étalonnages variables par multiplication des courbes. Le tracé a uniquement fonction de contrôle.

Tout en se félicitant de l'existence de ce logiciel, SECGET s'inquiète de la difficulté de maintenance de HYDROM, vu la multiplicité des langages de programmation utilisés. Une nouvelle version serait peut-être nécessaire dans un langage unique (le langage C ?).

Pour POUYAUD, ce qui est important, c'est de répondre au mieux à la demande. C'est cela qui donne l'impression actuelle de patchwork et c'est un conflit inévitable entre l'utilisateur et l'informaticien. A partir de son expérience, COCHONNEAU parle du danger de faire un gros logiciel seul ; il souligne de plus le problème de la compatibilité du matériel (exemple de l'évolution actuelle du matériel IBM).

A une question de DE BELLEGARDE sur le lien entre HYDROM et d'autres logiciels existants, GAUTIER indique que des transferts de fichiers entre ARHMA et HYDROM ont été réalisés.

**CHOIX ACTUELS DES FICHIERS PLUVIOMETRIQUES DE PLUVIOM
AU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE DE L'ORSTOM**

Yann L'HOTE

Responsable du bureau de la pluviométrie

Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM - Montpellier

Nous décrivons ici les fichiers retenus actuellement (septembre 1987) par le Laboratoire d'Hydrologie dans le domaine de la pluviométrie (échelle de durée égale ou supérieure à la journée) pour ses besoins propres, en particulier pour effectuer l'actualisation de la banque de données de pluviométrie journalière de treize Etats Africains francophones à la date limite de fin 1980. Cette actualisation est consécutive aux termes d'une convention tripartite signée en août 1984 entre le Comité Inter africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH, Ouagadougou), l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA, Dakar) et l'ORSTOM.

Les choix des "dessins" de fichiers et des modes de stockage ne sont pas définitifs, et pourront être modifiés sur quelques points dans la version finale de PLUVIOM, ainsi que cela est apparu nécessaire après présentation de l'exposé reproduit ici.

D'autre part, il y a lieu de rappeler, ici, que bien que de nombreux relevés aient été et soient encore effectués deux fois par jour dans les pays où nous travaillons, les banques de données manuelles et les publications ont historiquement porté sur la pluviométrie journalière, par sommation des deux relevés (du jour le soir et du lendemain au matin), avec toutes les interprétations et décalages que cette formule a induit. Ce choix a entraîné une perte d'information qu'il n'a pas été jugé possible de restituer lors des saisies sur supports informatiques par le "Service hydrologique" de l'ORSTOM en particulier. Il semble qu'une majorité des Services traitant de pluviométrie ait fait de même.

Aujourd'hui, il ne semble pas nécessaire de reprendre toutes les saisies pour obtenir un certain nombre de relevés sur 12 heures ; ce travail pouvant être conçu, s'il s'avérait utile, dans le cadre des fichiers de pluviographie

1. PROBLEME POSE, CONTRAINTES DUES A L'EXISTENCE DU FICHIER DEJA SAISSI

Rappelons que les premiers fichiers informatisés installés en 1967 par M.F. ROCHE étaient portés sur cartes perforées de 80 colonnes, en particulier la série COH 100... (199), pour la pluviométrie (COII pour Cartes ORSTOM Hydrologie) avec :

- carte COH 106, de définition de station
- COH 101, de totaux pluviométriques journaliers (24 cartes par année)
- COH 107, dite ICOM, de commentaires de qualité (1 carte par année)
- COH 102, de totaux pluviométriques mensuels et annuels
- COII 108, dite R.P.I., pour relevés pluviographiques intégraux.

Cette série COH 100 relative aux réseaux avait été "doublée" par une série COH 500 permettant de stocker les données relatives aux bassins représentatifs et expérimentaux (BRE), la spécificité se réduisant à une codification à 9 chiffres des postes, au lieu de 6 chiffres pour le réseau.

Bien que, dès 1974, le contenu de ces cartes ait été placé sous format image-carte sur bandes magnétiques par nos collègues H. DOSSEUR, J. GUISCAFRE et J. CALLEDE, avec corrections plus ou moins complètes des programmes correspondants, un certain nombre de lourdeurs et de problèmes demeuraient, parmi lesquels :

- La non concordance possible entre le total des pluies journalières du fichier PJ (COH 101) et le total mensuel du fichier PM (COH 102), ce dernier fichier ayant pu être saisi en l'absence de transformation par programme des données journalières en valeurs mensuelles.
- La nécessité de tenir à jour et utiliser en permanence les deux fichiers PJ (24 cartes) et ICOM conjointement, en particulier lorsque le seul total mensuel était connu (valeur portée le dernier jour du mois, avec index sur la carte ICOM de l'année).

Tous ces problèmes d'intendance nous ont amenés à mettre sur l'établi au début de 1984 une refonte du système pour obtenir le logiciel PLUVIOM dont les caractéristiques sont explicitées dans le présent volume par P. RAOUS.

Cependant, lors de la conception de nouveaux fichiers plus maniables, nous avons dû tenir compte d'un certain nombre de contraintes dues aux volumineux fichiers existants, dont voici les plus importantes :

1.1. Chercher une codification unique et si possible "définitive" des stations prenant en compte :

- nos propres codifications anciennes des postes pluviométriques à 6 ou 9 chiffres, en conservant les correspondances des codes d'Etats (2 chiffres) et des stations (4 et 5 chiffres), pour ne pas détruire la correspondance entre nos anciennes publications et les futures.
- nos propres codes actuels des stations hydrologiques : 10 chiffres, les trois premiers représentant le Continent (1 chiffre) et l'Etat (2 chiffres).
- les codifications propres à chaque Etat que nous avons pu recenser : le maximum étant de 8 positions au Brésil.

Pour harmoniser les codes d'HYDROM et de PLUVIOM, nous avons retenu un code à 10 chiffres, dont on trouvera l'explication dans le tableau 1.

1.2. Pour éviter de gérer plusieurs fichiers en cascade, les pluies journalières, les commentaires de qualité et les pluies mensuelles sont groupés sur un seul enregistrement mensuel.

Le programme de saisie permet éventuellement d'introduire directement les données mensuelles, voire pendataires ou décadaires.

1.3. Dans le but de faciliter la récupération d'anciens programmes FORTRAN et l'écriture de nouveaux, toute année calendaire comprend 12 enregistrements de 220 caractères, même s'il n'y a qu'un seul mois observé.

Pour des raisons informatiques, ce choix de 12 enregistrements obligatoires ne sera pas retenu dans la version finale de PLUVIOM, mais seuls les enregistrements avec observations seront conservés -étant convenu qu'une pluie nulle est une observation-.

1.4. Pour éliminer toute complication et confusion, le mode de stockage éventuel des données mensuelles a été choisi en année calendaire. Toutefois les tableaux de sortie d'imprimante sont prévus en année hydrologique, à la demande.

1.5. Devons nous, ou non, critiquer, c'est-à-dire déterminer, en général longtemps après les relevés, la validité des données transmises par les Services Météorologiques des Pays hôtes ?

B. POUYAUD dans la discussion des journées hydrologiques de l'an passé (Colloques et Séminaires 1986 - page 166) a bien souligné le côté "politique" de cette démarche dans laquelle l'ORSTOM s'était d'ailleurs déjà engagé en établissant les fichiers cartes.

Le dilemme peut se résumer ainsi :

a) Nous ne critiquons pas. Cette attitude conduit à alléger considérablement le travail d'établissement des fichiers mais :

- nos partenaires prennent en considération les résultats des analyses critiques faites jusqu'à présent et seraient décontenancés de nous voir changer d'attitude.
- l'élimination pure et simple des données notoirement fausses ne peut pas être définitive : elles seront tôt ou tard malencontreusement réintroduites dans le fichier par souci d'authenticité.

b) Nous critiquons. Attitude délicate, qu'il convient d'adopter avec tact pour éviter qu'elle soit mal interprétée.

En définitive, nous critiquons, en temporisant toutefois puisqu'une grande partie de cette critique sera automatique, faite par ordinateur, à savoir :

- * Le nombre de jours de pluie dans l'année est fourni.
- * Le rapport des nombres de jours où $0.4 < P < 10.0 / P > 0.4 \text{ mm}$ est calculé par année.

Ces deux valeurs, par comparaison inter-postes ou (et) interannées, permettent de souligner des années "à problème", comprenant des cumuls ou des oubliés, en général.

* Recherche des multiples de 8. et de 10. millimètres selon les nombres d'apparition jugés exagérés reproduits dans le tableau 2. Ces nombres d'apparition relativement sévères (fréquence retenue inférieure à 0.02) mettent bien en évidence les mois au cours desquels une mauvaise compréhension de la mesure par l'observateur permet un doute sur la qualité globale du relevé mensuel : utilisation mal comprise des éprouvettes de 8.2 et 10.0 mm, arrondis des relevés etc.

Tableau 1

**RECAPITULATIF DE LA CODIFICATION DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES
ET CLIMATOLOGIQUES**

Référence	Type de donnée	(Colonnes)							
		1 à 3	4	5	6	7	8	9	10
PLUV.	Réseau pluviométrique et pluviographes	CONTINENT (i 1)	0 (à 8)	N	N	N	N	D	D
CLIM.	Postes climatologiques	et	0 (à 8)	N	N	N	N	D	D
PBRE	Pluviomètres et pluviographes des bassins représentatifs (BRE)	ETAT (i 2)	9	B	B	P	P	D	D

où NNNN sont les anciens numéros à 4 chiffres des pluviomètres, pluviographes et stations climatologiques des réseaux (références PLUV. et CLIM.)

9 BB le numéro du BRE (exemple 901, 902, 903), numéro donné selon la chronologie d'installation dans un Etat (référence PBRE)

PP le numéro du poste pluviométrique dans un ensemble de BRE. Rappelons à ce sujet, que nous avions pris l'habitude de réserver les valeurs 91 à 99 pour la pluie moyenne calculée sur les bassins 1 à 9

DD des numéros de différenciation sur un même site ; par exemple sur une même station climatologique, le pluviomètre sera noté 00, le pluviographe 01, le pluviomètre au sol 02, etc.

On obtient ainsi les correspondances suivantes entre ancienne et nouvelle codification, en Afrique par exemple (code Continent 1) :

Type de donnée	ancien code				nouveau code (les chiffres ajoutés sont soulignés)
Pluviomètre du réseau	63 0075 Etat station				<u>163</u> 000 <u>7500</u>
Pluviographes et pluviomètres de BRE	63	45	917	28	<u>163</u> 917 <u>2800</u>
	Etat	bassin	BRE	station	

Une autre partie des critiques est faite à vue selon nos disponibilités et nos appréciations, comme par le passé, à savoir celles donnant lieux aux messages suivants :

- Total mensuel estimé trop fort ou trop faible.
- Relevés considérés non quotidiens dans le mois (groupement, oubli...).
- Léger doute, remplaçant l'ancien JIRD = 2, douteux mais utilisable.
- Total mensuel estimé très douteux, inutilisable en l'état.

L'expérience acquise ces derniers mois (choix des multiples à retenir : 8, 10, 5, ... (6 pour la Tunisie) - indécisions sur la fréquence d'apparition à sélectionner : 0.01, 0.02, 0.05 etc.) nous amènera sans doute pour la version définitive de PLUVIOM, à ne pas conserver dans le fichier des observations des pluies journalières, l'inscription d'un "drapeau" pour les mois contenant trop de multiples. Ce drapeau devrait être reporté dans un fichier supplémentaire de type historique, restant à définir.

TABLEAU 2

Nombres d'observations de multiples de 8. et de 10. mm,
jugés exagérés, dans un mois donné

Nombre de jours de pluie ≥ 8.0 ou ≥ 10.0 mm dans le mois	Nombres d'observations de multiples jugés exagérés (Fréquence d'apparition < 0.02). donc MESSAGE D'AVERTISSEMENT	
	multiples de 8. mm	multiples de 10. mm
2	2	2
3	3	3
4	≥ 3	≥ 3
5	≥ 3	≥ 3
6	≥ 4	≥ 3
7	≥ 4	≥ 4
8	≥ 4	≥ 4
9	≥ 4	≥ 4
10	≥ 5	≥ 4
11	≥ 5	≥ 4
12	≥ 5	≥ 5
13	≥ 5	≥ 5
14	≥ 5	≥ 5
15	≥ 6	≥ 5
16	≥ 6	≥ 5
17	≥ 6	≥ 5
18	≥ 6	≥ 6
19	≥ 6	≥ 6
20	≥ 7	≥ 6
21	≥ 7	≥ 6
22	≥ 7	≥ 6
23	≥ 7	≥ 6
24	≥ 7	≥ 7
25	≥ 8	≥ 7
26	≥ 8	≥ 7
27	≥ 8	≥ 7
28	≥ 8	≥ 7
29	≥ 8	≥ 7
30	≥ 8	≥ 7
31	≥ 9	≥ 8

2 FICHIERS D'IDENTIFICATION, DES CORRESPONDANCES DES CODES ET D'HISTORIQUE

2.1 Fichier d'identification des stations

Prévu identique pour les stations climatologiques, pluviométriques et pluviographiques, d'une taille de 80 caractères, il est décrit dans le tableau 3. On peut noter les points suivants :

- A la référence 5 du tableau, type de station, nous avons tenté d'harmoniser nos codes avec ceux de l'ASECNA. D'autre part d'après les définitions adoptées par la Direction de la Météorologie du Niger (Annuaires 1985, 1986) et que nous retiendrons, aux stations agroclimatologiques, en plus des observations des paramètres climatologiques, on effectue des observations sur les cultures ; aux stations bioclimatologiques sont effectuées en plus des paramètres climatologiques, des observations sur le développement du végétal en rapport avec ses maladies et les insectes nuisibles aux cultures.
- Les colonnes 61 à 80 du fichier d'identification ne seront sans doute pas conservées sous cette forme dans la version finale de PLUVIOM, pour les raisons suivantes :
 - les types de station (col. 61-62) et les paramètres climatiques mesurés (col. 63 à 72), variables dans le temps, seront reportés dans un fichier plus précis et daté, vraisemblablement un fichier comparable à l'historique des stations (cf. 2-3 ci-dessous).
 - Pour les années de début et de fin de fonctionnement, outre le fait que l'on ne soit jamais sûr de la fin d'une station, on n'est pas certain de ne pas retrouver des données antérieures publiées. Pour ces dates, seuls les inventaires de consistance des données seront fiables.

2.2 Fichier des correspondances des codes de stations

Il s'agit d'établir un tableau des correspondances entre nos numéros à 10 chiffres et ceux retenus par l'exploitant, l'OMM, l'ASECNA pour l'Afrique, etc.

Le tableau 4 présente ce fichier, qui est utilisé principalement en impression. Il pourrait néanmoins ne pas être retenu comme fichier indépendant dans la forme finale de PLUVIOM et serait alors groupé avec le fichier d'identification des stations (2-1).

TABLEAU 3
STRUCTURE DU FICHIER D'IDENTIFICATION DES POSTES PLUVIOMETRIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

Type	Colonne		Réf.	Selon références ci-contre, explications et/ou observations
i 10	1 10	NUMERO ORSTOM	1.	1. Valeur 1 01 00001 00 ≤ numéro ≤ 5 99 99999 99 3. <u>Coordonnées</u> exprimées en degré, minute et seconde (Greenwich) signe + pour NORD et EST (sic) cf. HYDROM. 4. <u>Altitude du sol, en mètre.</u> 5. <u>Type de station, actuellement :</u> <ul style="list-style-type: none"> 00 inconnu, valeur par défaut 01 poste pluviométrique, 02 pluviographe 05 station agroclimato ou bioclimatologique (cf. texte) 10 station climatologique 20 station synoptique.
A30	11 40	NOM DE STATION	2	
i 7 signé	41 47	LATITUDE	3.1	
i 8 signé	48 55	LONGITUDE	3.2	
i 5 signé	56 60	ALTITUDE	4	
i 2	61 62	TYPE STATION	5	
10 i 1	63 72	PARAMETRES MESURES	6	63 température de l'air 64 température dans le sol 65 humidité relative 66 évaporation (Piche, bacs, Gun-Bellani etc.) 67 évapotranspiration (lysimètres...) 68 vent (vitesse, direction) 69 rayonnement solaire 70 pression atmosphérique 71 pluviométrie 72 autres phénomènes (nébulosité, orages, éclairs etc.)
i 4	73 76	ANNEE DEBUT	7.1	
i 4	77 80	ANNEE FIN	7.2	7.1. <u>Année de début des observations</u> -même approximative- pour fixer les idées... 7.2 <u>Année de fin</u> , pour une station non observée depuis plus de 5 à 10 ans (?)

TABLEAU 4
STRUCTURE DU FICHIER DES CORRESPONDANCES DES CODES DES STATIONS

Type	Colonne		Réf.	Selon références ci-contre, explications et/ou observations
i 10	1 10	NUMERO ORSTOM	1.	<u>N.B.</u> Le nom "code" correspond à des données exprimées en alphanumérique et "numéro" à des données exprimées en numérique. 1. Valeur $1\ 01\ 00001\ 00 \leq$ numéro $\leq 5\ 99\ 99999\ 99$.
A1,i3	11 14	CODE ASECNA	2.	2. En Afrique, une lettre (par Etat) suivie d'un nombre par ordre croissant du Nord au Sud, en général. 3. D'après le découpage décrit dans : Messages météorologiques, stations d'observations, volume A, WMO/OMM n°9, Genève, 1986.
i 5	15 19	NUMERO OMM	3.	
A 10	20 29	CODE METEO LOCALE	4.	
A 11	30 40	AUTRE CODE	5.	

2.3 Fichier historique des stations

Bien que non encore mis en place, et à l'instar du fichier "dossier de station" d'HYDROM, il comprendra :

- le numéro de code ORSTOM à 10 chiffres
- la date, en année, mois et jour
- sur 62 caractères, par séries de 12 lignes, un texte libre dans lequel on portera principalement les changements d'observateur ou d'appareillage aux dates ci-dessus référencées, ou toute autre documentation utile (visite d'un contrôleur, ses impressions, etc.).

3 FICHIER DE LA PLUVIOMETRIE JOURNALIERE (ET MENSUELLE)

C'est le fichier essentiel que nous voudrions théoriquement unique et de toute façon de référence des données saisies et conservées puisque sa conception permet d'introduire indifféremment et progressivement selon les besoins :

- les totaux mensuels seuls si l'on ne souhaite faire qu'une saisie rapide, ou si ce sont les seules valeurs connues par publication
- les totaux décadaires seuls
- les totaux pentadaires seuls
- la pluviométrie journalière.

Cependant, les totaux annuels seuls connus (cas rare de très anciennes stations) ne peuvent être saisies dans ce fichier.

D'autre part, compte tenu des besoins, il y a lieu de faire un distingue entre :

- le fichier original, en l'état (code 0, colonne 17 du tableau 5), recopie intégrale du relevé de l'observateur, y compris les corrections apportées par le gestionnaire;
- le fichier complété, corrigé et homogénéisé -ancien opérationnel- (code 1), où sont portées des pluies reconstituées -à partir d'observations voisines- pour certains jours. Ce fichier de caractère PRIVE, n'a été actuellement établi à grand peine qu'en Côte d'Ivoire jusqu'en 1974, et n'est concevable en fait que pour un nombre limité de stations, à cette échelle journalière.
- Un fichier généré ex nihilo (code 9), fichier fourre-tout éminemment PRIVE, où chaque utilisateur placera ce qu'il veut : des mesures mélangées de reconstitutions, voire d'inventions sur des années quelconques, même à venir (2000, 2001.. etc.), au gré de ses besoins propres. Il est évident que de telles données ne doivent pas polluer les observations.

L'enregistrement mensuel de 220 caractères numériques, est décrit dans le tableau 5. On peut donner les précisions suivantes à son sujet :

- Référence 5.2 du tableau, commentaire d'état de la donnée journalière : Pour l'instant, ce commentaire journalier est une simple représentation d'un constat objectif de la mesure d'après la fiche de l'observateur, suivant ses notes. Un certain nombre de collègues souhaitent voir figurer ici un commentaire de la part du "superviseur" pour marquer les données journalières notoirement fausses, ce serait notre ancien code 7 qui se lisait "VALEUR

TABLEAU 5
STRUCTURE DU FICHIER DES PLUIES JOURNALIERES (ET MENSUELLES)

Type	Colonne		Réf.	Selon références ci-contre, explications et/ou observations
i 10	1 10	NUMERO ORSTOM	1.	<p>4. <u>Code</u> 0 pour fichier original, en l'état 1 pour fichier complété, corrigé, homogénéisé 9 pour fichier générée ex nihilo.</p> <p>5.1 <u>Pluie journalière</u>, exprimée en 1/10^e de mm.</p>
i 4	11 14	ANNEE	2	<p>5.2 <u>Commentaire d'état de la donnée journalière</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Rien à signaler, qu'il y ait pluie ou non (valeur par défaut) 1 TRACE notée par l'observateur 2 ROSEE " 3 GRELE " 4 NEIGE " 6 JOUR GROUPE, noté par l'observateur, qu'il y ait pluie ou non 8 RELEVE IMCOMPLET : il y a perte d'eau : le seuil a débordé, mesure défectueuse... 9 RELEVE MANQUANT
i 2	15 16	MOIS	3	
i 1	17	TYPE DE FICHIER	4	
31 fois i5i1	18 203	PLUIES JOUR + COMMENT. JOUR	5.1 5.2	<p>7. <u>Mois complet-incomplet</u> (porté automatiquement à la saisie).</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 mois COMPLET, il n'y a pas de commentaire journalier CJ = 9 7 mois INCOMPLET, au moins une fois CJ = 8 ou 9 9 mois ABSENT, tous les CJ = 9 <p>8. <u>Critique effectuée</u> : 0 NON 1 OUI</p>
i 6	204 209	TOTAL MENSUEL	6	
i 1	210	COMPLET	7	<p>9.1 <u>Commentaire mensuel de TOTAL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 0 RAS, rien à signaler, valeur par défaut 2 Total estimé trop FAIBLE (porté manuellement) 8 Total estimé trop FORT (idem)
i 1	211	CRITIQUE	8	
i 1 i 1 i 1	212 213 214	TOTAL FREQUENCE QUALITE	9.1 9.2 9.3	<p>9.2 <u>Commentaire mensuel de FREQUENCE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 0 RAS - Valeur par défaut 3 Relevés considérés NON QUOTIDIENS (porté manuellement) 4 JOURS GROUPES connus par la source (automatique) - au moins un CJ = 6 6 Relevés PENTADAIRE (porté automatiquement) ; tous les CJ = 6 7 Relevés DECADAIRE (automatique) ; tous les CJ = 6 8 Relevé MENSUEL (automatique) ; tous les PJ = 0 et les CJ = 6
i 2	215 216	Nb. JOURS $P \geq 0.1 \text{ mm}$	10.1	
i 2	217 218	Nb. JOURS $P \geq 0.5 \text{ mm}$	10.2	
i 2	219 220	Nb. JOURS $P \geq 10.0 \text{ mm}$	10.3	<p>9.3 <u>Commentaire mensuel de QUALITE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 0 RAS, valeur par défaut 4 LEGER DOUTE - ancien JIRD = 2, douteux mais utilisable (manuel) 5 MULTIPLES en nombres estimés exagérés (automatique et manuel) 6 mois considéré TRES DOUTEUX, INUTILISABLE en l'état (manuel) <p>10. <u>Nombres de jours calculés automatiquement à la saisie</u></p>

SUPPOSEE FAUSSE, INUTILISABLE". L'avantage de retenir cette proposition serait de saisir directement un fichier hybride entre le fichier en l'état et UN fichier "opérationnel" sans passer par la lourdeur d'un fichier dupliqué ; cependant j'estime que cela reviendrait à mélanger :

- **un constat objectif de mesure ou d'absence de mesure d'une part ;**
- **une appréciation , toujours subjective de la mesure, d'autre part.**

- **Dans le fichier complété, critiqué et homogénéisé, en projet et qui devrait avoir la même structure -avec un code 1 en colonne 17 si cette conception est conservée dans PLUVIOM- il y aura lieu de prévoir le commentaire suivant d'état de la donnée journalière (qui pourrait être alphanumérique) :**

Code M pour une journée dont la pluviosité aura été modifiée.

4 FICHIER DES TOTAUX MENSUELS (ET ANNUELS)

Rappelons que chaque enregistrement correspond à une année calendaire, et non hydrologique.

Bien que nous ne souhaitions pas conserver ce fichier "en archive" pour la version du fichier original, en l'état (tout étant déjà conservé dans le fichier de pluviométrie journalière), il sera néanmoins nécessaire de prévoir la conservation du fichier complété, corrigé et homogénéisé (CCH). En effet, cette dernière version, aboutissement de longs travaux de complément des données par comparaison interpostes -voire par des méthodes plus sophistiquées- et d'homogénéisation par différents procédés (double cumul, vecteurs..), comprend des valeurs mensuelles pouvant être différentes de celles du fichier original et qu'il y a lieu de conserver quelque part, et autant que possible sous une forme informatisée.

La structure retenue, de 114 caractères, est présentée dans le tableau 6.

Il faut noter que les totaux mensuels et annuels seront transcrits, à partir des pluies journalières, en valeurs corrigées, selon les coefficients de correction systématique rappelés ultérieurement sur le même fichier, et cela naturellement dans les fichiers non en l'état.

Enfin les codes des résultats annuels (6.1 et 6.2) et constat final (6.3) sont ceux qui avaient été retenus sur les cartes perforées.

TABLEAU 6
STRUCTURE DU FICHIER DES TOTAUX MENSUELS (ET ANNUELS)

Type	Colonne		Réf.	Selon références ci-contre, explications et/ou observations
i 10	1 10	NUMERO ORSTOM	1.	<p>2. <u>Année calendaire, obligatoire</u></p> <p>3. <u>Type de Fichier, et/ou état d'avancement du travail, de complément, correction et homogénéisation (CCH)</u></p>
i 4	11 14	ANNEE	2	<p>0 Fichier en l'état, recopie intégrale du fichier journalier</p> <p>1 Complément simple, effectué à vue</p> <p>2 Complément par d'autres méthodes (plus sophistiquées)</p> <p>5 Homogénéisation à l'échelle annuelle, en plus du complément</p> <p>6 Homogénéisation à l'échelle mensuelle, en plus du complément</p> <p>9 Fichier généré - PRIVE.</p>
i 1	15	TYPE OU AVANCEMENT	3	
12 fois	16	TOTAUX MENSUELS	4	4 et 5 <u>Totaux mensuels et annuels : valeurs corrigées par les coefficients de correction systématique (7) ci-dessous, si nécessaire</u>
i 6	87			6.1 <u>Résultats annuels du travail de complément et correction</u>
i 6	88 93	TOTAL ANNUEL	5	<p>0 laissé en l'état</p> <p>1 au moins une valeur mensuelle est COMPLETEE, à vue</p> <p>4 au moins une valeur mensuelle est CORRIGEE, à vue</p> <p>5 au moins un mois est COMPLETE ET un autre CORRIGE, à vue</p> <p>9 Valeurs générées - PRIVEES</p>
i 1 i 1 i 1	94 95 96	RESULTATS COMPLEM. CORRECT. HOMOGEN.	6.1 6.2 6.3	6.2 <u>Résultat annuel de l'homogénéisation</u>
3 fois	97	COEF. CORRECT. JUSQU'A MOIS M	7	<p>0 RAS, laissé en l'état toute l'année</p> <p>6 CORRECTION SYSTEMATIQUE, sur un ou plusieurs mois</p> <p>7 TOTAL ANNUEL RECONSTITUE, par homogénéisation (vecteur...)</p> <p>8 au moins un ou plusieurs TOTAUX MENSUELS RECONSTITUES, (homogénéisation...)</p> <p>9 Valeurs générées ex nihilo</p>
i 4, i 2	114			6.3 <u>Constat final éventuel</u>
				<p>0 RAS, laissé en l'état toute l'année</p> <p>2 données à considérer comme DOUTEUSES</p> <p>3 données à considérer comme FAUSSES</p> <p>9 Valeurs générées - PRIVEES</p>
				7 <u>Trois coefficients de correction systématique, donnés avec quatre chiffres significatifs (0786 pour 0,786 etc.) jusqu'au mois à corriger compris -01 pour janvier etc. - Par défaut valeurs 0000 et 00.</u>

5 FICHIER DES TOTAUX ANNUELS, STOCKES PAR DECENNIE

Ce fichier -tableau 7- destiné principalement à des programmes utilitaires (statistique DIXI.OI, VECTEUR etc.) reprend un type de cartes perforées utilisées de longue date. Nous y avons introduit le mois de début de l'année hydrologique (colonnes 15 et 16).

**TABLEAU 7
STRUCTURE DU FICHIER DES TOTAUX ANNUELS, STOCKES PAR DECENNIES**

Type	Colonne		Réf.	Selon références ci-contre, explications et/ou observations
i 10	1 10	NUMERO ORSTOM	1.	<p>2. Décence</p> <p>obligatoirement une dizaine ronde : 1870 pour la décence 1870 à 1879, 1980 pour 1980 à 1989 compris etc.</p>
i 4	11 14	DECENNIE	2	<p>3. Mois de début de l'année hydrologique, exemples :</p> <p>01 Pour l'année calendaire 07 Pour l'année hydrologique de juillet à juin</p>
i 2	15 16	MOIS DE DEBUT ANNEE HYDROL	3	<p>4.1 Totaux annuels</p> <p>Exprimés en 1/10^e de mm, dans l'ordre : total de l'année dont le millésime est terminé par un 0, par un 1... un 9</p>
10 fois i 6, i 1	17 87	TOTAUX ANNUELS TYPE OU AVANCE- MENT	4.1 4.2	<p>4.2 Type de fichier et/ou état d'avancement du travail de complément, correction et homogénéisation : Recopie de la colonne 15 du fichier des totaux mensuels et annuels</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Fichier en l'état, recopie intégrale du fichier journalier 1 Complément simple, effectué à vue 2 Complément par d'autres méthodes (plus sophistiquées) 5 Homogénéisation à l'échelle annuelle, en plus du complément 6 Homogénéisation à l'échelle mensuelle, en plus du complément 9 Fichier généré - PRIVE.

**LES FICHIERS PLUVIOGRAPHIQUES
AU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE DE L'ORSTOM**
J. GUISCAFRE

Le premier fichier pluviographique de l'ORSTOM a été conçu fin 1969 pour l'exploitation systématique des informations propres aux bassins représentatifs et expérimentaux (1).

Il a été adopté la méthode "à pas de temps variable", permettant la reconstitution de la chronique des tranches des différentes intensités moyennes sur de courts intervalles de temps, en notant à chacun des instants "fin de l'intervalle de temps" définis en date spécifique (année, mois, jour, heure, minute), la hauteur cumulée d'eau tombée depuis le début de l'averse ou une autre origine de temps antérieure, telle que la date de pose du diagramme.

Le codage de la totalité de la chronique date-hauteur d'eau cumulée d'une station-année se concrétisait par un fichier de cartes dites des "*Relevés Pluviographiques Intégraux - R.P.I.*", séquencées annuellement.

Ce fichier était produit soit par perforation de bordereaux de codage manuel, soit en sortie du programme de traitement du dépouillement semi-automatique au lecteur de point.

L'utilisation de ce fichier de plus en plus fréquente fit apparaître deux inconvénients majeurs :

- le premier est dû à la forme du fichier : les données d'une station-année forment en quelque sorte un monolithe. Ce caractère lui apportait une sécurité certaine d'emploi, mais rendait assez difficile toute correction ou constitution, si nécessaire, d'un fichier opérationnel suivant la même organisation.
- Le deuxième est une perte d'information, qu'il fallait suppléer par un retour aux originaux :
 - perte de connaissance de l'appareillage de mesure qui conditionne les limites d'exploitation,
 - perte d'une mesure de contrôle : celle du seuil,
 - perte, en cas d'anomalie de fonctionnement de l'enregistreur, de toute information récupérable.

C'est ce qui nous a conduit en 1976 à concevoir un nouveau type de fichier tout en apportant un minimum de modification dans les principes de dépouillement des diagrammes.

1 LE FICHIER ACTUEL

Le fichier actuel, à quelques minimes modifications près, a la même structure que celui élaboré en Tunisie en 1977-78 (3)

1.1 Forme du Fichier (5)

Pour la forme, le principe même de la mise en place du fichier : chronique des dates-hauteurs d'eau cumulée ayant pour origine le début de l'averse ou une autre origine de temps antérieure, nous a conduit tout naturellement à adopter l'enregistrement variable, représentatif d'un diagramme ou d'une séquence pluvieuse, avec pour clé de gestion l'association "identification + date d'origine".

Le stockage de l'information pluviographique mettant côte à côte des informations de provenances diverses tant en fonctionnement qu'en restitution, nous a conduit à introduire deux concepts, caractérisés chacun par un code, l'un de "précision", l'autre de "qualité".

On a adjoint à l'ensemble deux valeurs de contrôle :

- un rapport temps ;
- la hauteur de pluie ayant transité par le capteur.

En résumé, un enregistrement représente une chronique date-hauteur d'eau cumulée d'une séquence pluvieuse enregistrée au poste "identification" couvrant la période ayant pour origine, la "date origine" et pour fin, la date du dernier point de la chronique ; durant cette période les conditions de codage et de restitution ont été identiques, la transformation des temps s'est faite avec une dérive (chronographe en général) dans un "rapport temps", et par le capteur a transité un certain volume d'eau équivalent à H dixièmes de mm de pluie aux conditions de mesure et d'évaporation près (Fig. I).

Dans la chronique les dates sont en seconde, les hauteurs en 1/10 mm.

TRACES D'ENREGISTREMENT

FIG. 1

1 - FICHIER PLUVIOGRAPHIQUE - R. P. I.

2 - FICHIER IDENTIFICATION - HISTORIQUE APPAREILLAGE

1.2 Paramètre de "Précision"

Le stockage de l'information pluviographique met côte à côté des informations provenant d'appareillages divers équipant différentes stations ou une même station pluviographique durant son existence. Cet appareillage conditionne les limites d'exploitation des informations qu'il fournit.

Faisant abstraction de tout problème que pourrait poser le système d'enregistrement des hauteurs d'eau, l'une des principales limites pourrait s'énoncer : "jusqu'à quelle durée minimale peut-on descendre dans l'évaluation d'une intensité avec ce type d'appareil ?".

Une échelle de "précision" en 7 classes de 0 à 6 est actuellement utilisée ; elle est établie à partir des vitesses d'enregistrement des chronographes (4 & 5).

A ces classes sont liés certains seuils de dépouillement de contrôle lors de la mise en place du fichier, et d'exploitation (tableau I).

1.3 Paramètre de "Qualité"

Ce paramètre reflète la restitution de l'information et bien sûr la mise en place du fichier, ses valeurs sont actuellement les suivantes :

- 1 - Diagramme dépouillé au digitaliseur ou enregistrement codeur
- 2 - Diagramme dépouillé manuellement
- 3 - Transformation de l'ancien fichier image-carte
- 4 - Diagramme avec recalage dans le temps
- 5 - Diagramme reconstitué
- 6 - Diagramme issu d'une précipitation solide ou d'un bouchage partiel.
- 9 - Diagramme "lacune"

Les codes 1 à 3 reflètent un fonctionnement normal du pluviographe.

Le code 3 est un code temporaire, il peut être remplacé par un des autres codes après des compléments, ce qui entraîne un retour aux archives.

Les codes 4 et 5 sont des codes opérationnels.

TABLEAU I

PRECISION - VALEURS

Vitesse de déroulement : Code : théorique : mm/h	Durée minimale de l'Intensité-durée : min	Ecart de temps (dt) entre 2 relevés avec pluie			Seuil de contrôle des intensités		
		Maximal : ITV : min	Minimal : ITS : min	Exceptionnel : IT : min	I. forte : p.dT : INH : mm/h	ITS : INS : mm/h	
Inconnue : 0	-	-	-	-	-	-	-
- < 1,6	1	60	240	60	45	30	15
1,6 ≤ - < 3,2	2	30	180	25	20	45	20
3,2 ≤ - < 10,	3	15	150	12	10	60	30
10, ≤ - < 20,	4	5	120	4	23	120	60
20, < - ≤ 50,	5	2	90	2	1	150	90
50, < -	6	1	60	1	1	180	120

Le code 6 reflète des diagrammes dont la relation date-pluie a été faussée pour diverses raisons mais dont on veut conserver l'allure : chute de grêle, neige, bouchage partiel.

Le code 9 caractérise les diagrammes ou la partie de diagramme comportant une anomalie : dans cet enregistrement l'on retrouve -si elles existent- la hauteur cumulée enregistrée pendant l'anomalie, la hauteur du seuil correspondante.

Bien entendu un bouchage même partiel du système de réception est une anomalie, mais si la mise en charge n'est que temporaire, dans ce cas l'on pourra récupérer l'allure générale de l'averse en déclassant, dans l'échelle de précision, le diagramme.

Ainsi, avec les diagrammes "lacune" et ce déclassement dans l'échelle de précision, nous pouvons récupérer le maximum d'informations.

Lors de l'exploitation de ce fichier il suffira de fixer la précision minimale et la qualité maximale admises pour que tout diagramme ne satisfaisant pas à ces critères soit considéré comme "lacune".

1.4 Le Fichier "Identification-Historique-Appareillage"

Le fichier pluviographique est doublé d'un fichier *Identification-Historique-Appareillage* comprenant, pour chaque station, la période de fonctionnement de l'appareil décrit sommairement, avec son paramètres de précision et ses caractéristiques d'appareillage (Fig. I-2).

Ce fichier contrôle la mise en place du fichier pluviographique.

2 GESTION DU FICHIER PLUVIOGRAPHIQUE (fig. 3 - Tabl. 2).

Le fichier est actuellement géré sur gros système IBM, antérieurement au CIRCE, maintenant au CNUSC.

Celui-ci est constitué à partir de multiples sources :

- dépouillement manuel :
 - bordereau type ancien fichier (I-C COH 108-519),
 - Bordereau Type "Tunisie"
- Numériseur
- Cartouche de Codeur

PLUVIOGRAPHIE

Proposition d'une échelle de "Précision"

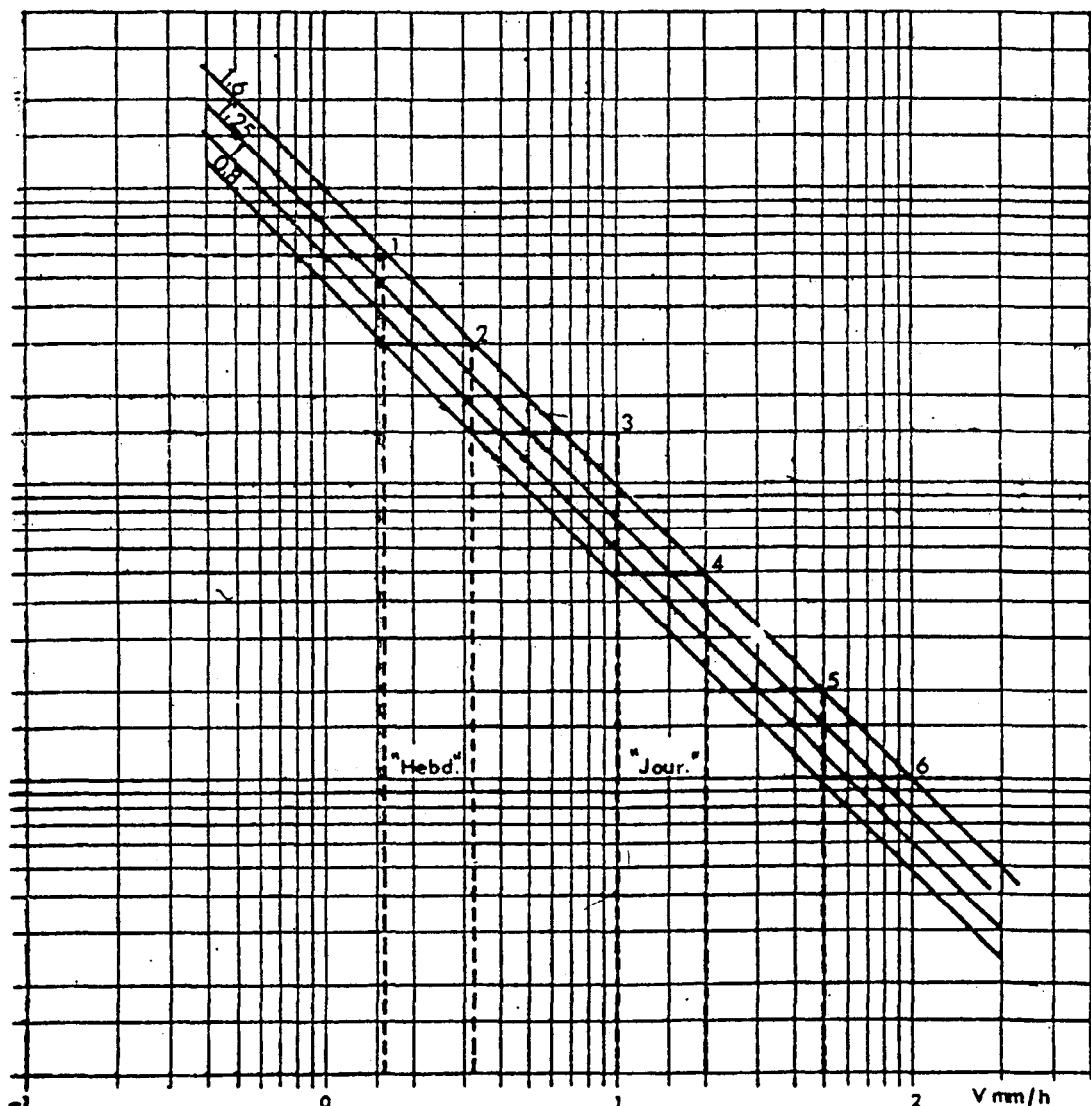
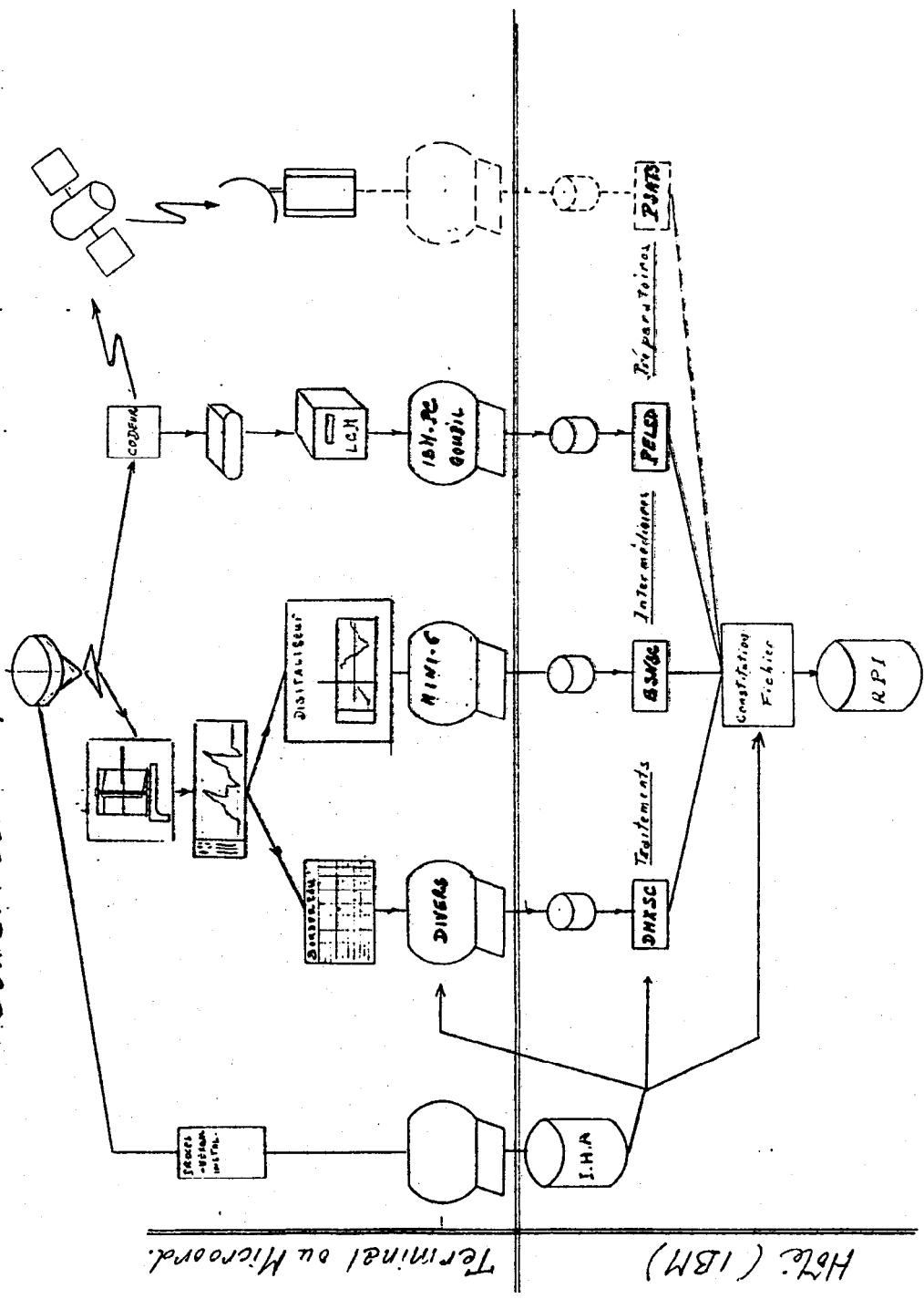


Fig 3.

Constitution Fichier R.P.T.



LABORATOIRE
d'HYDROLOGIE

PLUVIOMÉTRIE

Constitution et Gestion des Fichiers

Fichier	I.H.A.	R . P . I .			
ORIGINE	Procès-Verbaux d'installation	Diagrams			
TRAITEMENTS INTERMÉDIAIRES		TICEV & MQRPI	DMPSC ou DMGSC	BSNSC	PELSYD
MISE EN PLACE	MJIHA		CFRPI		
GESTION	ST IV EX IHA CP CS		ST IV EX CP RPI CS IM		
SAISIE	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <div>I - C</div> <p>ou</p> <div>MINI-6</div> </div> <div style="text-align: center;"> <div>I - C</div> <p>COH 108 COH 519 PR <= 4</p> </div> <div style="text-align: center;"> <div>I - C</div> <p>Codage manuel PR <= 4</p> </div> <div style="text-align: center;"> <div>BENSON</div> <p>MINI-6</p> </div> <div style="text-align: center;"> <div>LCM</div> <p>GOUPIL IBM-PC</p> </div> </div>				

Les différents types de fichiers issus de ces sources sont transformés en un fichier intermédiaire servant d'entrée au programme de constitution du fichier pluviographique (CFRPI).

La saisie par numériseur est provisoirement arrêtée : le logiciel développé antérieurement sur MINI-6 Bull est en cours d'adaptation sur compatible IBM-PC avec intégration dans PLUVIOM.

3 EXPLOITATION DU FICHIER (Tabl. 3)

Le fichier pluviographique est principalement exploité au moyen du programme POH 126, synthèse des anciens programmes POH 123 à 126 (2), ou directement avec utilisation de la sousroutine LEVRPI.

Le programme POH 126 est un programme à options effectuant des traitements types et pouvant fournir des fichiers secondaires ; suivant le découpage choisi, ces options sont :

- Découpage en averses :
 - pluie excédentaire et pluie utile
 - hyéogramme classé
 - hyéogramme centré
 - Indice d'agressivité de WYSCHMEYER
- Découpage à pas de temps fixe :
 - pluie journalière
 - pluie à pas de temps sous multiple de 24 h.

4 INTEGRATION DANS LE LOGICIEL PLUVIOM

L'information pluviographique engendre des fichiers d'autant plus volumineux qu'elle est précise, aussi l'intégration de la gestion et de l'exploitation dans PLUVIOM exigera que les micro-ordinateurs disposent de capacité de stockage assez importantes.

Pour être géré au mieux, sur micro-ordinateur, le fichier subira probablement une métamorphose mais restera identique sur gros système.

Nous profiterons de cette adaptation pour définir une nouvelle échelle de "précision" afin d'intégrer d'une manière plus rigoureuse les informations fournies par codeurs soit directement, soit télétransmises.

Les étapes de cette intégration dans PLUVIOM pourraient être :

PLUVIOMÉTRIE

Exploitation Fichier

		POH 126 - (LEVRPI)							MAIN (LEVRPI)
DECOUPAGE		AVERSE	(SEPARP)		TEMPS FIXE		VARIABLE		
SOUS ROUTINES		EXCES	WISCH	HYECLA *	HYETO *	INTH	INTJ	HMXT **	(Divers)
155	PRODUIT	Pluie exced. & Pluie utile	Agressivité Erosive	Hyéogramme Classé — Hmx par Tranche de T $5 \leq T \leq 180$ mm	Hyéogramme Centré autour de Hmx par tranche de 5 & 10 mm	H en T mn $1 \leq T \leq 1440$ + CLASSEMENT	PLUIE JOURNALIERE	H mx > Hs en T mn $1 \leq T \leq (1440)$ (classement)	
	LIMITATIONS			Averse : > H mm & T mn Tranche > Hs mm	Averse : > H mm & T Tranches 10 mn	CLASSEMENT	DECALAGE ORIGINE	VALEURS de H & T	
	FICHIERS AUXILIAIRES			Enregist. par averse	Enregist. par averse	Enregist. par jour	COH 101	Distribution par T	
S T	CLASS T + (GROUP T)			POH 137	POH 137	POH 136 *	POH 141		
A T	TRAIT			POH 142				POH 129	POH 142
BUT	ECOULEMENT	EROSION	I - D - F Hyéo projet	Hyéogramme projet	I - D - F	I - D - F	I - D - F	ECOULEMENT	

- 1 - Constitution du fichier pluviographique ; avec priorité à la saisie par numériseur**
- 2 - Préparation des fichiers secondaires**
- 3 - Exploitation complète, type POH 126, et... ?**

Mais, pour rester dans l'esprit de PLUVIOM, nous estimons que, vus les développements possibles dans la 3ème étape, celle-ci associée à la deuxième ferait plutôt l'objet d'un logiciel indépendant ; PLUVIOM se limiterait alors à la constitution du fichier pluviographique et la préparation du fichier secondaire de pluviométrie journalière standard.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) P. DUBREUIL "L'exploitation systématique des données de bassins représentatifs en traitement informatique". Cah. ORSTOM, série Hydrol. Vol. VIII, 3, 1971. p.3-45.
- (2) G. GIRARD , P. CHAPERON "Traitement automatique de l'information pluviographique". Cah. ORSTOM, série Hydrol. Vol. VIII, 3, 1971, p. 83-117.
- (3) J. GUICAFRE "Fichier pluviographique. Règles de dépouillement des pluviogrammes". ORSTOM-DRES, Ministère Agriculture, TUNIS. Déc. 1978, 33 p. + 29 graph.
- (4) J. GUICAFRE "Réflexions sur la "précision" d'un pluviographe". La Météorologie VI, Série N° 20. Numéro spécial "Précipitations et Hydrologie", 1980, p. 54 à 57.
- (5) J. GUICAFRE "Conception du nouveau fichier pluviographique de l'ORSTOM". 3ème Colloque Informatique et Biosphère : Hydrologie, Cycle de l'Eau et Informatique. 21-24 Avril 1981 - PARIS.

DISCUSSION GENERALE

Pour FRITSCH, HYDROM était compliqué dans sa conception mais simple dans son utilisation. A la suite des exposés, PLUVIOM paraît encore plus compliqué dans sa conception. On peut donc s'inquiéter pour sa simplicité d'utilisation. POUYAUD le reconnaît mais pense que ce sera plus clair d'ici un an ou deux. ROCHE souligne que la critique des données doit intervenir à deux niveaux : critique préalable à la saisie (critique à vue) et contrôle du type double cumul ou vecteur régional. La comparaison des relevés journaliers de plusieurs stations est une technique de contrôle simple et performante.

POUYAUD pense que pour la pluviométrie, il y a une grande diversité de traitements possibles en fonction des objectifs de chacun. Cette diversité existe beaucoup moins en hydrométrie.

ELOGE DE LA METHODE POUR DEVELOPPER LES LOGICIELS

T.LEBEL

L'hydrologie, science de l'environnement qui a du mal à définir ses perspectives scientifiques, se tourne de manière croissante vers l'informatique pour l'aider à résoudre ses problèmes de programmation. Ce faisant, elle est contrainte de sortir de l'ère préhistorique où chacun développait son logiciel pour résoudre des problèmes spécifiques. Des hydrologues, considérant l'extrême particularité (selon eux) de leurs problèmes numériques, statistiques et de leurs techniques de modélisation, ont longtemps regardé des hauteurs de leurs certitudes, les efforts des géologues ou autres géographes développant des logiciels d'utilisation très générale et allant jusqu'à les commercialiser. Lorsque la télédétection a fait irruption sur la scène, il a également été clair d'entrée de jeux qu'elle ne pouvait être utile à l'hydrologie que de manière marginale. Justifiée ou non sur le plan scientifique, cette attitude nous a éloigné encore un peu plus du savoir-faire, (impératif pour exploiter correctement la masse de données fournie par les satellites) qui s'améliorait sans cesse dans le domaine de la conception des logiciels. Aujourd'hui l'heure des systèmes experts a sonné et les regards se tournent plein d'espoir vers ces nouveaux sauveurs de l'hydrologie en danger. Quiconque fait preuve d'un minimum de clairvoyance peut anticiper le développement de tels systèmes dans les sciences de l'environnement de la décennie à venir. La question dès lors est de savoir si nous devons attendre qu'on nous vende des systèmes, plus ou moins bien adaptés de systèmes mis au point pour d'autres propos, ou bien si nous devons faire l'effort d'acquérir le savoir-faire nécessaire à la réalisation de tels systèmes à partir d'un cahier des charges soigneusement réfléchi au préalable. Mais avant même que de songer à réaliser des systèmes sophistiqués, interrogeons-nous sur notre capacité du moment à développer des logiciels classiques, utilisant au mieux les moyens techniques des ordinateurs actuels dans le domaine de la représentation graphique et des réseaux notamment, des logiciels portables, évolutifs, interconnectables.

Cette capacité est d'une importance particulière à l'ORSTOM du fait de la diversité de nos missions : opérationnelles, de recherche et d'enseignement. Contrairement à la plupart des laboratoires universitaires ou du CNRS, nous n'avons pas d'autre choix que de placer nos activités de recherche dans la perspective de nos missions opérationnelles Outre-Mer. Cette exigence est contraignante car elle nous oblige à développer nos logiciels de manière à ce qu'ils soient utilisables aisément dans des contextes très variés et par du personnel pas nécessairement formé aux manipulations informatiques. C'est en même temps un atout car nos efforts pour améliorer la

qualité de nos logiciels ont des effets multipliés par leur nombre d'implantations. Nous avons la chance d'être obligé de bien faire ce travail si nous voulons qu'il soit efficace. Est-ce le cas ?

Dans l'univers de pénurie relative propre à la Recherche, il est surprenant de constater le peu de moyens consacrés à rentabiliser nos investissements en matériel informatique. Nous sommes prêts à nous battre pour acheter du matériel si possible récent donc relativement coûteux, mais ensuite sur quels éléments rationnels nous appuyons-nous pour l'utiliser au mieux ? Mettre au point une méthodologie permettant de définir nos besoins et de développer le(s) logiciel(s) qui y satisferont semble au delà de nos forces : trop lourd, effort disproportionné avec les résultats escomptés. Il est vrai que ce type de travail est long, qu'il ne peut être démarré puis arrêté puis redémarré au gré des humeurs et des disponibilités en personnel.. L'investissement est refusé parce que ses effets sont masqués, semblables en cela à ceux qui résultent d'une meilleure organisation ou d'une meilleure circulation de l'information. Quelles seraient les grandes lignes d'un projet permettant d'améliorer l'efficacité de ce type d'investissement ?

On peut réfléchir à :

1. Définir des niveaux de logiciel en fonction de certains critères :

- + fiabilité
- + documentation
- + degré de diffusion
- + rentabilité

2. Cataloguer les langages à utiliser en fonction :

- + des objectifs du logiciel
- + du niveau recherché

3. Etablir pour chaque niveau un manuel traitant du développement des logiciels et de leur documentation.

4. Regrouper les logiciels en bibliothèques remises périodiquement à niveau, sous la responsabilité d'une personne bien identifiée.

Ce type de travail requiert une organisation qui ne sera pas discutée ici. Tout au plus peut-on indiquer que l'organisation de stages et de séminaires ainsi qu'une amélioration de nos circuits de communications en sont à coup sûr les prémisses indispensables.

Une des tâches les plus importantes à laquelle nous devons faire face aujourd'hui est d'identifier les domaines dans lesquels le développement de logiciels performants (interactifs, modulaires, évolutifs, ...) est devenu prioritaire, soit parce que le retard s'y est accumulé, soit parce que la progression de nos connaissances ou de nos outils est bloquée en l'absence de tels logiciels. C'est ce à quoi nous nous sommes attachés en développant une chaîne de traitement de données spatialisées. Ce travail est très caractéristique de notre mode artisanal de fonctionnement actuel et de ces deux points de vue au moins :

- a) **il répondait à un besoin non exprimé au sein de l'ORSTOM mais néanmoins facile à détecter vu que les objectifs d'ensemble étaient clairement définis (cartographie; estimation de valeurs ponctuelles ou spatiales) et il s'est déroulé comme une succession plus ou moins planifiée de quasi-improvisations.**

Certains éléments positifs sont à retenir :

- + **définition de formats standards pour des fichiers de travail servant de points d'entrée obligatoire dans la chaîne de traitement à différents niveaux.**
- + **mise au point d'une documentation concernant les fichiers et les logiciels développés.**
- + **essais de standardisation du dialogue entre l'utilisateur et le logiciel.**
- + **regroupement des outils développés à cette occasion en bibliothèques rassemblant des utilitaires, des outils graphiques, des fonctions statistiques etc.**
- + **et pour finir, logiciels fiables et d'une utilisation relativement aisée.**

L'inventaire des points négatifs n'est pas négligeable pour autant.

- + **difficulté à tenir les délais de réalisation.**
- + **dérapages par rapport aux objectifs initiaux, entraînant des conceptions erronées et des lourdeurs inutiles.**
- + **notices utilisateurs souvent perçus comme inutilement compliquées.**
- + **évolution, portabilité et maintenance des produits difficile à réaliser.**

Etape	Fonctionnalité du logiciel	Spécifications du logiciel	Analyse détaillée et implantation	Test	Mise en place	Maintenance
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> - fonctions du logiciel - niveau de développement souhaité - interfaces avec autres logiciels - interfaces avec banques de données - interaction avec l'utilisateur 	<ul style="list-style-type: none"> - enchaînement des fonctions - données nécessaires et accès - développements ultérieurs envisagés - choix d'un langage - choix d'un matériel - définition du niveau de portabilité 	<ul style="list-style-type: none"> - structure interne répondant aux standards - documentation interne - interfaces 	<ul style="list-style-type: none"> - Le logiciel remplit-il les spécifications ? - Est-il en accord avec les standards ? - Comportement des différents modules face à erreurs utilisateur ou entrées - Le degré de fiabilité général souhaité est-il atteint ? - Test par utilisateurs non avisés. 	<ul style="list-style-type: none"> - construction de bibliothèques - sauvegardes - documentation : fichiers, manuel utilisateur, notice d'emploi rapide. 	<ul style="list-style-type: none"> - Répertorier les mauvais fonctionnements. - Faire les corrections nécessaires. - Actualiser la documentation et les bibliothèques.
Document support	Manuel destiné au la documentation	développement et à	Manuel du programmeur pour langage choisi et type de développement souhaité		Notice système. Catalogues des bibliothèques.	
UR, groupe ou personne responsable	Définir une collectivité concernée.	Groupe de travail - Chercheur responsable - Programmeur	Chercheur responsable et programmeur	Chercheur responsable et programmeur	Programmeur et Ingénieur système	Ingénieur système

Tableau 1 : Planification en vue du développement d'un logiciel

Cette première expérience a montré que pour développer ce type de logiciel dans de bonnes conditions, une certaine planification préalable était nécessaire, du type de celle esquissée dans le tableau ci-joint. La mise en oeuvre d'une telle planification ne peut avoir un sens qu'à travers la mise sur pied de véritables projets informatiques dont on soit capable de définir les spécifications au préalable et de contrôler la manière dont elles sont progressivement atteintes.

Le développement d'une banque de modèles hydrologiques pourrait être l'occasion de tester la pertinence des concepts définis ci-dessus compte tenu des contraintes de notre environnement de travail.

La modélisation hydrologique destinée à la reconstitution ou à la prévision des débits écoulés à un exutoire quelconque est encore largement considérée comme l'apanage d'une poignée de spécialistes, qu'ils soient simples utilisateurs ou à plus forte raison concepteurs de modèles. Il est vrai que la conception de ces modèles reste un art autant qu'une science, et qu'aucun d'eux ne s'est jamais imposé comme supérieur aux autres au point de le faire adopter comme un étalon standard auquel on puisse référer les résultats obtenus à l'aide de tout modèle appartenant à la même catégorie. Rien dans l'évolution actuelle de nos connaissances hydrologiques ne peut nous faire supposer que cet état de fait changera soudainement et il est dès lors logique de croire que seule une approche comparative fondée sur l'utilisation conjointe de plusieurs modèles est à même de fournir les réponses les plus complètes aux problèmes traités. Or la manière dont sont conçus les logiciels de modélisation hydrologique est le plus souvent incompatible avec une telle utilisation.

Un modèle hydrologique de simulation d'apports n'est en général qu'une succession d'algorithmes, mathématiquement simples mais enchevêtrés de façon tellement inextricable au niveau du code informatique que seul celui qui l'a écrit (ou quelques pairs initiés) peut le comprendre et l'améliorer le cas échéant. Considérant que ces modèles ont tous un objectif semblable, qu'ils sont basés sur des concepts suffisamment voisins pour être interchangeables, que leurs techniques de calcul sont analogues (par exemple l'optimisation), et que les critères d'appréciation de la qualité des résultats leur sont pareillement applicables, aucune raison inhérente à la nature de ces modèles ne peut expliquer leur complexité formelle.

Une écriture plus lisible, mieux structurée et obéissant à des règles communes à tout logiciel d'une catégorie donnée améliorerait nos capacités de développement et serait d'un bénéfice immédiat pour les utilisateurs :

- en évitant de réécrire plusieurs fois des algorithmes équivalents sous des formes qui les rendent inidentifiables;

- en facilitant le partage des tâches de développement entre plusieurs chercheurs ou informaticiens travaillant simultanément ou séquentiellement et dispersés géographiquement;
- en autorisant des échanges aisés de modules remplissant des fonctions comparables;
- en permettant ainsi de comparer rapidement les performances de différentes combinaisons de ces modules pour chaque cas particulier.
- en offrant à l'utilisateur un dialogue standard servant de point de repère d'un modèle à l'autre.

On voit que le concept central de cette approche est celui de la programmation modulaire et structurée. Ce type de programmation permettrait de créer de véritables boîtes à outils, accessibles au programmeur sous forme de code source et à l'utilisateur sous forme de logiciels interactifs d'activation de ces modules. Dans l'état actuel de nos connaissances et de nos capacités à modéliser les mécanismes hydrologiques pertinents, cette démarche du type génie logiciel est une des seules qui soit susceptible de faire progresser l'état de l'art en matière de modèles de simulation d'apports. Ceci ne sera possible que grâce à un véritable projet informatique fondé sur une réflexion adéquate. Cependant dans un organisme de recherche où le soutien logistique informatique est limité, une telle démarche signifie que chaque chercheur impliqué y participe dans la mesure de ses moyens. Plus précisément, on est en droit d'exiger des chercheurs développant des modules intégrables dans cette banque de logiciels en cours de constitution, qu'ils respectent certaines règles qui rendront leurs outils facilement utilisables.

Il s'agit donc à ce stade de définir l'organigramme type d'un modèle hydrologique, d'identifier ses différentes couches et d'établir pour chacune d'elle un formalisme. Dans le schéma de la figure 1, on a esquisonné la stratification d'un modèle conceptuel global. On remarquera que l'opérateur de transformation pluie-débit constituant le noyau de l'ensemble fonctionne sur un pas de temps, le temps étant supposé discrétréisé puisque ce type de modèle ne résout analytiquement aucune équation différentielle. Le temps n'apparaît donc pas en tant que tel au niveau du noyau et l'enchaînement des pas de temps est géré par la couche supérieure .

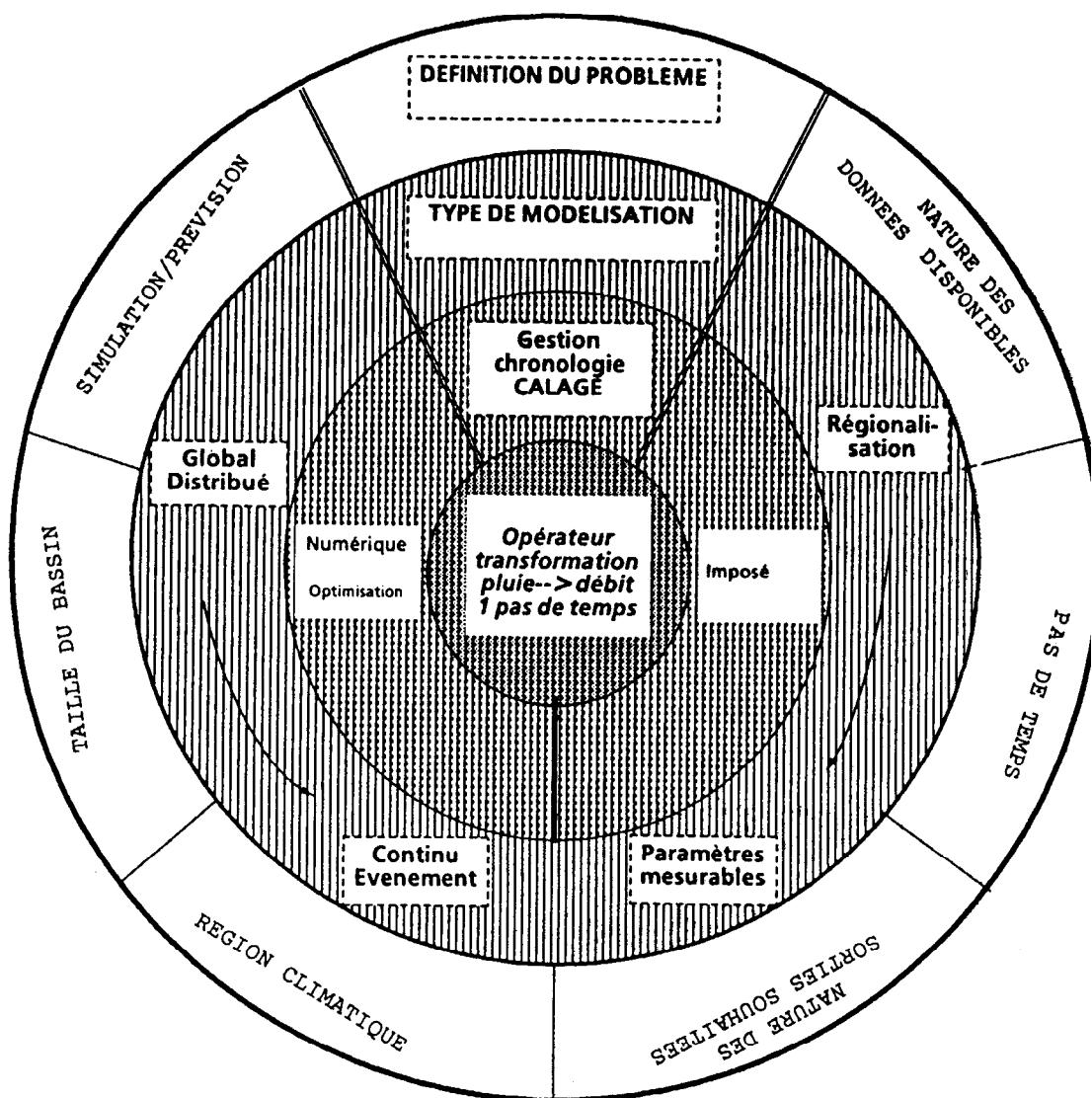


Figure 1 : Décomposition d'un modèle hydrologique d'apports en vu de la constitution d'une banque de modules permettant de construire des modèles "sur mesure". On définit des couches qui se superposent à un noyau contenant l'opérateur principal du modèle. Plus une couche est extérieure, plus ses éléments constitutifs feront appel aux spécificités du calculateur sur lequel le logiciel est implanté..

Pour chaque couche on cherchera à bâtir une boîte à outils constituée de modules interchangeables : ce sont les éléments constitutifs de l'ensemble-couche. On peut alors définir pour chaque élément d'une couche donnée un certain nombre de règles s'adressant selon les cas au programmeur ou à l'utilisateur (c'est à dire à celui qui veut incorporer un de ces modules dans un logiciel en cours d'élaboration). Dans la mesure où l'ensemble concerné est suffisamment restreint et bien caractérisé, ces règles peuvent être très strictes, permettant une définition aussi rigoureuse que possible des éléments.

Exemple d'application:

Couche : NOYAU

Opérateurs de transformation pluie---->débit.

Elément identificateur : HYDROGRAMME UNITAIRE

HU

N1

Langage de programmation : FORTRAN 77

Bibliothèque

Eléments constitutifs

Dernière mise à jour

par

Implantations

On définira par ailleurs une documentation type de l'élément donnant les indications sur son mode opératoire, les variables d'entrée, de sortie, d'état et les paramètres du type de celle déjà utilisée au Laboratoire d'Hydrologie pour documenter les routines de certaines bibliothèques et dont un exemple est donné ci-dessous.

Nous sommes entrés dans une nouvelle étape de l'utilisation de l'informatique dans les sciences de l'environnement. Pour profiter au mieux des possibilités très vastes qui nous sont offertes, un effort de structuration dans la conception et le développement de logiciels spécifiques à nos disciplines et introuvables sur le marché est nécessaire. Cet effort peut commencer à des niveaux élémentaires à condition qu'une analyse préalable ait permis de définir ces niveaux sans figer les évolutions éventuelles. Dans un organisme dispersé géographiquement et pauvre en soutien informatique spécifique, une telle démarche doit s'appuyer sur le volontarisme d'un nombre de chercheurs suffisants et sur une bonne coordination de leurs travaux. C'est une entreprise contraignante mais qui pourrait déboucher sur la conception d'une nouvelle génération de logiciels hydrologiques préparant le terrain à l'irruption des produits issus de l'intelligence artificielle.

ANNEXE : Documentation type d'un sous-programme catalogué dans une bibliothèque répertoriée

NUMBER

1- FONCTION : Ecriture d'un nombre
Repère DESSIN {xmicm, ymicm}

2- APPEL : CALL NUMBER {NB,X,Y,HX, HY, LDEC}

3- ARGUMENTS :

ENTREE :

- . NB : Nombre réel à écrire
- . X, Y : Coordonnées du point de départ d'écriture exprimées en cm, repère dessin
- . HXN, HY : Taille des caractères en X, Y en cm
- . LDEC : Nombre de décimales souhaitées

4- DECLARATION DE VARIABLES DANS LE MAIN :

```
REAL *4 NB
INTEGRER*4 LDEC
```

5- ROUTINE AMONT :

GPRINIT

6- REMARQUE :

Le repère dessin est un repère défini en cm par rapport à l'origine absolue du traceur ou de l'écran graphique.

PRESENTATION DU LOGICIEL DIXLOI

T. LEBEL

I. INTRODUCTION

DIXLOI est un logiciel écrit en FORTRAN 77, permettant d'ajuster une sélection de distributions statistiques continues sur des échantillons de valeurs observées. La version présentée ici est celle de Mai 1987 qui est une refonte complète d'un programme écrit précédemment par M. BRUNET-MORET (ORSTOM).

Le logiciel a été développé dans la perspective d'assurer un véritable dialogue avec l'utilisateur. Le choix d'un langage de programmation standard a permis d'assurer sa portabilité sur plusieurs types d'ordinateurs munis d'un compilateur FORTRAN 77, en particulier les micro-ordinateurs compatibles IBM équipés d'un coprocesseur mathématique. Les modules d'ajustement d'une part et de représentation graphique d'autre part ont été séparés de telle manière que le programme puisse s'adapter à d'autres supports graphiques que ceux utilisés initialement (écrans graphiques IBM PC et APOLLO, ou table traçante HEWLETT PACKARD).

Cette note a pour objectif de décrire les fonctionnalités actuelles et futures du logiciel. Pour une présentation plus détaillée des procédures interactives et des flux de données, le lecteur est invité à se reporter à la notice utilisateur disponible auprès du laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM.

2. FONCTIONS REALISEES

2.1 GENERALITES

On étudie la distribution d'une variable aléatoire (V.A) Z continue, dont on a observé N réalisations supposées indépendantes. Conformément à la démarche classique, on procède en deux étapes :

- 1) Caractérisation de la distribution expérimentale ; c'est à dire calcul de la moyenne, de la variance, du mode, de la médiane et des coefficients de dissymétrie (Fisher) et d'aplatissement. Les valeurs sont classées et on leur attribue une fréquence expérimentale selon la formule :

$$F_{\text{obs}} = (i-0,5)/N$$

Cette expression est un cas particulier d'une formulation plus générale : $(i+a)/(N+b)$. De nombreuses publications existent à ce sujet (eg. Adamovski, 1981, Cunnane, 1978) préconisant d'adopter différentes valeurs pour le couple (a,b) selon la distribution théorique dont on suppose que sont extraites les données, mais en règle générale le binôme $(-0,5 ; 0)$ constitue une approximation qui s'adapte bien aux distributions traitées ici. Il est à noter que le calcul de la fréquence empirique n'a de toute manière aucune influence sur le calcul des paramètres des distributions théoriques, lorsqu'il est effectué par la méthode des moments ou par celle du maximum de vraisemblance.

- 2) Ajustement d'une distribution théorique dont les paramètres $(\theta_j ; j = 1, m)$ sont calculés de manière à satisfaire un critère donné. Le critère peut être de nature statistique ou empirique. Les deux critères statistiques les plus couramment employés sont les suivants (voir e.g Mood *et al.* 1974) :
 - a) Les deux (resp. trois) premiers moments de la distribution théorique doivent être égaux aux deux (resp. trois) premiers moments de la distribution expérimentale. C'est la méthode des moments, applicable aux lois à deux (resp. trois) paramètres.
 - b) On maximise la "vraisemblance" de l'échantillon, sous l'hypothèse qu'il est tiré de la distribution théorique que l'on cherche à ajuster. Cette vraisemblance est le produit des probabilités des valeurs observées :

$$L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m) = \prod_{i=1}^N P_z(z_i; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)$$

où P_z est la distribution théorique que l'on cherche à ajuster, et $(z_i ; i = 1, m)$ sont les valeurs observées.

Les m paramètres sont inconnus. On leur attribue les valeurs qui maximisent la vraisemblance que l'échantillon traité soit effectivement issu de la distribution théorique P_z . Ces paramètres sont en conséquence les estimateurs du maximum de vraisemblance. La procédure d'estimation consiste à annuler les dérivées partielles de $L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)$ par rapport à chacun des paramètres :

$$\frac{\delta L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)}{\delta \theta_j} = 0 \quad j = 1, m$$

ou

$$\frac{\delta \ln[L(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)]}{\delta \theta_j} = 0 \quad j = 1, m$$

puisque L étant le produit de m termes $P_z(z_i ; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_m)$, la transformation Log, permet de transformer ce produit en une somme de n termes.

On obtient ainsi m équations à m paramètres. Dans le cas fréquent où il est impossible d'expliquer analytiquement chaque paramètre, la résolution du système est numérique.

2.2 ESTIMATION DES PARAMETRES

Lorsque l'échantillon est réellement issu de la population mère ajustée, la méthode du maximum de vraisemblance est celle qui fournit les estimateurs efficaces (c'est à dire de variance minimum) des paramètres à estimer. C'est donc cette méthode d'ajustement qui a été retenue ici. Une exception a été faite concernant la loi de Gumbel, pour laquelle on peut opter pour un ajustement par la méthode du maximum de vraisemblance, ou par la méthode des moments, ou éventuellement par les deux méthodes. Cette particularité tient au fait que dans ce cas la méthode des moments fournit des estimateurs plus robustes des paramètres de la loi, lorsque la population mère n'est pas exactement distribuée selon la loi de Gumbel (Lebel, 1983).

2.3 LES DISTRIBUTIONS THEORIQUES

Même si on se limite aux distributions continues, il existe encore un choix très vaste qu'on ne peut explorer entièrement lorsqu'il s'agit de sélectionner la distribution la mieux adaptée à

l'échantillon étudié. Bien qu'il n'existe a priori aucune autre contrainte sur la V.A que l'hypothèse de continuité, DIXI.OL a été développé par des chercheurs travaillant sur des phénomènes naturels tels que la pluie ou les débits de rivière par exemple, c'est à dire auxquels on ne peut pas fixer de borne supérieure. Le nombre de distributions disponibles a donc été limité à 10 :

- 1.GAUSS (normale)
- 2.GUMBEL (valeurs extrêmes de type I)
- 3.GALTON (log normale)
- 4.PEARSON III (gamma incomplète)
- 5.PEARSON V (gamma incomplète en 1/X)
- 6.GOODRICH (exponentielle généralisée en X)
- 7.FRECHET (valeurs extrêmes de type II)
- 8.LOG.GAMMA (de 1^e espèce)
- 9.Loi des FUITES
- 10.Loi de POLYA.

Mise à part la loi normale qui sert d'étalon, toutes ces distributions sont à dissymétrie positive (ou droite), ce qui est en accord avec le comportement de beaucoup de processus géophysiques qui prennent leurs valeurs sur l'intervalle $[0, \infty]$. Le fait que quelques unes de ces lois ne soient pas bornées inférieurement n'est généralement pas gênant, car la probabilité de valeurs négatives est très faible.

Bien souvent ces lois ont des comportements voisins dans la partie centrale de la distribution observée, mais elles diffèrent dans leur comportement asymptotique lorsque Z tend vers l'infini. Pour mieux analyser le comportement d'une loi donnée pour les fortes valeurs de Z on peut procéder à la transformation :

$$U(P_z) = -\text{Log}(-\text{Log } P_z)$$

La fonction $U(P_z)$ croît de façon monotone de $-\infty$ à $+\infty$ et présente l'avantage d'une forte dilatation de l'échelle dans la partie supérieure de la distribution. Il devient alors immédiat de comparer les formes des lois en extrapolation, comme cela est fait sur la figure 1 ci-dessous. On peut distinguer quatre grandes classes de comportement :

1. $Z \approx U^{1/n}$ ($n > 1$)

* Loi Normale

* GOODRICH ($\beta < 1$)

2. $Z \approx U$ (Décroissance asymptotiquement exponentielle)

- * GUMBEL
- * PEARSON III
- * GOODRICH ($\beta=1$)
- * Loi des FUITES

3. $Z \approx U^n$ ($n > 1$)

- * GOODRICH ($\beta > 1$)

4. $Z \approx \exp(U^n)$ ($n > 0$) (Lois de type log.)

- * GALTON
- * PEARSON V
- * FRECHET
- * LOG GAMMA

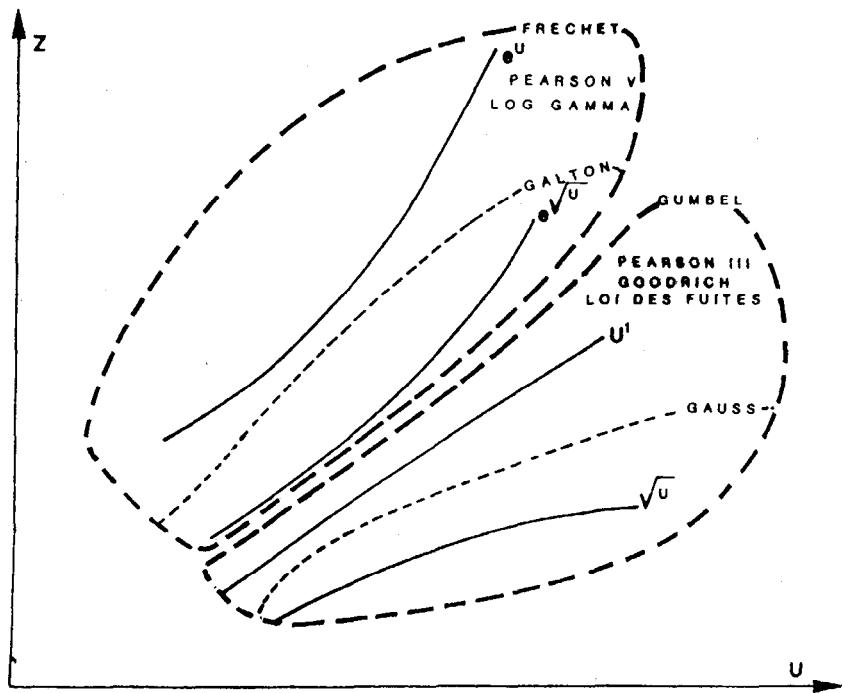


Figure 1 : Comportement asymptotique ($z \rightarrow \infty$) des lois utilisées.

A1. Description des lois ajustées

DENSITES DE PROBABILITE $(z' = z - z_0)$	PARAMETRES			MOMENTS				REMARQUES
	Position	échelle	Forme	Moyenne (μ)	Variance (σ^2)	C.V.	γ Fisher	
Gauss $f(z) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ $[-\infty, +\infty]$	μ	$\sigma (> 0)$	/	μ	σ^2	σ/μ	0	Loi de référence (N) Dissymétrie nulle
Gumbel $f(z) = \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\left \frac{z-z_0}{\sigma}\right + \exp\left(-\frac{z-z_0}{\sigma}\right)\right)$ $[-\infty, +\infty]$	z_0 (mode)	$\sigma (> 0)$	/	$z_0 + 577\sigma$ ou $\sigma = .780$	$\sigma^2/6$	1,298	$F(z) = \exp\{-\exp\{-[z-z_0]/\sigma\}\}$ Dissymétrie positive et constante	
Galton $f(z) = \frac{1}{\beta \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\log z / \sigma)^2}{2}}$ $[z_0, +\infty]$	z_0 (borne inf.)	$\sigma (> 0)$	$\beta (> 0)$	$z_0 + \exp\left(\frac{\beta^2}{2}\right) \mu^2 (\beta^2 - 1) / (\beta^2 + 1)^2 \sigma^2 + 3\sigma$				$\log z$ = moyenne de $\log z$ β : e.type de $\log z$ borne inf. z_0 fixée
Pearson III $f(z) = \frac{z^{\beta-1} e^{-\alpha z}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)}$ $[-\infty, +\infty]$	z_0	$\alpha (> 0)$	$\beta (> 0)$	$\beta \alpha$ (+ z_0)	$\beta \alpha^2$	$1/\sqrt{\beta}$ ($z_0 = 0$)	$2/\sqrt{\beta}$	Σ de β lois expo. de param. α β grand : \rightarrow loi normale On note : $F(z) = FG(z/\alpha, \beta)$
Pearson V $f(z) = \frac{z'^{-1-\beta} \alpha^\beta e^{-\alpha z'}}{\Gamma(\beta)}$	z_0	$\alpha (> 0)$	$\beta (> 0)$	$\frac{\alpha}{\beta-1}$ (+ z_0)	$\frac{\alpha^2}{(\beta-1)^2(2\beta-1)}$	$\frac{1}{2\beta-1}$		$F(z) = 1 - FG(\alpha/z'; \beta)$ Variance faible
Goodrich	$fu(u) = \frac{1}{ x\beta } u^{1/\beta-1} \exp(-u^{1/\beta})$	z_0	$s (> 0)$	$\beta (> 0)$	moment non centré d'ordre 1 : $mi = \Gamma(1/\beta + 1)$ $\gamma < 0$ pour $0 < \beta < 0.28$ $\gamma > 0$ ailleurs			
Frechet	$f(z) = \frac{z-z_0}{s^\beta} e^{-\frac{(z-z_0)}{s}}$ $[z_0, +\infty]$	z_0	$s (> 0)$	$\beta (< 0)$	$\beta \rightarrow 0$: loi de Gumbel $\beta = 0.28$: symétrique $\beta = 1$: Gumbel en extrap. Fisher Tippet II ou log u suit Gumbel			
Log Gamma	$f(u) = \frac{u^{\beta-1} e^{-\alpha u}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} + \frac{1}{z} \left[u = \frac{\log(u/\alpha)}{\beta} \right]$	α	α^β	β	$\alpha \left[1 + 1/(1-\beta)^{\beta} \right] \alpha^2 SM(5)^2$			$\log z/\alpha$ suit Pearson III
Fuites	$f(u) = ke^{-k} e^{-u} \frac{I''(2\sqrt{ku})}{\sqrt{ku}}$ avec $u = \frac{z}{\alpha}$ $[-\infty, +\infty]$	/	$\alpha (> 0)$	k	ka	$2ka^2$	$1/\sqrt{2k}$	Proche de Pearson III avec dissymétrie plus faible
Polys	$P_K = P_{K-1} \frac{m + (k-1)d}{k! + d!}$	μ	α	/	$\mu(\alpha+1)$	$\left(\frac{\alpha+1}{\mu} \right)^{\frac{1}{\alpha+1}} \frac{(1+\alpha+\frac{d}{\mu})^{\frac{1}{\alpha+1}}}{\mu^{1/\alpha+1}}$		Description des états secs et pluvieux (Persistance)

* : fonction GAMMA

** : fonction de BESSIEL d'ordre 1.

+ SM(5) = $1/(1-2\beta)\beta \cdot 1/(1-\beta^2)2\beta$

La figure 1 montre que la plus grande prudence s'impose lorsque l'on cherche à ajuster une distribution qui sera utilisée en extrapolation. Les lois de type log notamment peuvent conduire à de valeurs exagérément fortes pour les fréquences rares.

Remarque : compte tenu que la loi de Gumbel peut-être ajustée par 2 méthodes différentes, 11 ajustements sont a priori possibles. La sélection des ajustements à calculer effectivement se fait dans le fichier de départ (voir section 3) mais peut être modifiée en cours d'exécution dans la version interactive du logiciel.

2.4 TESTS D'AJUSTEMENT

La méthode du maximum de vraisemblance permet d'obtenir pour chaque loi un jeu de paramètres unique. Il reste alors à choisir parmi ces lois, quelle est celle qui paraît la mieux adaptée à l'échantillon traité. Ce choix peut reposer sur un test statistique ou sur une évaluation empirique des qualités respectives des ajustements lorsque l'on superpose la loi ajustée au nuage des points observés. Le logiciel DIXLOI offre à l'utilisateur différents critères de sélection, grâce d'une part au calcul de la valeur de deux tests statistiques et d'autre part à la visualisation réalisée dans le module graphique.

a) Le test du CHI2

C'est le test le plus couramment utilisé pour juger de l'adéquation d'un ajustement. La puissance de ce test est assez faible (voir Haan , 1982 p 178 pour ce qui concerne les applications hydrologiques), lorsque l'on traite des échantillons très dissymétriques, car il accorde un poids prépondérant aux valeurs pour lesquelles la densité de probabilité est la plus forte.

Le CHI2 se calcule de la manière suivante :

*l'intervalle de variation de la V.A est divisé en K classes équiprobales (au sens de la loi théorique ajustée).

*le nombre observé de valeurs par classe est alors : $N_{ik} = N/K$

*à l'aide de l'ajustement testé, on recalcule les fréquences théoriques de chaque valeur observée.

*On range ces fréquences dans chacune des k classes, ce qui permet de calculer un effectif N_k qui doit être le plus proche possible de l'effectif théorique N_{tk} pour chacune des classes

* on obtient la valeur du CHI2 à l'aide de la formule ci dessous :

$$\chi^2 = \sum_{k=1}^K \frac{(N_k - N_{tk})^2}{N_{tk}}$$

b) Le test de BRUNET-MORET (1978)

Ce test a été imaginé pour remédier à la mauvaise adéquation du CHI2 lorsque l'on traite des échantillons géophysiques. On calcule la distance entre d'une part la ligne brisée reliant les points observés, et d'autre part la fonction ajustée. Afin d'assurer un plus grand poids aux écarts mesurés sur les fréquences rares on adopte une distance Normale centrée réduite pour l'axe Y des fréquences :

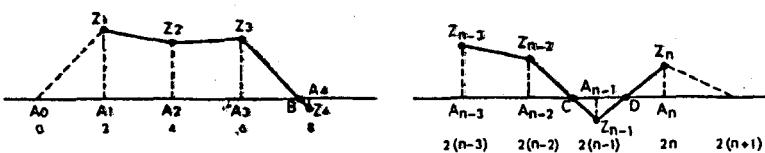
$$y = P_{Gauss}^{-1}(z)$$

$$\text{avec } P_{Gauss}(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt,$$

où μ et σ sont la moyenne et l'écart-type de la population considérée.

Sur l'axe des X, on porte simplement les rangs d'observations i ($i = 1, n$), et non les valeurs de la variable. Il est alors simple de montrer que la surface des triangles (figure 2) est la somme des écarts absolu ($y_{i+1} - y_i$, ($i = 1, n-1$)).

BRUNET-MORET (1978) a en outre étudié par simulation la distribution de ce test. Pour la loi normale, il semble que cette distribution, dont on ne peut trouver l'expression analytique exacte, puisse être approchée par une loi Gamma incomplète. Cette approximation a été étendue aux autres lois, ce qui n'est a priori pas légitime. Aussi, bien que la fréquence du dépassement du test soit calculée et stockée par le programme, cette valeur n'est pas prise en compte comme critère de sélection du meilleur ajustement.



La figure ci-dessous explicite les surfaces élémentaires prises en compte et élevées au carré :

pour le premier point :	A_0	Z_1	A_4
deuxième	A_1	Z_2	A_4
troisième	A_2	Z_3	B
($n-2$) ^e me	A_{n-2}	Z_{n-2}	C
($n-1$) ^e me	C	Z_{n-1}	D
n^{e} me	D	Z_n	A_{n+1}

On voit que lorsque la ligne brisée joignant les Z_i coupe l'axe des abscisses, les surfaces élémentaires prises en compte sont bien diminuées par rapport à celles prises en compte lorsque la ligne brisée ne coupe pas l'axe des abscisses.

Figure 2 : Calcul du test de Brunet-Moret (d'après Brunet-Moret, 1978)

c) Remarques comparatives

Malgré les critiques dont il fait fréquemment l'objet, le test du CHI2 a le mérite de fournir des valeurs graduées en probabilité (tables du CHI2, c'est-à-dire qui sont comparables entre elles quel que soit l'échantillon d'origine et les distributions qui lui sont ajustées. Son inconvénient majeur est que, comme la presque totalité des tests statistiques sa puissance (probabilité de rejeter une hypothèse fausse) est faible.

Le test de BRUNET-MORET, en théorie mieux adapté aux échantillons à forte dissymétrie positive doit être utilisé avec prudence :

- les résultats ne sont pas comparables sur deux échantillons de taille différente.
- sa graduation en probabilité ne peut en toute rigueur être appliquée qu'à l'ajustement de la loi Normale.

d) Visualisation graphique

Compte tenu des insuffisances des tests statistiques, toute décision concernant la sélection d'un ajustement doit se fonder sur un examen conjoint du tracé de la loi ajustée et de la distribution expérimentale.

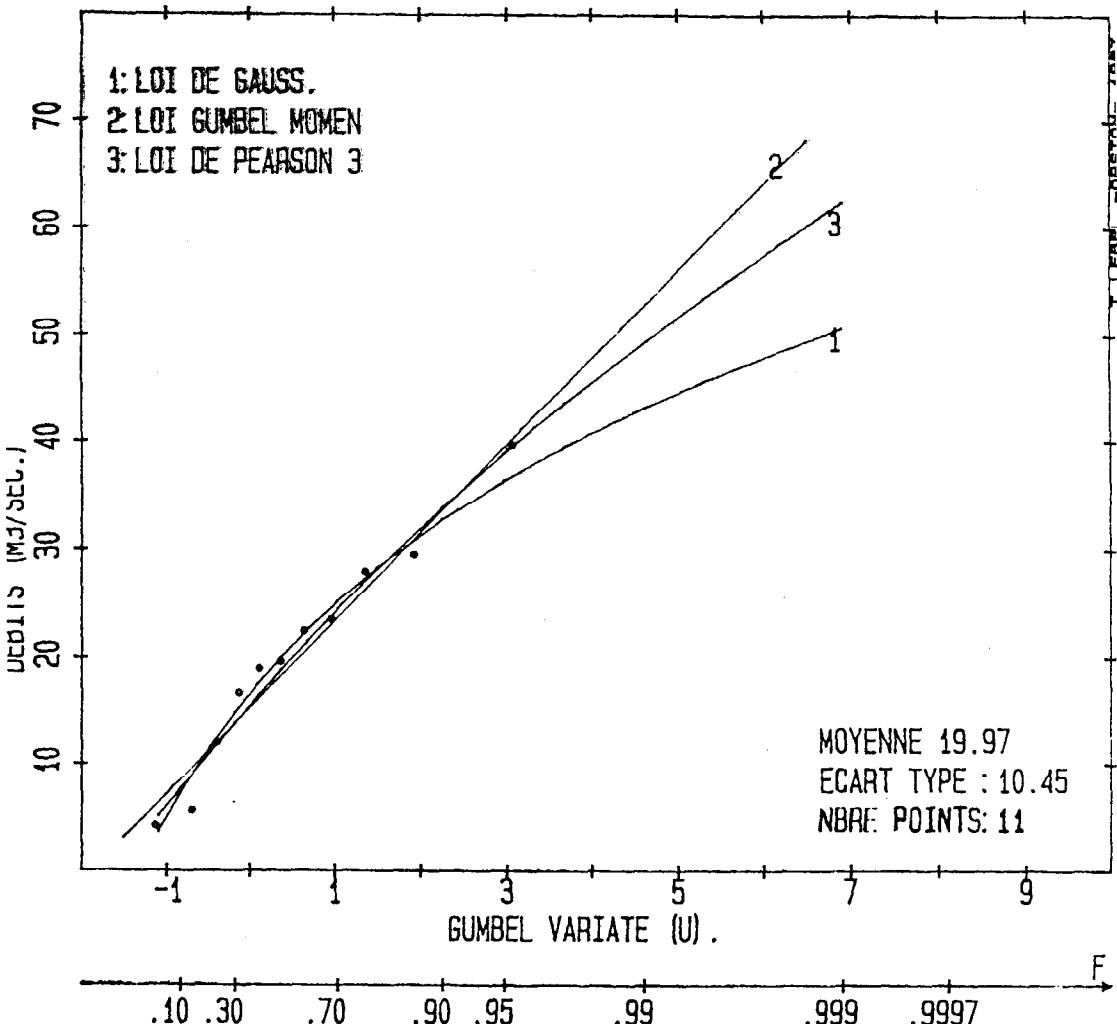
Le test du CHI2 n'est pas calculé lorsque $N < 25$. Celui de Brunet-Moret ne l'est que si $N < 200$. Dans l'intervalle (25,200) où les deux tests peuvent être calculés conjointement, on peut s'appuyer sur les résultats comparés des deux tests pour opérer une première sélection des lois à tracer. En dehors de cet intervalle, la valeur du test non ajusté est mise à 0. par convention.

Remarque : Si $N < 10$, l'échantillon n'est pas traité.

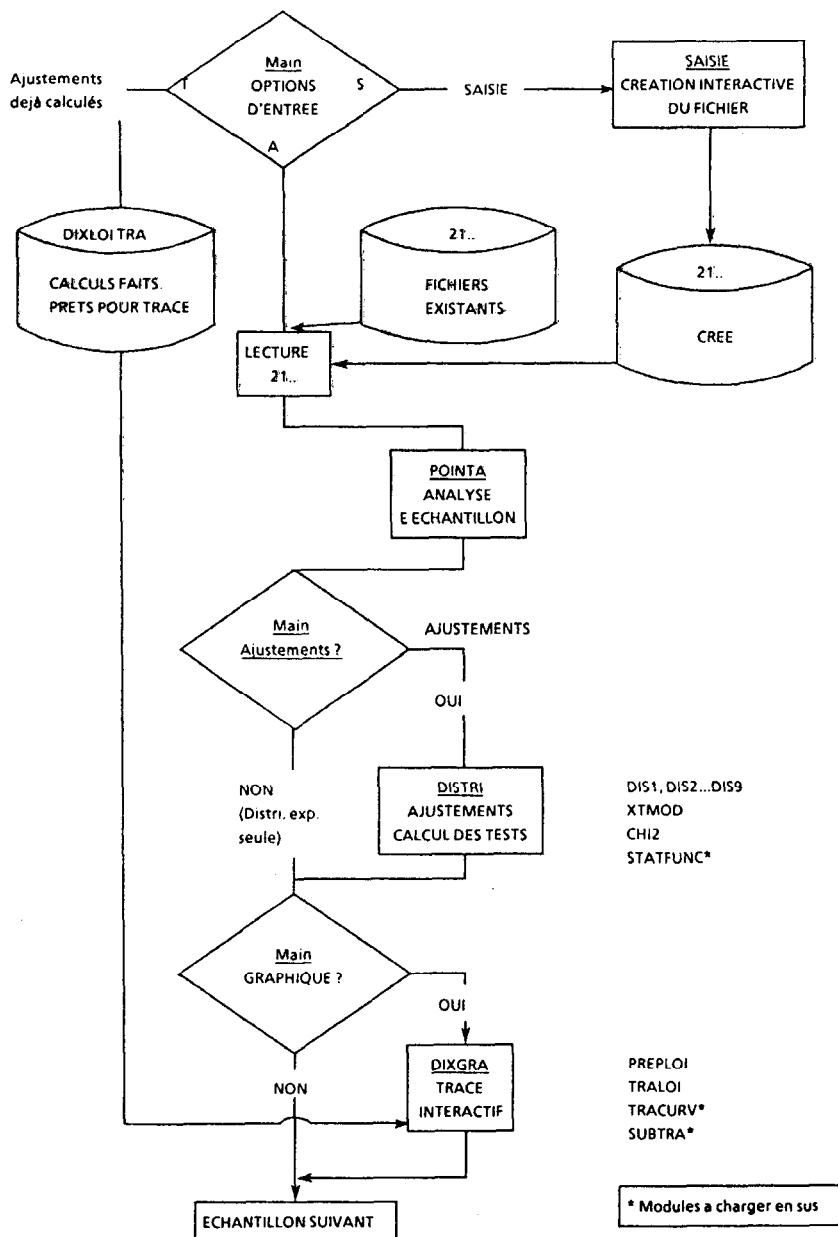
La forte incertitude dont sont entachés les tests d'ajustement rend pratiquement obligatoire un examen visuel de la qualité des ajustements. L'oeil est dans bien des cas le meilleur juge, car il permet d'accorder l'importance voulue à la gamme de fréquences pour laquelle on désire obtenir le meilleur modèle. Le module graphique de DIXLOI permet de superposer jusqu'à trois distributions théoriques différentes sur la distribution empirique. Le tracé peut être effectué en coordonnées arithmétiques naturelles (Z , fréquences), ou en coordonnées de GAUSS (Y_{gauss}, Z) ou de GUMBEL (U_{gumbel}, Z).

c) Table traçante Hewlett Packard.

DEBITS MAXIMA ANNUELS : OGOU A SIRKA (1962-75).



3. STRUCTURE GENERALE DU PROGRAMME



4. EVOLUTIONS PREVUES

4.1. COMPLEMENTS STATISTIQUES

Ces compléments sont de deux ordres :

- **Calcul de statistiques,**
- **présentation des résultats.**

Dans la première catégorie figurent :

- le calcul des intervalles de confiance,
- la possibilité de travailler sur des variables transformées ($1/X$; $\log X; X^n$).

Dans la deuxième catégorie :

- le calcul des périodes de retour en années lorsque cela a un sens,
- calcul de la probabilité théorique affectée aux valeurs X observées par les lois ajustées,
- le tracé des histogrammes,
- les possibilités de choisir son découpage en classes pour le test du Chi 2.

4.2. AMELIORATION DU DIALOGUE AVEC L'UTILISATEUR

Cette partie du travail demandé concerne essentiellement la version micro-ordinateur de DIXLOI qui est celle diffusée à l'extérieur du Laboratoire. Les deux premiers objectifs à atteindre sont les suivants :

- mettre au point une saisie des données en utilisant une grille d'écran,
- parvenir à une véritable gestion interactive des sorties graphiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMOVSKI, K. 1981. Plotting formula for flood frequency, Water Resources Bulletin, vol. 17, n° 2.
- BRUNET-MORET, Y. 1978. Recherche d'un test d'ajustement. cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XV n° 3, pp 261, 280.
- CUNNANE, C. 1978. Unbiased plotting positions. A review. Journal of Hydrology, vol 37 pp 205-222.
- HANN, CH. T., 1982. Statistical methods in hydrology. The Iowa state University Press. Ames (Iowa).
- LEBEL, T. 1983. Le problème des pluies extrêmes. Méthodes d'estimation et régionalisation. Séminaire INPG "crues et Précipitations Intenses". Grenoble
- MOOD, A.M., F.A. GRAYBILL and D.C. BOES 1974. Introduction to the theories of statistics. Third Edition, Mc Graw-Hill, New York.

ANNEXE : Liste des sous-programmes

NOM	FONCTION	MODULE SOURCE *
SAISIE	Saisie en ligne du fichier entrée	MAIN
POINTA	calcul des statistiques expérimentales	POINTA
DISTRIB	calcul des ajustements	DISTRIB
XTMOD	calcul du test Brunet-Moret	"
CHI2	calcul du test du CHI2	"
DIS1	ajustement loi de Gauss	"
DIS2	ajustement loi de Gumbel (MV)	"
DIS3	ajustement loi de Gumbel (moments)	"
DIS4	ajustement loi de Galton	"
DIS5	ajustement loi de Pearson III (K = 5) ou de Pearson V (K = 6)	"
DIS6	ajustement loi de Goodrich (K = 7) ou de Frechet (K = 8)	"
DIS7	ajustement loi log Gamma	"
DIS8	ajustement loi des fuites	"
DIS9	ajustement loi de Polya	"
DIXGRA	module graphique	MAIN
SELOUT	selection du terminal graphique	MAIN
HARCO	test de la table	MAIN
PREPGAU	transformation en coordonnées de Gauss	MAIN
PREPGUM	transformation en coordonnées de Gumbel	MAIN
TRALOIS	tracé des lois statistiques	MAIN
TRACURV	tracé d'une courbe	TRACURV
ERROUT	sortie des codes erreurs	ERROUT

PRESENTATION DU LOGICIEL CARTOVL

T. LEBEL

1. INTRODUCTION

CARTOVL est un logiciel écrit en Fortran 77 permettant de visualiser sous forme d'une carte d'isolignes un phénomène qui varie dans un espace à deux dimensions et dont on connaît les valeurs aux noeuds d'une grille régulière.

Il a été écrit afin de permettre aux utilisateurs de construire leur carte de façon interactive. Ceci implique un dialogue aboutissant à la définition de l'échelle de la carte, de son cadre, de son titre et des différents éléments en constituant le fond (rivières, contours de bassins, stations de mesure, etc.). Ce logiciel s'insère dans une chaîne de traitement des données spatialisées en cours de mise au point pour répondre aux besoins en la matière des Unités de Recherche et du Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM.

Le choix d'un langage de programmation largement répandu et standardisé assure la portabilité aisée du logiciel, mais la visualisation proprement dite reste dépendante du type de périphérique sélectionné. A l'heure actuelle, seules des sorties sur table traçante compatible Hewlett Packard (langage HP-GL) ou sur stations de travail APOLLO sont possibles.

La cartographie d'une variable n'a de sens que si cette variable présente une certaine organisation dans l'espace où elle prend ses valeurs.

Dans les dispositifs de mesure directes, il est fréquent que la sélection des points de mesure se fasse selon des critères qui vont à l'encontre de l'implantation selon un schéma régulier. C'est par exemple le cas des stations climatologiques qui sont généralement installées à proximité de localités d'une certaine importance ou tout du moins sur des lieux d'accès aisés. Les techniques les plus courantes de construction de cartes d'isolignes s'appuient à contrario sur la définition d'une grille rectangulaire ou triangulaire à maillage régulier, les valeurs de la fonction étant supposées connues en chaque noeud de cette grille. La cartographie proprement dite nécessite donc fréquemment d'avoir recours à une interpolation préalable du champ de mesures pour construire la grille recherchée. Cette étape n'est pas abordée ici, mais on doit garder présent à l'esprit qu'elle précède la mise en oeuvre du logiciel de cartographie et qu'elle conditionne très fortement les erreurs commises.

La variable étant supposée connue aux noeuds d'une grille rectangulaire suffisamment fine, la tracé d'une ligne d'isovaleurs au sein de cette grille se résume à un problème d'interpolation entre les noeuds et d'agencement séquentiel de l'ensemble des points (x_i, y_i) où l'on aura déterminé que la variable Z prend la valeur z_0 de l'isoligne recherchée.

2. ORGANISATION ET IMPLANTATION

2.1 Structure générale du logiciel

La structure du logiciel CARTOVL est telle qu'elle permet aisément l'adaptation du logiciel sur tous matériels munis d'un compilateur FORTRAN. Les sorties graphiques sont actuellement disponibles sur table traçante HP ou station de travail APOLLO.

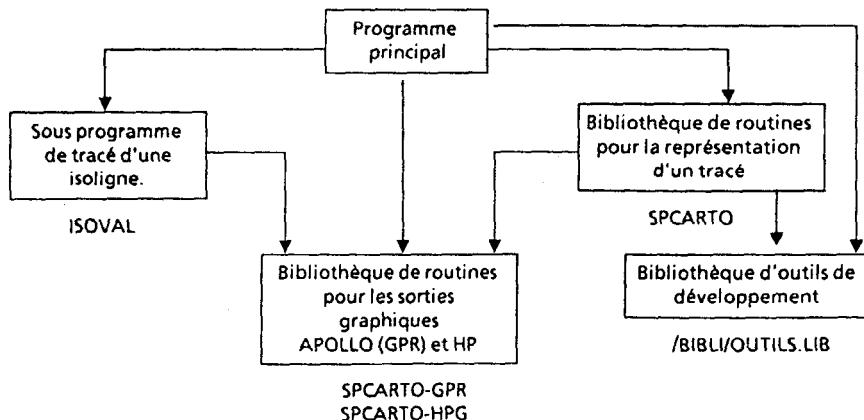
Le corps du programme :

- le programme principal
- le sous programme de calcul d'isovaleurs
- les routines de représentation d'un tracé

fonctionne indépendamment du support graphique choisi, ce qui assure la portabilité du logiciel.

2.2. TROIS VERSIONS DU PROGRAMME

CARTOVL propose 3 versions pour tracer des cartes d'isovaleurs :



version simple : Elle trace, pour un événement donné, 10 isovaleurs calculées régulièrement dans l'intervalle ZMIN, ZMAX (isovaleurs extrêmes).

version standard : Elle permet de tracer :

- un fond de carte seul,
- des isolignes sur un fond de carte avec un masque de tracé,
- des isolignes sur un fond de carte,
- des isolignes seules

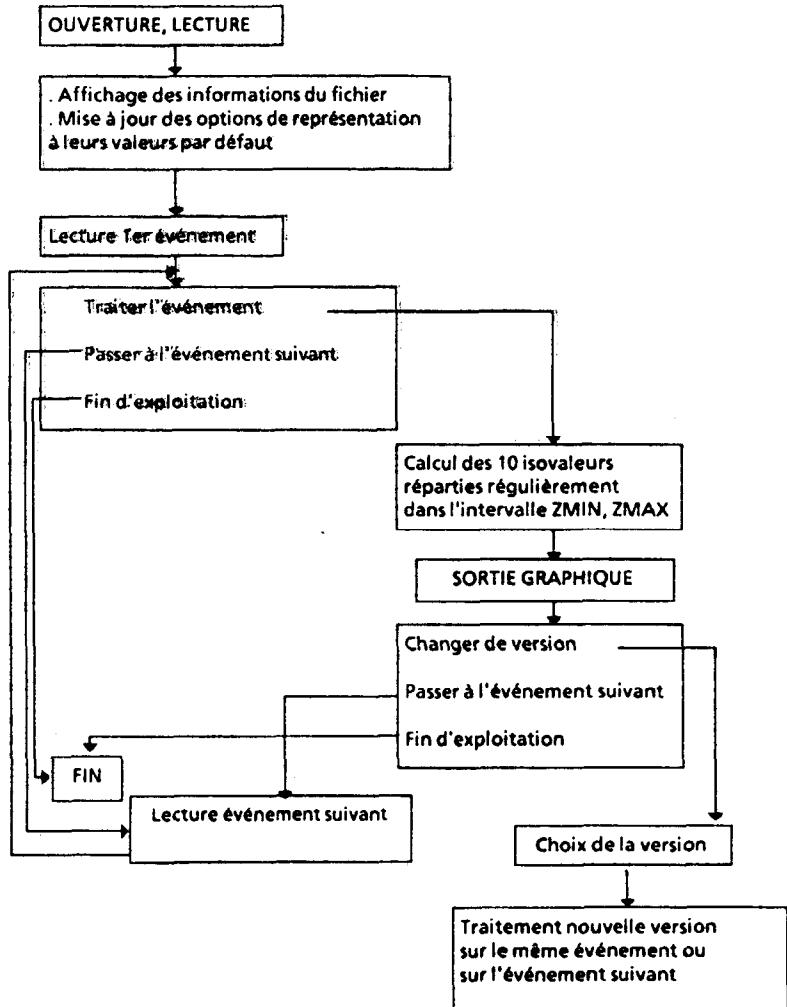
en choisissant :

- la représentation du tracé (echelle, titre...),
- Les isolignes à tracer

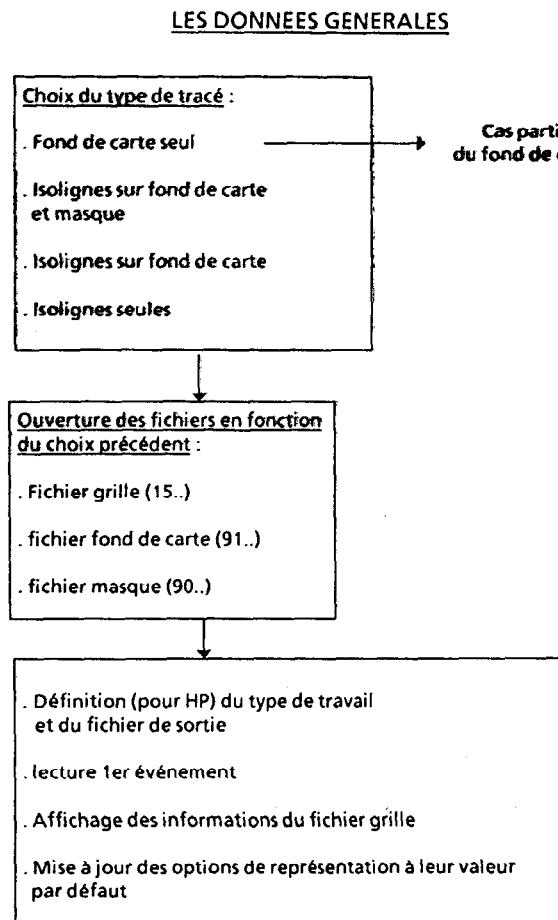
version élaborée : Elle offre les mêmes possibilités que la version standard auxquelles s'ajoutent les choix suivants:

- Plusieurs types de représentation (pointillés, double épaisseur ...) du fond de carte et des isolignes,
- Pour la table traçante uniquement :
Un choix de 6 couleurs pour l'écriture des titres et la représentation du fond de carte et des isolignes.

2.2.a. Version simple

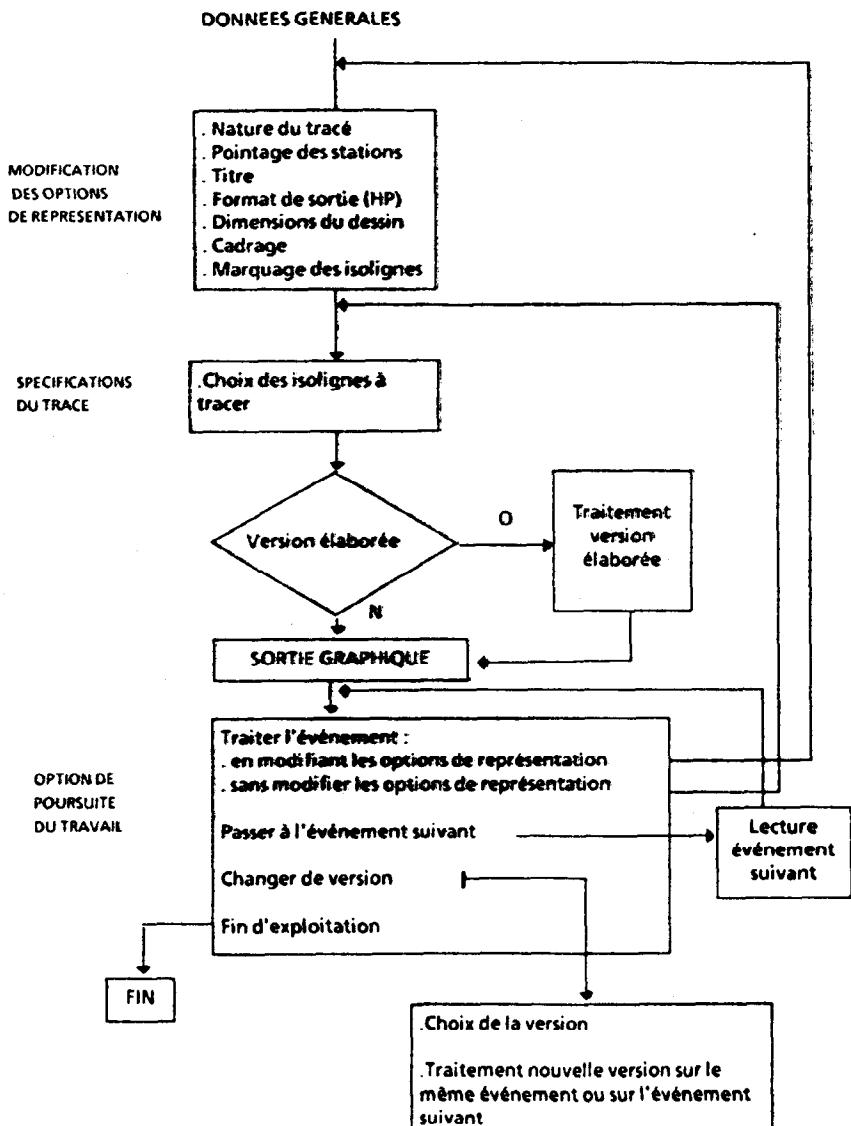


2.2.b Version standard

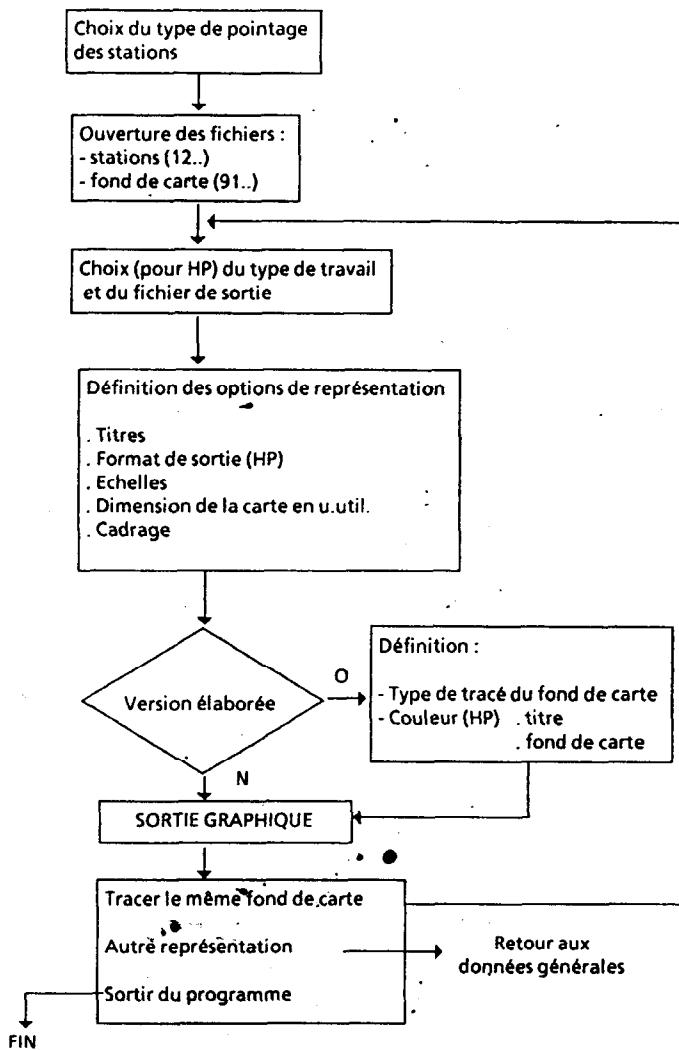


Version standard (suite)

TRAITEMENT DES EVENEMENTS



• Cas particulier du fond de carte seul



2.2.c Version élaborée

Cette version est semblable à la version standard avec des options supplémentaires concernant :

La définition des types de tracé pour :

- **Le fond de carte**
- **chaque isoligne (possibilité de définir une série)**

La définition des couleurs (HP seulement) pour :

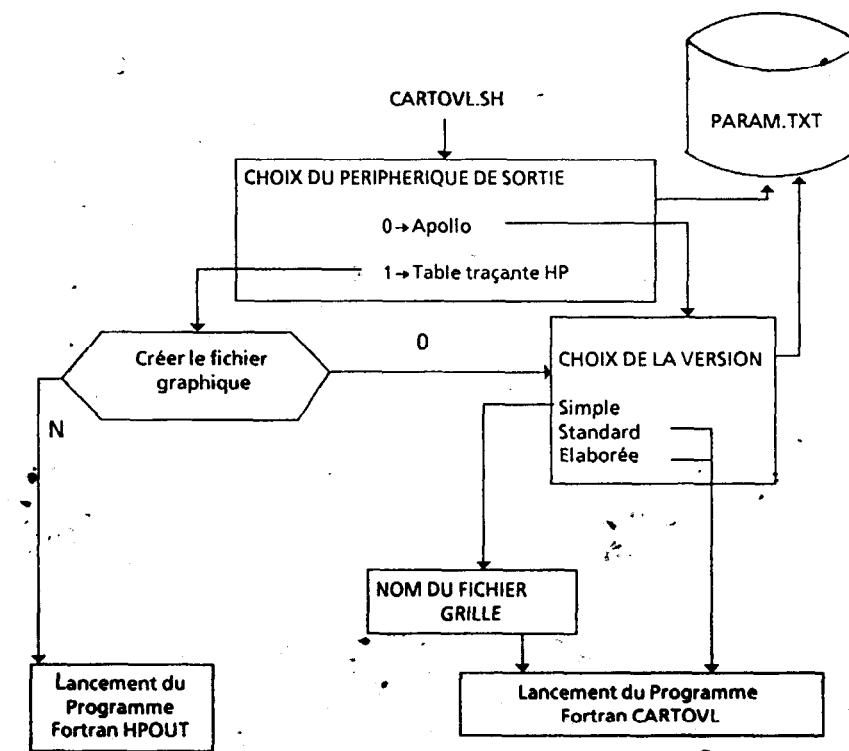
- **Le titre du haut**
- **Le titre du bas**
- **Le fond de carte**
- **chaque isoligne (possibilité de définir une série de couleur).**

2.3 Implantation sur APOLLO

Le logiciel CARTOVL a été développé sur une station de travail APOLLO à partir de laquelle on peut obtenir des sorties graphiques soit sur l'écran de la station, soit sur la table traçante HP 7475A (ou compatible, langage HP-GL). On décrit ici l'implantation particulière du logiciel sur ce type de station de travail, telle qu'elle a été réalisée au laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM à Montpellier.

Un utilitaire propre au système "un shell-script" dont le nom est CARTOVL.SH permet à l'utilisateur de choisir :

- Le support graphique
- La version à exécuter



2.4 Animation d'image

Sur station de travail Apollo, une animation d'une succession de 16 cartes est possible, permettant ainsi de visualiser l'évolution temporelle du phénomène étudié.

3. EVOLUTIONS PREVUES

Dans sa forme actuelle le logiciel semble répondre assez bien aux spécifications demandées par la plupart des utilisateurs. La portabilité sur micro-ordinateur n'est pas a priori très aisée, compte tenu de l'absence de standards graphiques. Il est donc envisagé d'acquérir un logiciel tel que Surfer qui serait interfacé avec la partie amont de la chaîne de traitement de données spatialisées (estimation ponctuelle ou sur des surfaces ; calcul de grilles régulières). Cette partie amont est constituée presque exclusivement de calculs dont les algorithmes ont été écrits en Fortran 77 et la portabilité sur micro-ordinateur ne devrait donc pas présenter de difficultés particulières.

Les améliorations à venir concernant CARTOVL se rapportent pour l'essentiel à l'environnement cartographique :

- création d'une banque de données incluant les frontières politiques des Etats de chaque continent, les contours des côtes et les réseaux hydrographiques.
- les logiciels d'interface entre cette banque de données et le fichier fond de carte ASCII de type 91 qui sert de point d'entrée dans CARTOVL.

PRESENTATION DES LOGICIELS MODGLO ET MODIBI

Eric SERVAT

INTRODUCTION

MODGLO (modèle élaboré par G. GIRARD en 1974) et MODIBI (modèle inspiré du modèle à pas de temps journalier élaboré par D. IBIZA) sont deux modèles de relation "pluie-débit" globaux conceptuels et déterministes.

Dans un souci de démystification de l'outil que représente la modélisation dans sa phase ultime, il nous a paru intéressant de favoriser l'accès de chacun à ces modèles.

Nous présentons ici, rapidement, les objectifs qui étaient les nôtres, la méthodologie et les structures retenues ainsi que les développements futurs envisageables.

OBJECTIFS

Comme nous venons de le dire, il nous a semblé important de faire de ces logiciels de véritables outils utilisables par tout un chacun avec un équipement informatique réduit.

Il était donc indispensable de réaliser l'adaptation de ces modèles à un support informatique type micro-ordinateur (IBM, PC, XT, AT ou compatibles). En outre, nous avons cherché à accroître leur "convivialité" en cours d'utilisation. Il a donc fallu avoir recours à une programmation particulièrement élaborée.

Un autre de nos objectifs était d'identifier précisément les éléments composant les logiciels, de manière à aboutir à une programmation de type modulaire. Celle-ci permet d'effectuer des modifications rapidement et sans difficulté.

Ce travail devait également présenter une cohérence avec d'autres développements informatiques réalisés au Laboratoire d'hydrologie ORSTOM de Montpellier. C'est le cas notamment de l'accès aux fichiers de données standardisés récemment définis.

METHODE

La méthode utilisée tient en trois points :

- 1) Analyse détaillée de la structure des modèles. Cela correspond à la phase d'analyse des concepts retenus par l'auteur.
- 2) Identification des différents "sous-ensembles" constituant le logiciel,
- 3) Programmation modulaire. Cette dernière partie nous a conduit à un important travail informatique proprement dit. Il a en effet fallu réorganiser totalement les logiciels existants. Cela nous a permis d'aboutir dans les deux cas (MODGLO et MODIBI) à une organisation modulaire identique à celle présentée en figure suivante.

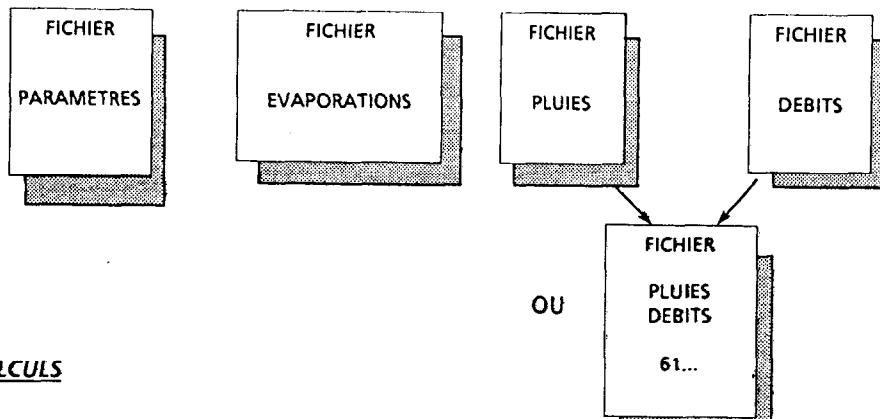
DEVELOPPEMENTS FUTURS

Les développements que l'on peut imaginer pour ces logiciels s'organisent autour de trois axes :

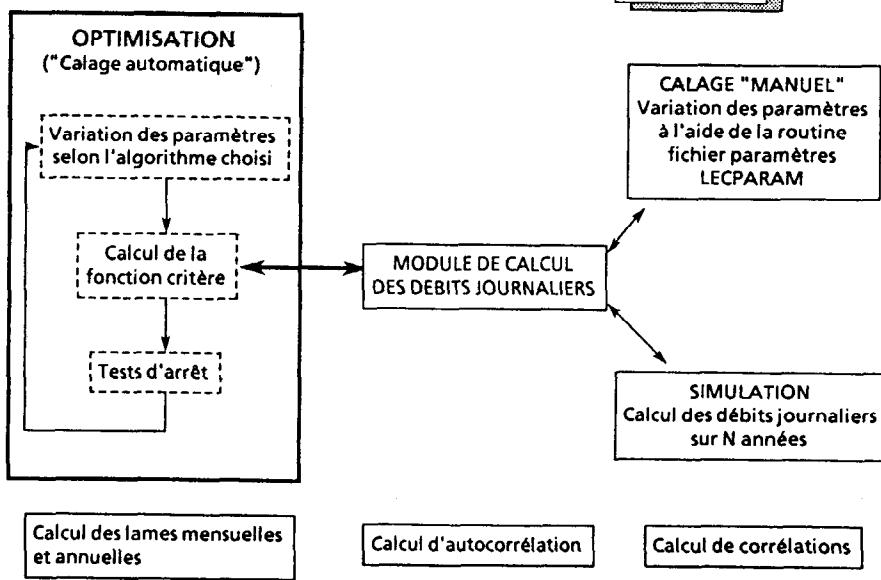
- 1) Collecter les expériences de chacun des utilisateurs afin d'apporter à ces modèles des améliorations tant sur le plan conceptuel que sur le plan informatique ;
- 2) Mettre au point sur micro-ordinateur un module de sorties graphiques qui permettrait une meilleure évaluation des performances des modèles ;
- 3) Améliorer la "finition" informatique de manière à rendre l'utilisation de ces logiciels encore plus souple et donc plus attractive.

ORGANISATION MODULAIRE DES PROGRAMMES

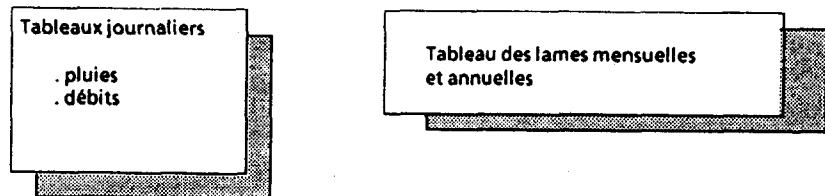
ENTREES



CALCULS



SORTIES



BHYSON 1.2
LOGICIEL INTEGRÉ POUR LE TRAITEMENT
DES DONNÉES D'HUMIDIMÉTRIE NEUTRONIQUE

Roland POSS

Le logiciel BHYSON est destiné à réaliser la gestion et le traitement des données obtenues à l'aide des humidimètres à neutrons. Il comprend des modules de saisie, de contrôle et de correction qui se chaînent à des modules de traitement, conçus à deux niveaux. Le premier niveau est le niveau de recherche. Il permet de travailler sur des blocs de profils hydriques successifs sur lesquels des séries de traitements peuvent être effectuées entre deux profondeurs quelconques. Le deuxième niveau est le niveau de développement : en prenant en compte les données pluviométriques le logiciel calcule les variations quotidiennes de pluie-variation de stock entre la surface et une profondeur quelconque.

Ce texte présente sommairement les principales fonctions de ce logiciel qui fonctionne sur micro-ordinateur sous MS-DOS. Le tracé des graphes peut être réalisé sur écran graphique, imprimante graphique ou traceur Hewlett-Packard.

Le programme SONDE est conçu pour travailler sur des profils neutroniques réalisés sur un tube à des profondeurs constantes. Il crée un fichier par tube. Ses principales possibilités sont les suivantes :

- Saisie et correction des profils neutroniques et des coefficients d'étalonnage ;
- Edition des rapports de comptage et des humidités volumiques ;
- Représentation graphique des profils hydriques (valeur réelle ou différence avec un autre profil du fichier) ;
- Représentation graphique de l'évolution de l'humidité en fonction du temps ;
- Calcul des stocks et des variations de stocks entre profils ;
- Représentation graphique de l'évolution du stock en fonction du temps.

De plus, le programme permet de saisir les pluies d'un intervalle de temps quelconque afin de pouvoir calculer les variations journalières de pluie-variation de stock. Il est conçu pour stocker les valeurs journalières des pluies, chaque pluie étant introduite avec sa date, exprimée en nombre de jours depuis le début de l'année ou depuis un événement particulier.

Le calcul des valeurs quotidiennes de pluie-variation de stock est alors possible sur un site de mesure entre deux dates et sur une profondeur donnée. Le module correspondant, plus particulièrement prévu pour les études agronomiques, permet de préciser pluie-variation de stock en fonction du nombre de jours après le semis sur 1 à 4 tubes simultanément.

Ce logiciel est édité par l'ORSTOM dans la collection LOGOR ; il est disponible auprès des services de diffusion de l'ORSTOM, 90-94 Route d'Aulnay - 93140 BONDY.

LOGICIEL DE SAISIE ET DE TRAITEMENT DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES
"PLUVIO"

M. MORELL, D. ROSSIGNOL - Présenté par M. HOEPFFNER

Ce logiciel a été constitué dans le but d'offrir des outils informatiques élémentaires nécessaires à la saisie et à l'exploitation de données pluviométriques.

Les programmes développés à ce jour autorisent les applications suivantes :

- Gestion du fichier d'identification des postes
- Tracé automatique des cartes
- Dépouillement et traitement de données pluviographiques
- Saisie des données journalières, mensuelles et annuelles
- Transfert de fichiers
- Classement et ajustement des précipitations journalières
- Application de la méthode de Thiessen
- Application de la méthode des simple et double cumuls
- Calcul des indices annuels et d'un indice régional
- Ajustements statistiques (avec 8 lois non tronquées (Gauss, Gumbel, Galton, Pearson III, Goodrich, Fréchet, Pearson I et loi des Fuites) et 4 lois tronquées (Gamma incomplète, exponentielle généralisée, Gausso logarithmique et loi des Fuites)
- Reconstitution des données manquantes
- Analyse en composantes principales
- Classification automatique
- Régression linéaire
- Transformations mathématiques
- Calcul d'anomalies centrées réduites mensuelles
- Calcul de corrélogrammes.

Ces programmes ont été rédigés dans l'esprit de pouvoir être utilisés aisément, sans qu'il soit vraiment nécessaire de faire appel à la notice.

Les programmes pourront être modifiés à la suite des suggestions des utilisateurs, et complétés par d'autres en cours d'élaboration.

Les programmes de saisie et de traitement ont été réalisés par M. MORELL. Les programmes d'analyse statistique sont signés par D. ROSSIGNOL.

P. VAUCHEL et G. COCHONNEAU ont développé les logiciels de dépouillement des cartouches OEDIPE ; P. CHEVALLIER nous a transmis le programme de calcul de la pluviométrie moyenne journalière par la méthode de Thiessen.

Les programmes ont été rédigés en SBASIC sur un Goupil 3 en configuration VI sous système d'exploitation FLEX-9, version G3FLEX03.

La plupart des programmes nécessite l'adjonction de la carte extension mémoire 256K.

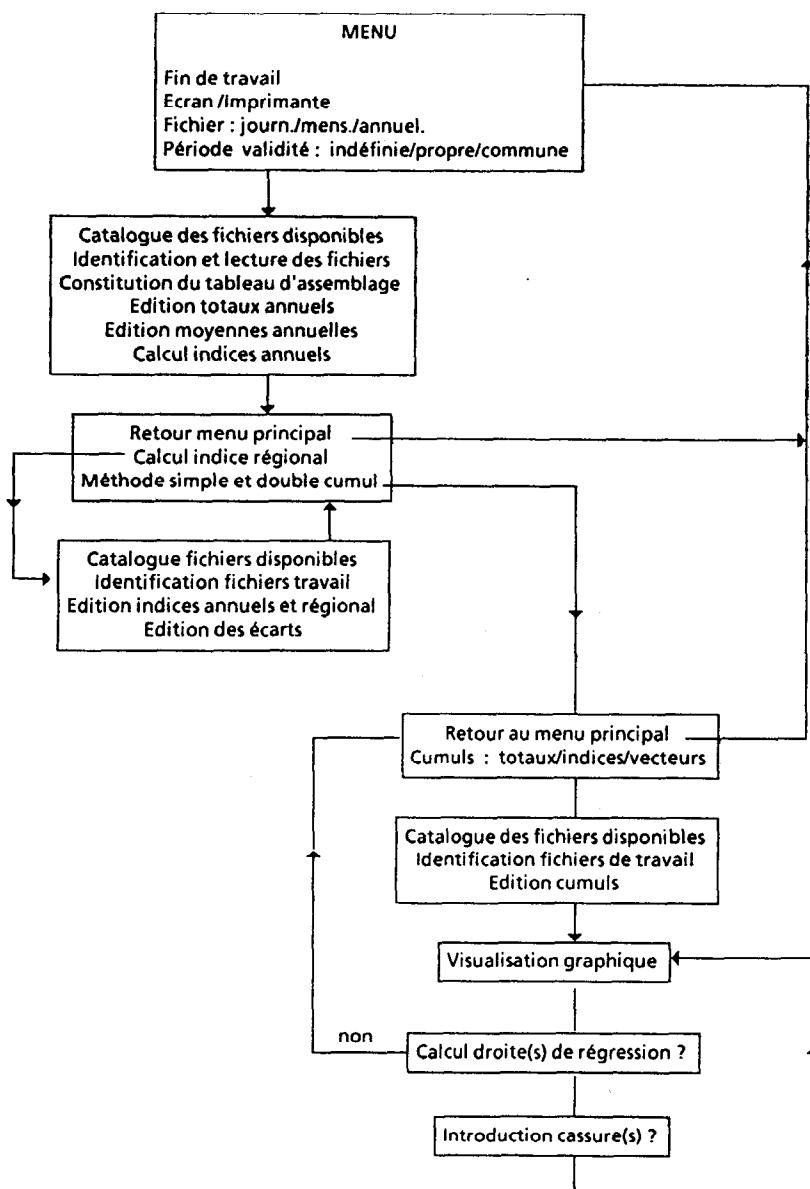
L'imprimante utilisée est une MANNESMANN MT 180 ou MT 290, et la table tragante, une ANKERSMIT MP 1000.

Les représentations graphiques peuvent être obtenues sur écran, sur imprimante et/ou sur table tragante.

Références

- (1) Y. BRUNET-MORET ; Etude de quelques lois statistiques utilisées en Hydrologie. Cah. ORSTOM Sér. Hydrol. Vol. VI n°3
- (2) Y. BRUNET-MORET ; Recherche d'un test d'ajustement. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol. Vol XV n°3, 1978
- (3) P. RIBSTEIN ; La loi des Fuites. Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol. vol XX, n°2, 1983
- (4) P. VAUCHEL et G. COCHONNEAU ; Dépouillement des cartouches des pluviographes OEDIPE. ORSTOM Bondy, déc. 1984.
- (5) P. CHEVALLIER ; Quelques programmes de traitement de données pluviographiques utilisables sur IBM PC/XT. ORSTOM Abidjan, nov. 1986.
- (6) M. MORELL et D. ROSSIGNOL ; Notice d'utilisation de PLUVIO. Logiciel de saisie et de traitement de données pluviométriques. ORSTOM Pointe à Pitre. Février 1987.

Organigramme de l'indice régional

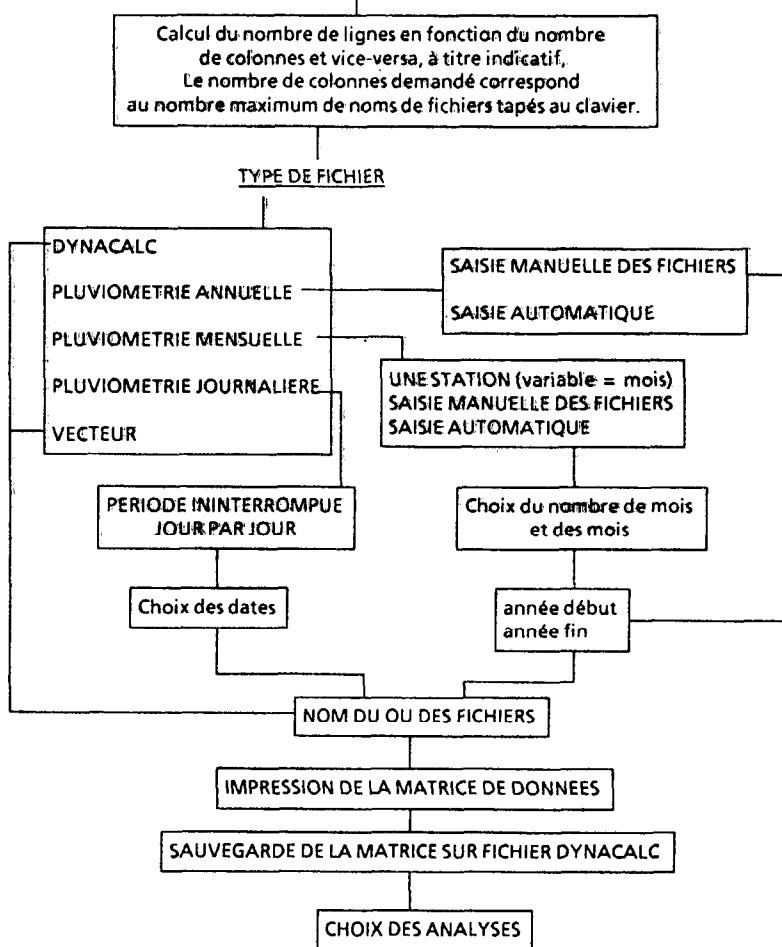


Organigramme de l'analyse multivariée

CATALOGUE DES FICHIERS

ANALYSE DES DONNEES

FIN DE TRAVAIL



DISCUSSION GENERALE

DARMON demande si l'ORSTOM a testé les mesures par ultrasons. POUYAUD en réponse, cite l'expérimentation faite par CALLEDE sur la Seine.

ROUQUEROL aimerait savoir si les mesures données par les SPI ont été comparées à des résultats de limnigraphes à flotteur. POUYAUD signale que le CHLOE C a d'abord été testé au Laboratoire d'Hydrologie avant d'être installé en nombre dans le cadre du projet OMS. FRITSCH cite la comparaison faite par GAUTIER pour la GUINEE entre cotes télétransmises et lectures d'observateurs. Sur les anciens modèles, le capteur de température posait problème, et les hauteurs d'eau mesurées pouvaient être mauvaises à cause d'une mauvaise correction d'étalonnage. Avec le nouveau capteur de température, le suivi est plus lent mais la correction est bien meilleure.

REUMAUX s'interroge sur l'influence de la houle ou du batillage sur la mesure avec un SPI. POUYAUD pense que ce genre de phénomènes ne peut apparaître avec un SPI que si son amplitude est importante par rapport à la hauteur d'eau au-dessus du capteur. Mais aucun des appareils actuellement sur le terrain n'a posé ce type de problème. Il ne faut pas oublier que la mesure n'est pas instantanée.

LETOUZE s'intéresse à la mesure en estuaire, avec en particulier le problème du sens du courant. Pour FRITSCH, c'est envisageable avec un moulinet à génératrice de courant, de même qu'un capteur à dépression type tube de Pitot. Ce type de mesure peut faire l'objet d'un prototype, mais, dans le cas des estuaires, il faudrait obtenir en même temps sens et profondeur.

Concernant l'informatique, CHEVALLIER signale l'intérêt de certains progiciels de commerce (LOTUS, MULTIPLAN...) qui peuvent servir à mettre en forme les données avant de les introduire dans les logiciels hydrologiques.

BRUN se dit impressionné par les efforts faits par l'ORSTOM en matière de logiciels et s'étonne qu'il n'y ait pas plus d'échanges entre organismes pour une meilleure valorisation des travaux de chacun. POUYAUD souligne qu'à l'avantage de l'ORSTOM il y a le nombre relativement important d'hydrologues ; mais il rappelle que le Ministère de l'Environnement est en train de coordonner les activités concernant l'Eau en France. ROCHE précise qu'il y a deux hydrologues ORSTOM au Ministère de l'Environnement, que l'ORSTOM dialogue avec l'Agriculture, l'Equipement, le BRGM, EDF et d'autres, par exemple dans le cadre du programme Hydrologique International de l'UNESCO. Mais il ne faut pas oublier deux points : il y a spécificité des problèmes abordés par l'ORSTOM en coopération, et il y a des relations fortes à l'intérieur de

l'ORSTOM, entre l'Hydrologie et d'autres disciplines. POUYAUD ajoute qu'il y a des contacts individuels entre ORSTOM et SRAE par exemple. LEBEL signale que la coordination des activités concernant l'Eau est un problème très ancien en France ; c'est pourquoi l'ORSTOM a choisi de travailler d'une manière plus concrète en fonction de ses propres besoins. Certains logiciels ont été développés et un cadre comme les Journées Hydrologiques permet de les présenter à la communauté hydrologique française. POUYAUD souligne qu'il est tout à fait possible de mettre en commun des moyens en personnel et financiers pour développer certains logiciels. Cela a déjà été fait avec l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse pour le logiciel DIXLOI et dans le cadre du plan Etat-Région pour le logiciel CARTOVL. Pour FRITSCH, il paraît tout à fait admissible que plusieurs personnes développent le même programme. Toutes les bonnes solutions ne seront pas toujours du même côté.

LISTE DES AUTEURS DE COMMUNICATIONS

G. COCHONNEAU	ORSTOM - BRASILIA
J. COLOMBANI	ORSTOM - MONTPELLIER
J. COLOMBANI, M. SEVEQUE	ORSTOM - ELSYDE
F. DELCLAUX	ORSTOM - MONTPELLIER
J.M. FRITSCH	ORSTOM - MONTPELLIER
M. FROMANTIN	CEIS-Espace - TOULOUSE
M. GAUTIER	ORSTOM - MONTPELLIER
M. BRUN	CENTRALP
Y. L'HOTE	ORSTOM - MONTPELLIER
T. LEBEL	ORSTOM - MONTPELLIER
P. MAILLACH	ELSYDE
M. MORELL, D. ROSSIGNOL	ORSTOM - GUADELOUPE
R. POSS	ORSTOM - BONDY
B. POUYAUD	ORSTOM - MONTPELLIER
P. RAOUS	ORSTOM - MONTPELLIER
E. SERVAT	ORSTOM - ABIDJAN

LISTE DES PARTICIPANTS
AUX TROISIEMES JOURNEES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM
A MONTPELLIER

PREMIERE JOURNÉE : le 23.09.87

DUBREUIL	ORSTOM PARIS
COLOMBANI	ORSTOM MONTPELLIER
POUYAUD	ORSTOM MONTPELLIER
MAILLACH	ELSYDE STE GENEVIEVE DES BOIS
BOYER	ORSTOM MONTPELLIER
ROSSIGNOL	ORSTOM POINTE A PITRE
HOEPFFNER	ORSTOM MONTPELLIER
MORELL	ORSTOM POINTE A PITRE
MILLET	ORSTOM MONTPELLIER
GUILLIOD	ORSTOM POINTE A PITRE
ZAHAR	ORSTOM TUNIS
LERIQUE	ORSTOM MONTPELLIER
MAILHAC	ORSTOM LOME
GIRARD	CIG FONTAINEBLEAU
CHARTIER	ORSTOM-INRA BORDEAUX
KOUAME	ORSTOM MONTPELLIER (stagiaire)
MONTAGNE	CANAL DE PROVENCE AIX EN PROVENCE
NOUVELOT	AGENCE BASSIN RMC
MONTENY	ORSTOM-INRA GUIGNON PLAISIR
RIBOT-BRUNO	CEMAGREF LYON
DIDON-LESCOT	CNRS GENHOLAC
ROUQUEROL	SRAE ILE DE FRANCE PARIS
HISARD	ORSTOM MONTPELLIER
BRUN	SRAE PACA AIX EN PROVENCE
ELDIN	ORSTOM MONTPELLIER
LEBEL	ORSTOM MONTPELLIER
OLIVRY	ORSTOM MONTPELLIER
DELCLAUX	ORSTOM MONTPELLIER
CRESPY	ORSTOM MONTPELLIER
BOCQUILLON	USTL MONTPELLIER

DUMAS	ORSTOM TUNIS
SERVAT	ORSTOM MONTPELLIER
ETIENNE	ORSTOM COTE D'IVOIRE
CAMUS	ORSTOM TUNISIE
CASENAVE	ORSTOM TOGO
DUBEE	ORSTOM-CEMAGREF ORGEVAL
GUALDE	ORSTOM BENIN
CLAUDE	ORSTOM MONTPELLIER
LORBLANCHET	METEO NATIONALE MONTPELLIER
LEVEQUE	ORSTOM PARIS
CALVEZ	ORSTOM GUADELOUPE
LAMAGAT	ORSTOM DAKAR
LAMACHEIRE	ORSTOM OUAGADOUGOU
MAHIEUX	ORSTOM OUAGADOUGOU
MONIOD	ORSTOM MONTPELLIER
AJILI	DRE TUNISIE
AUDINET	EDF-DTG GRENOBLE
LUPPI	EDF-DTG GRENOBLE
SCOTTI	CNR LYON
CHEVALLIER	ORSTOM MONTPELLIER
de MARSILY	ECOLE DES MINES FONTAINEBLEAU
RIBSTEIN	ORSTOM MONTPELLIER
L'HOTE	ORSTOM MONTPELLIER
CRILLY	DDE MONTPELLIER
COCHONNEAU	ORSTOM BRASILIA
BOUZIGES	SRAE MIDI PYRENEES
JUNKES	AGENCE ADOUR ET GARONNE TOULOUSE
DO TRAN	BASSIN RHIN MARNE SRAE LORRAINE
PASQUIER	SRAE BASTIA
DARMON	SRAE AUVERGNE
FOURNEL	SRAE MONTPELLIER
DELMAS	SRAE MONTPELLIER
KLEIN	ORSTOM PARIS
BOUILLOT	CNA BRL NIMES
BOCQUET	UNIVERSITE GRENOBLE I
THOMAS	UNIVERSITE GRENOBLE I
de BELLEGARDE	SRAE ALSACE
MOINE	SRAE CHAMPAGNE ARDENNE

MIGAYROU	SRAE ALSACE
TRABUC	AGENCE BASSIN SEINE NORMANDIE
DEUSS	SRAE HAUTE NORMANDIE
LE TOUZE	SRAE BASSE NORMANDIE
VAN BUEL	HYDRAM/EPF LAUSANNE
GUISCAFRE	ORSTOM MONTPELLIER
CARRE	ORSTOM YAOUNDE
SIRCOULON	ORSTOM PARIS
THEBE	ORSTOM MONTPELLIER
LABORDE	CEFIGRE SOPHIA ANTIPOlis
BOURGEAT	DDE ST MARTIN D'HERES
RODIER	ORSTOM
REMAUX	Indépendant
FROMANTIN	CEIS-ESPACE TOULOUSE
FLORY	ORSTOM
CAMBON	CEMAGREF
MARTI	ORSTOM, stagiaire
JUHEL	STEFCE-INRA AVIGNON
BACULAT	STEFCE-INRA AVIGNON
PYRRHA	STEFCE-INRA AVIGNON

LISTE DES PARTICIPANTS
AUX TROISIEMES JOURNEES HYDROLOGIQUES DE L'ORSTOM
A MONTPELLIER

DEUXIEME JOURNÉE : 24.09.87

DUBREUIL	ORSTOM PARIS
POUYAUD	ORSTOM MONTPELLIER
RAOUS	MONTPELLIER PARIS
COCHONNEAU	ORSTOM BRASILIA
DELCLAUX	ORSTOM MONTPELLIER
DO	SRAE LORRAINE
PASQUIER	SRAE CORSE
DARMON	SRAE AUVERGNE
CHEVALLIER	ORSTOM MONTPELLIER
GAUTIER	ORSTOM MONTPELLIER
BOURGEAT	DDE ST MARTIN D'HERES
CAILLY	DDE MONTPELLIER
JUNKES	AGENCE EAU ADOUR ET GARONNE
BOUZIGES	SRAE MIDI PYRENEES
ROUQUEROL	SRAE ILE DE FRANCE
HOEPFFNER	ORSTOM MONTPELLIER
GUILLIOD	ORSTOM GUADELOUPE
ROSSIGNOL	ORSTOM GUADELOUPE
MORELL	ORSTOM GUADELOUPE
LABORDE	CEFIGRE SOPHIA ANTIOPOLIS
MAILHAC	ORSTOM TOGO
GIRARD	ORSTOM-CIG FONTAINEBLEAU
CHARTIER	ORSTOM INRA BORDEAUX
DIEULIN-PICART	ORSTOM MONTPELLIER
ROUCHE	ORSTOM MONTPELLIER
BOYER	ORSTOM MONTPELLIER
TRAVAGLIO	ORSTOM MONTPELLIER
CRESPY	ORSTOM MONTPELLIER
FLORY	ORSTOM-CEMAGREF REAL COLLOBRIER AIX
THEBE	ORSTOM MONTPELLIER
KLEIN	ORSTOM PARIS

DIDON-LESCOT	CNRS GENOLHAC
BARON	CIRAD-IRAT MONTPELLIER
DUBEE	ORSTOM-CEMAGREF BOISSY LE CHATEL
RIBOT-BRUNO	CEMAGREF LYON
MONTENY	ORSTOM-INRA GRIGNON
MASSON	LHM USTL MONTPELLIER
FRITSCH	ORSTOM MONTPELLIER
REUMAUX	indépendant
LEBEL	ORSTOM MONTPELLIER
MOINE	SRAE CHAMPAGNE ARDENNES
MIGAYROU	SRAE ALSACE
DEUSS	SRAE HAUTE NORMANDIE
VAN BUEL	HYDRAM/EPF LAUSANNE
BOUVIER	ORSTOM MONTPELLIER
LAMAGAT	ORSTOM DAKAR
LAMACHEIRE	ORSTOM BURKINA FASO
CHAPERON	ORSTOM PARIS
SERVAT	ORSTOM MONTPELLIER
ETIENNE	ORSTOM ABIDJAN
GUALDE	ORSTOM COTONOU
MAHIEUX	ORSTOM OUAGADOUGOU
MONIOD	ORSTOM MONTPELLIER
LEFEVRE	ORSTOM TUNIS
LERIQUE	ORSTOM MONTPELLIER
CALVEZ	ORSTOM GUADELOUPE
MARTI	ORSTOM stagiaire
TOMEI	STE CANAI. DE PROVENCE AIX
SIRCOULON	ORSTOM PARIS
SECHET	ORSTOM BRASILIA
SCOTTI	CNR LYON