Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

Service Hydrologique

Superintendência do Desenvolvimento
do Nordeste

Departamento de Recursos Naturais

Programme d'intervention de la Mission hydrologique de l'ORSTOM auprès de la SUDENE

par

Pierre DUBREUIL
Directeur de Recherches
Chef du Département de la Recherche Appliquée au Service Hydrologique
de l'O R S T O M

Recife, Mai 1973

En décembre 1971, au cours d'une mission préparatoire, nous avons jeté les bases d'une collaboration avec la SUDENE (*), cette collaboration s'est matérialisée par l'envoi d'une équipe hydrologique de 3 membres en octobre 1972, composée de 2 chercheurs de l'ORSTOM et d'un coopérant technique du gouvernement français.

Après une période d'activités préparatoires, la mission rentre maintenant dans sa phase active, pour laquelle un programme d'intervention a été défini. Ceci a fait l'objet de notre mission du 14 au 25 mai 1973 à RECIFE, mission au cours de laquelle nous avons :

- eu deux entretiens avec Mr le Directeur du Département des Ressources Naturelles de la SUDENE, Dr Sylvio CAMPELLO ;
- tenu des réunions de travail avec les membres de la Mission française, le chef de la Division d'hydrologie Dr Aydil GUSMAN et ses ingénieurs ;
- visité les bassins représentatifs de Navio et Sumé ;
- tenu une réunion au centre de calcul de l'ATECEL à CAMPINA GRANDE.

1. Situation actuelle des études hydrologiques

1.1. Etat d'avancement des travaux

L'inventaire et l'exploitation rationnelle des données d'observations des ressources en eau du nord-est brésilien exigent au préalable la mise au point d'une chaine de traitement sur ordinateur et la constitution d'une banque de données élaborées. Depuis 1962, les données hydropluviométriques sont essentiellement collectées par les réseaux de la SUDENE ; antérieurement, elles l'étaient par d'autres organismes, dont surtout le DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Sêças). Le travail a commencé par les données récentes depuis 1962. Les rapports d'activités de la Mission (1° rapport trimestriel d'octobre 72 à janvier 73, 2° rapport de janvier à mai 73) montrent que les traitements des données limnimétriques et pluviométriques sont opérationnels, que 80 % des données de pluviométrie et 10 % de limnimétrie ont été introduites sur cartes perforées et que la banque de données élaborées, après critique de 1° ordre, est déjà constituée pour 20 % de l'information pluviométrique. Tous les travaux de mécanographie et de passages sur ordinateur IBM 1130 sont réalisés à l'ATECEL (Ecole polytechnique de l'Université fédérale de Campina Grande) à 250 km de RECIFE.

... / ...

* "Projet d'inventaire et d'analyse des données d'observations sur les ressources en eau à l'aide du traitement automatique sur ordinateur. Compte rendu de mission préparatoire".

1.2. Nouvelles orientations de la SUDENE

Dès 1974, la SUDENE va remettre les stations des réseaux de base hydropluviométriques au DNAE (Departamento Nacional de Aguas e Energia), organisme centralisateur brésilien. Ceci concerne environ 1500 sur 2000 stations pluviométriques et 100 sur 273 stations limnimétriques, choisies en fonction de leur ancienneté, de leur qualité et de leur emplacement. Deux questions se posent : ce choix est-il rationnel (en termes de théorie des réseaux) et que faire des stations restantes ?

La SUDENE contrôle déjà deux ensembles de bassins représentatifs et désire développer rapidement une politique rationnelle de tels bassins dans le nord-est pour résoudre les problèmes des disponibilités en aau des petits bassins (moins de 1000 km2) : implantation, analyse, synthèse. La collaboration de l'ORSTOM sous la forme d'un chercheur supplémentaire a été demandée.

1.3. Les sujétions du traitement automatique des données

La réalisation matérielle de ce traitement à l'ATECEL entraîne des sujétions : pertes de temps dues à l'éloignement, lenteur des calculs sur IBM 1130, impossibilité de stocker les cartes perforées, séparation excessive entre hydrologie et informatique.

La mise en service d'un IBM 370 est prévue pour la fin de l'année. Il sera alors possible d'utiliser les bandes magnétiques pour entrer et archiver les données et de "traiter" vite.

La nécessité de donner plus de responsabilité à la Division d'Hydrologie de la SUDENE dans le traitement des données conduit à examiner une saisie directe sur bandes magnétiques, totale ou partielle, au sein même de cette Division.

La sujétion d'éloignement qui subsiste pourrait être partiellement réduite en utilisant des ordinateurs plus proches (IBM 360-30 en cours d'installation à la SUDENE, Recife ; IBM 1130 de l'ATECEL à Joao Pessoa, 120 km de Recife).

2. Stratégie opérationnelle pour le traitement des données

Tenant compte de l'état d'avancement des travaux, des changements de politique hydrologique de la SUDENE et des conditions d'accès aux ordinateurs, une stratégie a été définie afin de réaliser, de manière optimale et dans le délai de 2 ans de la convention ORSTOM-SUDENE, la mise sur banque des données élaborées récentes et anciennes, la diffusion de certaines données et des chaînes de traitement opérationnelles, ainsi que l'exploitation de ces données.

Une stratégie différente a été retenue pour les données récentes et pour les anciennes.

... / ...

2.1. Données SUDENE 1963-73

La mise en oeuvre des chaînes de traitement déjà élaborées sera poursuivie : cartes perforées / ATECEL.

Le volume d'information représente 400.000 cartes pour la pluviométrie et 200.000 pour la limnimétrie.

Il est procédé à une critique de 1° ordre des données brutes (consistance, contrôle de qualité des données prises station par station) avant constitution de la banque de données élaborées (hauteurs journalières de précipitations, couples heures-hauteurs ou heures-débits et débits journaliers).

Il est envisagé deux séries de publications :

a) l'une consacrée à tous les totaux mensuels de précipitation et à une sélection représentative (pour environ 10 % des stations) des hauteurs journalières de précipitations relatives à la période 1963-71 ;

b) l'autre aux débits journaliers d'octobre 1969 à septembre 1972 aux principales stations limnimétriques bien étalonnées.

Ces publications, issues des banques de données élaborées, seront réalisées à partir des sorties de l'imprimante d'ordinateur. (Le volume des précipitations de l'état d'ALAGOAS est pratiquement terminé).

2.2. Données antérieures à 1962

Le volume d'information est très grand et correspondrait environ à 900.000 cartes pour la pluviométrie et 160.000 pour la limnimétrie.

Les données brutes sont disséminées dans différents services publics et dans différentes villes ; elles sont portées sur des fiches de formats variés. Ceci exige donc une collecte préalable des données avant entrée sur support compatible. Cette collecte se ferait par micro-filmage suivi d'un classement semi-automatique en fichiers par station-années.

La saisie ultérieure pourrait être réalisée de manière efficace et rapide à l'aide d'un enregistreur sur cassette doté d'un écran de contrôle. La vérification de l'enregistrement et les corrections éventuelles nécessiteraient un enregistreur-vérificateur transférant l'information de la cassette sur bande magnétique compatible.

Tenant compte des sujétions existantes (cf 1.3), le mieux serait d'effectuer la saisie à l'ATECEL et la vérification-transfert à la Division d'Hydrologie.

... / ...

Les performances des appareils disponibles au BRESIL et pour lesquels une maintenance est garantie (*) permettent d'envisager la réalisation du programme avec 2 appareils de chaque type.

Il est bon de noter que la souplesse de ce matériel en permet un usage varié par exemple pour le traitement des bassins représentatifs ...

L'élaboration de la banque de données se fera comme pour les données récentes avec, en outre, une analyse critique de 2° ordre (homogénéisation régionale inter-stations) prenant en considération les données récentes.

Les banques de données récentes et anciennes devront être constituées de la même manière (transfert sur bandes des données récentes sur cartes).

2.3. Les enregistrements graphiques

Le traitement systématique des pluviogrammes et limnigrammes ne peut pas encore être ni défini, ni élaboré. Il faut, en effet, au préalable, que soit choisi un équipement de lecture de courbes, déjà existant au Brésil, pour lequel un service de maintenance soit garanti et dont l'organe de sortie soit aisément compatible avec les périphériques d'entrée des ordinateurs. L'examen du marché des matériels se poursuit. On notera que ce matériel destiné d'abord au traitement des données récentes de réseaux, pourra ensuite servir à celui des données de bassins représentatifs.

3. Eléments d'un programme d'études hydrologiques

Ces éléments constituent l'ensemble des activités de la Mission, parallèlement ou postérieurement au traitement des données sur ordinateur. Ces activités sont relatives aux problèmes de réseaux d'une part et aux études sur bassins représentatifs d'autre part.

3.1. Planification et rationalisation des réseaux

La dévolution par la SUDENE au DNAE de la majorité de ses stations hydropluviométriques amène à s'interroger sur la validité de la sélection des stations de base et sur le maintien en service des autres stations.

On pourrait envisager une étude de planification du réseau hydrométrique, s'inspirant de la méthodologie et des résultats de l'étude de planification des bassins représentatifs (cf 3.2) ; on pourrait également prévoir une tentative de rationalisation du réseau pluviométrique par analyse statistique des corrélations interstations. Cette seconde étude ne pourrait être entreprise qu'après achèvement de l'élaboration des données anciennes (cf 2.2).

... / ...

* Equipement OLIVETTI DE 521 et 523 (couplé à UN 812)

Par ailleurs, en matière de réseau hydrométrique, on notera que le DNOCS gère un ensemble de grands et moyens barrages réservoirs susceptibles à peu de frais d'être équipés pour fournir une information précieuse et de qualité sur tous les termes du bilan hydrique.

Les conditions requises pour atteindre cet objectif ont déjà été présentées en détail (*) et peuvent être résumées ainsi : observation précise si possible limnigraphique du plan d'eau, mesure de la pluie, étalonnage du déversoir, connaissance précise des relations cotes-surfaces et cotes-volumes du réservoir, contrôle des quantités d'eau prélevées.

Ultérieurement, une telle information pourrait utilement servir à toute étude de simulation du fonctionnement de l'ouvrage en vue d'une satisfaction optimale de besoins en eau définis.

3.2. Etudes de bassins représentatifs

Une politique rationnelle d'exploitation de bassins représentatifs est un objectif particulièrement recommandé pour résoudre tous les problèmes de disponibilités en eau des bassins de petite superficie (moins de 1000 km^2, environ).

Déjà quelques bassins représentatifs ont, soit été exploités lors d'études spécifiques (3 ensembles dans le bassin du JAGUARIBE), soit mis en service récemment (Riacho do Navio et Rio Sumé).

Une politique rationnelle voudrait qu'un plan d'installation soit établi prenant en considération une analyse des régions plysiographiques homogènes, sous l'angle hydrologique, confrontée avec des considérations sur la demande d'eau (densité de population, zones cruciales de manque d'eau ...).

Une telle planification pourrait être réalisée dès maintenant d'autant plus que toutes les informations cartographiques requises existent pour appliquer la méthodologie ORSTOM (**). On notera la possibilité de tirer partie de cette planification pour l'analyse du réseau hydrométrique de base (cf 3.1).

Les zones susceptibles d'être dotées de bassins représentatifs étant ensuite classées par ordre d'urgence, il importera de procéder avant toute implantation précise à une analyse géomorphologique sectorielle, ayant comme objectif la localisation des associations homogènes sol-végétation, l'aspect "altération" étant pris en considération prioritaire en ce qui concerne le sol.

... / ...

* P. DUBREUIL - "Conditions requises de l'observation des barrages réservoirs en région intertropicale pour fournir une bonne estimation des termes du bilan hydrologique" Symposium de GARDA - Italie - Publication A.I.S.H. n° 70

** DUBREUIL (P.), GUISCAFRE (J.) - "La planification du réseau hydrométrique minimal" Cahier ORSTOM, Série Hydrologie - Vol. VIII, n° 2 - pp.3-38.

L'objectif souhaitable serait de choisir un sous-bassin de quelques 10 à 20 km^2 dans chaque association homogène et de les encadrer dans des bassins plus grands dont la superficie totale n'excèderait pas 500 km^2 environ.

Un lever barométrique de précision permettrait ensuite de préciser les caractères topographiques et de relief des sous-bassins.

Ces opérations pourraient être aisément réalisées par les divisions de cartographie et de pédologie du D.R.N.

Il serait souhaitable qu'elles soient également effectuées avant novembre 1973 sur les deux ensembles en service - Navio et Sumé - afin de permettre une meilleure localisation des sous-bassins homogènes avant la prochaine saison des pluies.

Enfin, l'exploitation rationnelle des bassins représentatifs exige que soit conduite régulièrement chaque année une analyse des données hydropluviométriques observées. Un délai minimal d'exploitation de 5 ans paraît raisonnable pour le nord-est.

La synthèse des résultats obtenus sur les bassins, y compris les anciens, suivra. Elle pourra prendre en considération les données élaborées des stations de réseau drainant des bassins assez petits (au plus quelques milliers de km2). Elle devra tendre à dégager des normes régionales liant variables hydrologiques et facteurs du milieu. Dès maintenant, un examen du domaine d'application des normes établies pour le JAGUARIBE, aux régions physiographiques comparables du nord-est, pourrait être effectué fructueusement.

Compte tenu de certains éléments de ce programme (planification urgente, saison des pluies à partir de décembre), la venue de l'hydrologue ORSTOM demandé serait à envisager pour novembre au plus tard.

On notera que si la synthèse des bassins représentatifs est menée parallèlement et en liaison avec celle des données hydropluviométriques de réseau, les résultats pourront être ainsi optimisés, comme ce fut fait à petite échelle dans le bassin du JAGUARIBE.

4 - Plan de travail et calendrier

On a essayé de dresser un plan de travail et un calendrier permettant d'atteindre les objectifs du programme dans les délais de la convention ORSTOM-SUDENE.

Cet essai tient compte des modifications envisagées pour la saisie et le traitement des données et des délais annoncés en ce qui concerne la livraison et la mise en service d'équipements nouveaux.

... / ...

Etant donné l'interdépendance de nombreux points du programme, on ne doit considérer le plan de travail et surtout le calendrier annexés à ce rapport que comme des guides. Une rectification périodique aura lieu, au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Il en est de même des organigrammes de répartition des tâches qui ont été dressés à partir de ce plan de travail afin d'évaluer au mieux les besoins en ingénieurs et techniciens aussi bien dans la Division d'Hydrologie en général que dans le groupe brésilien constituant la contre partie de la mission française - et issu de cette même Division -.

De même, les besoins en services extérieurs (ATECEL ... pour saisie des données et temps d'ordinateurs) ont été évalués.

Ces organigrammes ne sont pas annexés à ce rapport.

ANNEXE au RAPPORT

PLAN DE TRAVAIL
ET
CALENDRIER DE LA MISSION HYDROLOGIQUE ORSTOM

1. PHASE PREPARATOIRE

- Rassemblement des données hydropluviométriques de la période 1963-72 des réseaux de la SUDENE en vue de leur mise sur cartes perforées.

- Introduction des données brutes sur cartes perforées exécutée à 80 % pour la pluviométrie et 10 % pour l'hydrométrie.

- Etablissement des chaînes de traitement de ces données (analyse critique de 1° ordre incluse).

- Constitution de la banque de données élaborées et préparation pour publications sélectionnées (20 % de la pluviométrie).

2. PLAN DE TRAVAIL A COURT TERME (à partir de juin 1973)

2.1. Traitement des données hydroclimatologiques SUDENE 1963/72

2.1.1. Achèvement de l'introduction des données brutes hydroclimatologiques observées sur cartes perforées par ATECEL.

2.1.2. Choix d'un système de dépouillement des enregistreurs (limnigraphes, pluviographes) - lecteur de courbes - et établissement de la méthodologie d'emploi.

2.1.3. Mise en oeuvre du lecteur de courbes (Div. d'hydrologie)

2.1.4. Mise en oeuvre du traitement des données saisies par le lecteur de courbes

2.1.5. Traitement des données brutes précédentes : analyse de consistance, critique de 1° ordre, corrections, constitution de la banque de données élaborées. Utilisation des ordinateurs de l'ATECEL (durée minimale d'accès à IBM 1130 de 20h/mois).

... / ...

2.1.6. Publication de données sélectionnées (impression par ordinateur)

a) pluviométrie - tous relevés mensuels 1963/71; environ 10 % relevés journaliers 1963/71 (sélection de stations caractéristiques)

b) hydrométrie - débits journaliers 1969/72

2.1.7. Rédaction de rapports descriptifs des systèmes de traitement des données et d'accès aux fichiers élaborés.

2.1.8. Transfert sur bande magnétique des fichiers sur cartes perforées (voir 2.2.5).

2.2. Traitement des données hydroclimatologiques antérieures à 1962

2.2.1. Inventaire et rassemblement des données brutes auprès des divers organismes les détenant.
Utilisation par la Division d'Hydrologie d'appareils à microfilms et à classer les microfilms.

2.2.2. Saisie des données brutes par enregistreur de cassettes magnétiques par ATECEL.

2.2.3. Etablissement des programmes de traitement des données : consistance, critique de 1° et 2° ordre (homogénéisation), corrections, constitution de banque de données élaborées.
Adaptation des programmes existants à la nature du fichier (rangement séquentiel sur bandes magnétiques).

2.2.4. Transfert sur bandes magnétiques des données enregistrées sur cassettes à l'aide d'enregistreur-vérificateurs de cassettes (Div. d'Hydrologie).

2.2.5. Mise en oeuvre des programmes de traitement établis (cf 2.2.3) pour les données antérieures à 1962 en utilisant les données récentes pour l'homogénéisation (cf 2.1.8).

2.2.6. Rédaction des rapports descriptifs des systèmes de traitement des données et d'accès aux fichiers élaborés.

... / ...

2.3. Etude de bassins représentatifs

2.3.1. Inventaire et rassemblement de l'information cartographique relative au milieu physique, à la climatologie et à la demande d'eau (densité de population, zones sensibles ou cruciales de déficit en eau ...)
Milieu physique : planimétrie, altimétrie, végétation, géologie, hydrogéologie, sols ...
Climatologie : précipitation annuelle, répartition mensuelle, températures, évaporation ...
Echelle de carte à partir de 1/500.000°.

2.3.2. Planification du Nordeste du Brésil en vue de l'implantation de bassins représentatifs - méthode ORSTOM de la planification du réseau hydrométrique adaptée au problème.

2.3.3. Synthèse des études effectuées sur les anciens bassins représentatifs (JAGUARIBE ...).

2.3.4. Levés topographiques, pédologiques et de végétation des bassins existants (Navio, Sumé ...) au 1/50.000° pour les petits sous-bassins et au 1/100.000° pour l'ensemble (D.R.N.).

2.3.5. Orientation du programme d'études des bassins représentatifs existants (localisation des sous-bassins en fonction de l'homogénéité géomorphologique, équipement ...).

2.3.6. Levés topographiques, pédologiques et de végétation préalables des nouveaux bassins représentatifs (D.R.N. comme en 2.3.4).

2.3.7. Orientation des analyses hydropluviométriques d'interprétation des données recueillies sur les bassins représentatifs. Mise en oeuvre d'un rapport annuel de campagne selon un modèle-type.

3. <u>CALENDRIER D'EXECUTION A COURT TERME</u>

Se réfère aux items du chapitre 2 :

2.1. Traitement données récentes

2.1.1. - 2.1.5. - 2.1.6. - pluviométrie de maintenant à avril 1974

2.1.1. - 2.1.5. - 2.1.6. - limnimétrie " juillet "

2.1.7. - Rapports pour décembre 1973

2.1.8. - Transfert fichier cartes sur bandes : janvier - mars 74 (suit 2.2.3).

... / ...

2.2. Traitement données récentes

2.2.1. - Collecte sur microfilm dès maintenant

2.2.2. - Saisie sur cassettes dès novembre 73 (si équipement disponible)

2.2.3. - Programmation de novembre 73 à février 74 (dès que IBM 370 opérationnel)

2.2.4. - Transfert sur bandes dès décembre 73 (suit 2.2.2)

2.2.5. - Traitement à partir de janvier 74 (suit 2.2.4 et à condition que 2.2.3 et 2.1.8 soient exécutés)

2.2.6. - Rapports pour août 74.

2.3. Bassins représentatifs

2.3.1. - Inventaire milieu : juin-août 1973

2.3.2. - Planification : septembre 73 à janvier 74

2.3.3. - Levés de terrain de juin à novembre 73

2.3.4. - 2.3.5. - Synthèse et Orientation : à partir de novembre 73

2.3.6. - Levés de terrain des futurs bassins (après 2.3.2)

2.3.7. - Analyses : à partir de mai 74.

4. ESQUISSE DU PROGRAMME A MOYEN TERME

Développement et approfondissement des sujets inclus dans le plan de travail à court terme, dont la mise en oeuvre progressive dépendra de l'accomplissement de ce plan. Ceci concerne plus particulièrement les points suivants :

- présentation des données antérieures à 1962 valorisées et homogénéisées
- planification du réseau hydrométrique et rationalisation du réseau pluviométrique (essais, orientations ...)

... / ...

- inventaire des retenues existantes sur photographies anciennes (essai régional)

- analyse des régimes hydropluviométriques du nord-est dans une optique de synthèse régionale

- synthèse régionale des données de bassins représentatifs (essais, orientations ...).