

24 JUL. 1992

COLLOQUE SUR L'UTILISATION  
DES TECHNIQUES INFORMATIQUES ET DE L'AUTOMATION  
DANS LES SYSTEMES DE RESSOURCES EN EAU

-----  
UNE CHAÎNE DE TRAITEMENT AUTOMATIQUE  
DES MESURES DE SALINITE

par Jacques CLAUDE.  
-----

Le Service Hydrologique Tunisien détient une masse d'archives considérable dont une partie n'a jamais été dépouillée et où la qualité chimique des eaux tient une place importante. Les mesures de salinité et les analyses sont très nombreuses, en particulier aux stations hydrométriques suivies depuis longtemps (8.000 échantillons pour la Medjerdah à Bou Salem, 10.000 pour le Mellègue au K 13). Les valeurs obtenues à partir de ces échantillons sont très diverses quant à leur origine, leur qualité, leur mode de traitement et d'exploitation. L'introduction des méthodes de calcul automatique a permis de tirer le meilleur parti de ces mesures et de constituer, pour chaque station hydrométrique importante, un fichier de données hydrochimiques homogène et revalorisé.

1. Données à traiter - buts du traitement.

Nous avons fait au départ une distinction entre deux sortes d'analyses :

- les analyses de laboratoire : plus ou moins complètes, elles indiquent au moins la valeur du résidu sec (mesuré en principe après séchage à l'étuve à 105° C);
- les analyses sommaires : elles consistent en général en mesures brutes de résistivité, et parfois de transport solide par filtration (T P B U V) ou par mesure de densité (TPDEN); ces mesures sont portées sur une carte intermédiaire, dite "carte Bouteille", traitée par le programme PBH 798.

Le traitement de ces diverses analyses porte essentiellement sur le résidu sec et sur le transport solide. Il consiste à :

- constituer un premier fichier de cartes analyses comportant toutes les analyses connues,
- transformer les mesures brutes de résistivité en conductivités, puis en valeurs approchées de résidu sec, à partir de corrélations résidu sec-conductivité, établies d'après les analyses faites au laboratoire,
- transformer les valeurs de transport solide obtenues par mesures de densité, par corrélations avec les mesures par filtration,
- reconstituer un fichier définitif par ordre chronologique et comportant une carte par échantillon, cette carte portant toutes les mesures connues ou transformées faites sur cet échantillon, ainsi qu'une première appréciation sur la qualité de ces mesures.

La constitution d'un fichier de cartes analyses (complètes ou non), classées par station hydrométrique et formant une suite chronologique de toutes les analyses connues, vérifiées et éventuellement revalorisées, doit permettre le calcul des valeurs moyennes journalières de la salinité, et éventuellement du transport solide, à chaque station importante du réseau hydrométrique.

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33536, ex 1

Cote : B

## 2. La carte analyse d'eau, support d'information.

On a choisi la carte perforée en raison de ses facilités de manipulation et d'accès à l'ordinateur. La carte analyse d'eau comporte :

- l'identification de l'échantillon : lieu (n° de station, colonnes 1 à 8), date (9 à 14), heure (78 à 80), hauteur à l'échelle (31 à 34) suivant la codification utilisée à l'ORSTOM;

- les valeurs du résidu sec (15 à 18), de la conductivité (19 à 22), du transport solide en poids et en volume (23 à 30) et des 7 ions principaux généralement dosés ( $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3\text{H}^-$ , colonnes 39 à 66). Le total des ions est perforé colonnes 35 à 38.

Ces valeurs sont perforées en notation exponentielle spéciale, couramment employée à l'ORSTOM, qui permet à l'aide de 3 chiffres significatifs et un exposant de noter sur 4 colonnes toute valeur comprise dans une très vaste plage de variations ( $0,001$  à  $10^6$ ). Le pH est perforé en nombre entier, en  $1/10$  d'unité pH (colonnes 72 à 74). Les valeurs inconnues sont remplacées par des 9. Les colonnes 75 et 77 sont très importantes : elles indiquent le mode de traitement subi par l'échantillon et la valeur des mesures, suivant un code numérique.

## 3. Traitement des analyses d'eau - Chaîne des programmes "salinité".

La chaîne de "salinité" se compose de six programmes écrits en COBOL. trois de ces programmes traitent effectivement les données (PBH 798, PBH 795, PBH 793); les trois autres sont des programmes préparatoires ou annexes (PBH 797, PBH 796, PBH 794). Le traitement se fait station par station et peut être décomposé en 4 phases schématisées sur la figure 1.

### 1ère Phase : Constitution d'un premier fichier.

Les documents disponibles sont séparés en :

- analyses de laboratoire plus ou moins complètes,
- analyses sommaires pour lesquelles nous avons les résultats de mesures brutes, ces mesures étant faites sur le terrain ou dans les annexes hydrologiques.

Les premières sont perforées directement suivant le dessin de la carte analyse d'eau. Dans la colonne 77, le code Labo prend la valeur 1, 2 ou 3 suivant le degré de complétion de l'analyse. Les analyses sommaires sont perforées sur des "cartes Bouteille" à partir desquelles le PBH 798 calcule la conductivité à  $25^\circ\text{C}$ , une valeur approchée du résidu sec ( $\text{EQRS} = 0.7 \cdot \text{CONDU}$ ), le transport solide en poids et en volume; il perfore en sortie des cartes analyses d'eau où aucun ion n'est dosé et qui portent le code Labo 5 en colonne 77.

Un passage à l'interclasseuse permet de fusionner ces deux séries de cartes : on obtient un premier fichier qui peut contenir des doubles, ou plusieurs cartes se rapportant à un même échantillon et comportant des renseignements complémentaires.

### 2ème Phase : Etude des équivalences - 1er passage du PBH 795.

Au cours du premier passage, le PBH 795 utilise le premier fichier constitué. Pour toutes les analyses de laboratoire, il pointe sur un graphique les couples Résidu sec (RS) - Conductivité (CONDU) et éventuellement TP LABO-TP DENSITE. Les graphiques édités par le programme permettent de tracer des tronçons de droite d'équivalence ou de corrélation (3 tronçons au maximum) entre RS et CONDU et / ou TPLAB et TPDEN, valables pour la station étudiée. Les paramètres de ces droites d'équivalence sont portés sur des "Cartes équivalence" qui sont mis en mémoire sur disque magnétique (BIB) par le programme PBH 797.

Pendant ce même passage, le PBH 795 rassemble sur une seule carte tous les résultats se rapportant au même échantillon, et élimine les doubles.

Sous certaines conditions strictes, il interpole le résidu sec, à partir de la conductivité, pour les analyses sommaires se trouvant chronologiquement intercalées entre deux analyses complètes distantes de 45 jours au plus. Ces analyses reçoivent alors le code Labo 4.

Le programme reperfore enfin toutes les cartes analyses du premier fichier en éliminant les doubles et en séparant les cartes à la sortie du perforateur, suivant le code de Labo (colonne 77). Il édite un tableau donnant les résultats des analyses de laboratoire.

3ème Phase : 2ème passage du PBH 795 - Exploitation des équivalences.

Les données d'entrée pour ce deuxième passage sont les cartes analyses reperforées lors du 1er passage et portant le code Labo 1, 2, 3 ou 5.

Le travail effectué par le programme PBH 795 consiste alors à :

- calculer pour les analyses sommaires (Labo 5) la valeur du résidu sec à partir de la conductivité en se servant des paramètres des droites d'équivalence chargés sur le disque BIB (effectuer éventuellement un travail identique pour la valeur du transport solide);
- reperforer uniquement les cartes correspondantes à ces analyses sommaires, qui reçoivent le code Labo 4;
- éditer un tableau donnant les valeurs des couples RS - CONDU et TP LABO-TP DENSITE pour les analyses complètes, avec l'écart du point figuratif de ces couples par rapport à la droite de corrélation.

4ème Phase : Constitution du fichier définitif.

Après le 2ème passage du PBH 795, il convient de fusionner à l'aide de l'interclasseuse les 3 paquets de cartes obtenus à savoir :

- les cartes portant les codes Labo 1,2,3,5, résultant du 1er passage du PBH 795,
- les cartes portant le code Labo 5, interpolées lors du 1er passage,
- les cartes portant le code Labo 4, calculées à partir des équivalences lors du 2ème passage. L'interclasseuse permet d'extraire les cartes Labo 5 se trouvant en double.

Il reste alors à effectuer le contrôle de la qualité des analyses à l'aide du programme PBH 793 qui :

- transforme pour chaque ion dosé les mg/l en meq/l,
- calcule le total des ions dissous dosés,
- contrôle la balance ionique de l'analyse (erreur admise 10 %),
- vérifie, à partir des paramètres d'équivalence chargés sur le disque BIB, que chaque couple RS-CONDU ne s'écarte pas de plus de 15 % de la droite d'équivalence admise,
- sélectionne les cartes à la lecture, à l'aide du sous-programme SELCASE et fait tomber :

- .. dans la case 1, les analyses pour lesquelles aucune erreur n'a été détectée, et celles pour lesquelles la balance ionique n'a pas été calculée,
- .. dans la case 2, les analyses pour lesquelles la balance ionique est par trop déséquilibrée ( $> 10\%$ ),
- .. dans la case 3, les analyses pour lesquelles une erreur autre que la balance ionique a été décelée.

Ces 3 cases correspondent au code de qualité défini pour la colonne 75 de la carte :

- les cartes de la case 1 reçoivent le code 1 (analyses de bonne qualité) en colonne 75 s'il s'agit d'analyses ayant le code Labo 1 ou 2. On perforé le code 3 (analyses jugées bonnes bien qu'incomplètes) en colonne 75, s'il s'agit d'analyses portant le code Labo 3 ou 4;

- les cartes de la case 2 reçoivent le code 2 en colonne 75 (analyses douteuses, balance ionique);
- les cartes de la case 3 reçoivent le code 4 en colonne 75 (analyses jugées douteuses pour tout autre raison que la balance ionique).

Il convient alors de fusionner à nouveau ces trois paquets pour obtenir le fichier complet et définitif des analyses faites à la station étudiée.

Nous estimons qu'à ce stade le fichier des cartes analyses est reconstitué au mieux. En particulier la valeur du résidu sec, calculée pour les analyses sommaires, soit par interpolation, soit à partir des droites de corrélation tracées d'après les graphiques du PBH 795, est une valeur plus précise et tenant mieux compte des conditions particulières à la station hydrométrique traitée que la valeur obtenue par simple multiplication de la conductivité par un coefficient empirique (pris égal à 0,7).

#### 4. Commentaires et conclusions.

Ce traitement des analyses peut sembler long et compliqué. Il faut insister sur le fait que nous avons choisi ce processus en tenant compte du grand nombre de documents à traiter, de leurs formes et origines très diverses, et en essayant de limiter au maximum les interventions manuelles et les recopies qui sont toujours sources de nombreuses erreurs.

Cette chaîne de traitement est orientée principalement vers l'exploitation de longues séries d'analyses de valeur plus ou moins douteuse, faites à une même station hydrométrique. Elle ne traite pratiquement pas de la chimie des eaux, mais fournit des fichiers prêts à être exploités dans ce sens. Cette exploitation ultérieure des fichiers (telle que l'étude de la répartition des ions, les mises en diagrammes triangulaires, le calcul des coefficients de corrélation entre les éléments de l'analyse, etc) est envisagée au sein du service hydrologique de Tunisie; elle n'a pas encore été abordée pour le moment.

Actuellement, ces fichiers de cartes d'analyses d'eau servent principalement au calcul des salinités moyennes journalières, qui est fait parallèlement au calcul des débits moyens journaliers par le programme PBH 398. Ce travail a été entrepris dans le cadre de la Monographie de la Medjerdah. Plus de 20.000 résultats d'analyses ont déjà été traités. Ils ont permis de reconstituer d'importantes séries de salinités moyennes journalières sur des stations anciennes (Bou-Salem, Medjez el Bab, Mollègue au K 13).