

Une chaîne de programmes pour le traitement des données sur la salinité

J. CLAUDE.

Chargé de Recherches à l'O.R.S.T.O.M.

RÉSUMÉ

Le traitement automatique des analyses chimiques était rendu nécessaire en Tunisie par l'importance de la salure affectant les eaux de surface. Cette note présente une chaîne de programmes permettant le dépouillement des analyses, le contrôle des mesures effectuées, le calcul de la qualité chimique des eaux et la constitution d'un fichier hydrochimique.

A partir des informations fournies par ce fichier, une reconstitution ou une valorisation des longues séries d'analyses est possible.

ABSTRACT

The use of digital computers for the automatic treatment of chemical analysis was essential in Tunisia where the saltness on the surface water is often large.

The purpose of this paper is to present a program-chain calculating interpretation of data analysis, control of the gauges, processing of water chemical quality and constitution of a hydro-chemical data-set.

From this information, reconstitution or valorization of large series of analysis are possible.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
1.1. Généralités	3
1.2. Le traitement automatique	4
2. LES SUPPORTS D'INFORMATIONS : CARTE ANALYSE D'EAU. CARTE BOUTEILLE	6
2.1. Dessin de la carte Analyse d'eau. Utilisation des colonnes	6
2.2. Dessin de la carte Bouteille. Utilisation des colonnes	8
3. TRAITEMENT DES ANALYSES CHIMIQUES	10

4. DESCRIPTION DES PROGRAMMES DE LA « CHAÎNE SALINITÉ »	13
4.1. Description et emploi du programme P BH 798. Traitement de la carte Bouteille	13
4.2. Description et emploi du programme P BH 795. Traitement des analyses sommaires. Etude des équivalences	17
4.3. Description et emploi du programme P BH 793. Traitement et contrôle des analyses chimiques	24
4.4. Programmes annexes	26
5. APPLICATIONS. UTILISATION DES FICHIERS CARTES ANALYSES D'EAU	28

1. INTRODUCTION.

1.1. GÉNÉRALITÉS.

Le Service hydrologique tunisien détient une masse d'archives assez considérable. Les renseignements contenus dans ces archives sont cependant assez disparates, de valeur très inégale et beaucoup de relevés d'observations archivés n'ont jamais été dépouillés jusqu'à ce jour.

Pour exploiter rationnellement et efficacement ce stock de renseignements, des méthodes de traitement automatique des données hydrométriques et pluviométriques ont été introduites au Service hydrologique tunisien au début de l'année 1969.

Au départ, les méthodes de traitement et les procédés adoptés ont été ceux du Bureau central du Service hydrologique de l'O.R.S.T.O.M. qui possédait déjà une bonne expérience en la matière. Il a cependant fallu tenir compte des conditions particulières de l'hydrologie en Afrique du Nord et adapter les

méthodes à ces conditions ; c'est ainsi que certains modèles de cartes utilisés par l'O.R.S.T.O.M. ont été légèrement modifiés avant d'être utilisés en Tunisie et que, dans le domaine de la qualité chimique des eaux, il a fallu mettre au point des méthodes de dépouillement et de calcul entièrement adaptées aux conditions locales.

Nous nous proposons d'exposer ici le processus de traitement des résultats d'analyses d'eau tel qu'il est utilisé en Tunisie.

1.2. LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE.

Les importants problèmes posés par la salure des eaux qui limite beaucoup leur utilisation en Tunisie ont toujours retenu l'attention des responsables du réseau hydrométrique. De très nombreuses analyses d'eau ont été effectuées et continuent de l'être pour contrôler la qualité chimique des eaux de surface ; aussi les résultats d'analyses tiennent une place importante dans les archives du Service hydrologique et il était urgent d'en tirer le meilleur parti possible.

1.2.1. Données à traiter.

Dès l'abord il a paru nécessaire de prévoir le traitement automatique de ces résultats d'analyses pour les raisons suivantes :

- Ces analyses sont très nombreuses, nous l'avons déjà signalé (plus de 8 000 sur la Medjerda à Bou Salem, plus de 10 000 au Mellegue K 13).

- Elles sont multiformes : allant de l'analyse complète en laboratoire, à la simple mesure de résistivité sur le terrain.

- Elles proviennent de nombreuses sources différentes : les laboratoires à qui étaient confiés les échantillons s'étant souvent succédé avec des méthodes différentes.

- Certaines sont des extraits originaux de cahiers de laboratoires alors que d'autres ont été recopiées en tout ou en partie et parfois sur plusieurs documents à la fois.

Le traitement porte essentiellement sur le résidu sec et le transport solide :

- Le résidu sec est soit obtenu directement par dessiccation à l'étuve à 105 °C (au laboratoire) soit évalué à partir de mesures de résistivité. Ce sont ces nombreuses mesures de résistivité que nous avons tenté de revaloriser.

- Le transport solide en poids est obtenu par filtration sur buvard ou sur papier filtre des matières en suspension qui sont pesées après dessiccation. Les anciennes mesures ne comportent souvent qu'une mesure de densité qui, au moyen d'abaques, permettait d'évaluer le transport solide en tenant compte du

résidu sec et de la température de l'eau, nous avons aussi essayé de valoriser ces mesures. Le transport solide en volume est mesuré dans des éprouvettes après décantation naturelle pendant 48 heures.

L'analyse chimique proprement dite qui comporte le dosage de 7 ions principaux (Ca, Mg, Na, K, Cl, SO₄, CO₃H) et la mesure du PH est contrôlée, mais aucun calcul n'est effectué à partir de ces valeurs.

1.2.2. Buts du traitement automatique.

Une chaîne de traitement des données hydrochimiques a donc été mise au point (fig. 1). Le support d'information est la carte perforée (carte Analyse d'eau, fig. 2). La chaîne se compose de six programmes écrits en Cobol, dont trois traitent effectivement des données, les trois autres étant des programmes annexes ou préparatoires (P BH 798 à 793). Elle a été conçue en fonction des données à traiter, c'est-à-dire qu'elle est orientée principalement vers l'exploitation de longues séries d'analyses faites à une même station hydrométrique.

Le but du traitement est de constituer un fichier de cartes analyses (complètes ou non) classées par stations et formant une suite chronologique de toutes les analyses connues, vérifiées et, éventuellement revalorisées. Ces séries d'analyses doivent permettre de reconstituer les valeurs moyennes journalières de la salinité et, éventuellement, du transport solide à chaque station importante du réseau.

L'exploitation ultérieure de ces fichiers de cartes « Analyses d'eau » (telle que l'étude de la répartition des ions, des mises en diagrammes triangulaires, des calculs de coefficients de corrélation, etc.) est envisagée par la suite, mais elle n'a pas encore été abordée pour le moment.

1.2.3. Remarques.

Avant d'entrer dans la description des cartes et de leur traitement, nous apporterons quelques précisions d'ordre général concernant l'organisation de la mécanographie au Service hydrologique de Tunisie.

a) Codification.

Les modèles de cartes en service en Tunisie étant identiques ou directement adaptés de ceux adoptés par le Service hydrologique de l'O.R.S.T.O.M., les codifications sont aussi identiques pour :

- l'identification de la station : chaque station hydrométrique est identifiée par un numéro de 8 chiffres indiquant l'Etat, le bassin versant, la rivière et la station,

- de même la date est codifiée en 6 chiffres (année, mois, jour),

- la cote à l'échelle HT en cm a la même significa-

Une chaîne de programmes pour le traitement des données sur la salinité

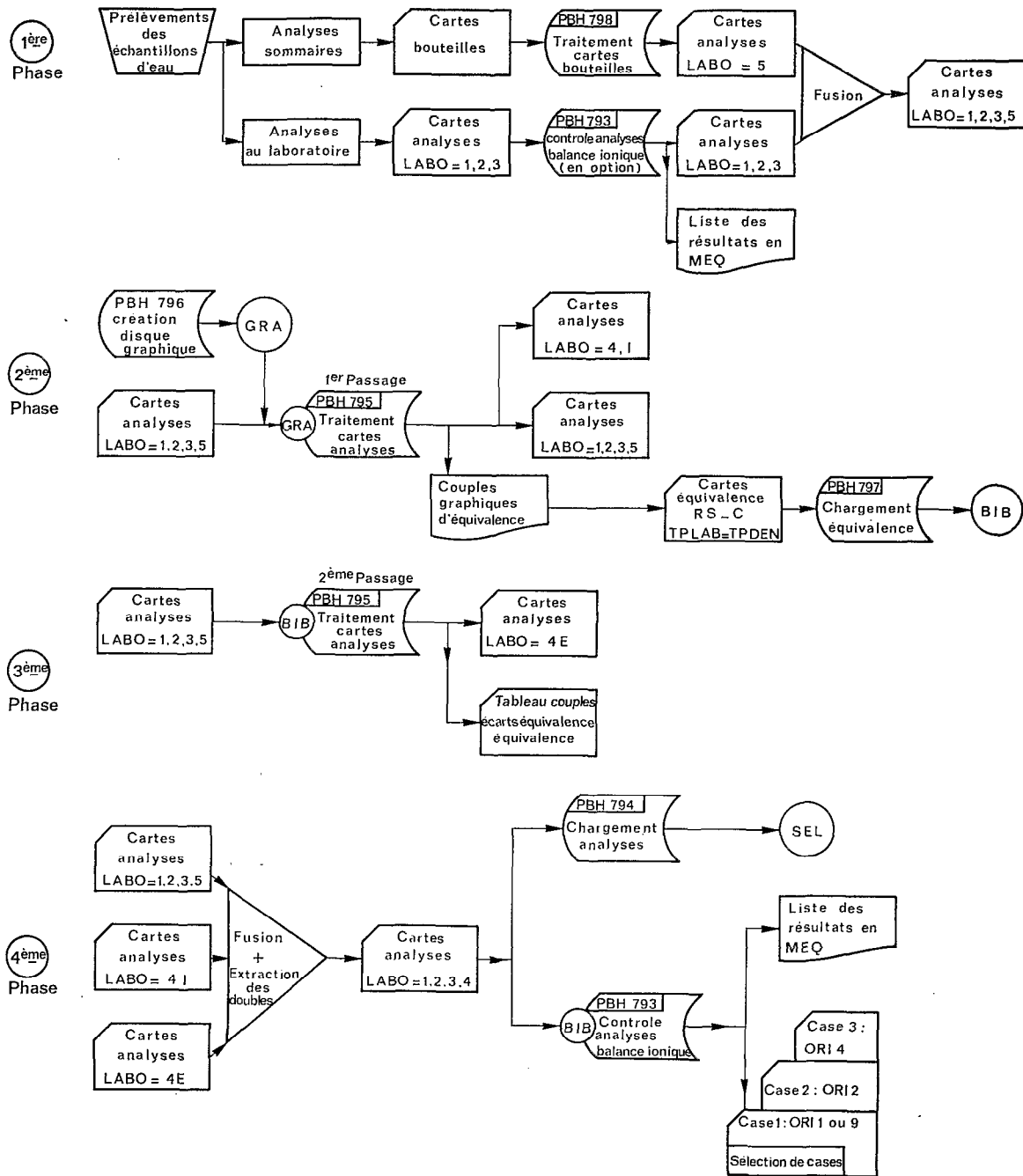


Fig. 1. — Chaîne de traitement des prélèvements (salinité).

tion et le même emplacement que sur la carte « Résultat de jaugeages ».

b) *Notation exponentielle spéciale.*

Cette notation mise au point pour les débits d'eau permet un gain de place appréciable sur les cartes et de couvrir une large gamme de valeurs. Elle est largement employée dans la plupart des modèles de cartes utilisées. Rappelons-en le principe : une valeur quelconque exprimée avec trois chiffres significatifs peut s'écrire $0,XXX \times 10^A$; on appellera XXX mantisse, et A caractéristique et on pourra perforer la valeur en question sur quatre colonnes sous la forme XXXA (la transformation de ces valeurs étant assurée par des routines des programmes).

c) *Disque bibliothèque.*

Nous utilisons à Tunis l'ordinateur IBM 360-30 du centre de calcul automatique du Ministère des P.T.T. La capacité de la mémoire centrale est de 54 K, aussi, doit-on avoir recours à des périphériques pour ne pas charger inutilement l'unité centrale. Dans ce but, toutes les caractéristiques fixes utilisées dans les programmes telles qu'identification des stations hydro-métriques ou pluviométriques, barème d'hélices de moulinets, etc., ont été chargées sur un disque magnétique remis à jour régulièrement et que nous appelons disque bibliothèque ou disque BIB.

2. LES SUPPORTS D'INFORMATIONS : CARTE ANALYSE D'EAU. CARTE BOUTEILLE.

Nous avons distingué au départ deux sortes d'analyses suivant les mesures effectuées :

— les analyses sommaires qui ne comportent, en général, qu'une mesure de résistivité et, parfois, une mesure de transport solide par filtration. Pour ces analyses, nous disposons des résultats de mesures brutes qui sont perforées sur des cartes « Bouteilles » ; la transformation de ces mesures étant assurée par le programme P BH 798,

— les analyses de laboratoire, plus ou moins complètes, pour lesquelles nous disposons des résultats fournis par le laboratoire ayant effectué les analyses, sans valeurs intermédiaires. Ces résultats sont perforés directement sur les cartes « Analyses d'eau ».

2.1. DESSIN DE LA CARTE ANALYSE D'EAU. UTILISATION DES COLONNES.

2.1.1. La carte.

Le dessin de la carte n'est pas imprimé et la perforation se fait sur cartes blanches.

Les quatorze premières colonnes ont le même rôle que pour la carte de résultat de jaugeage.

— colonnes 1 à 8 : numéro mécanographique de la station,

— colonnes 9 à 14 : date (année, mois, jour).

Les quatre données suivantes sont exprimées sur quatre colonnes en écriture conventionnelle spéciale :

— colonnes 15 à 18 : résidu sec en mg/l. Il s'agit du résidu sec obtenu par évaporation dans le cas d'une analyse au laboratoire (labo = 1 ou 2 ou 3) ou bien de la conversion d'une conductivité dans le cas d'une analyse sommaire (labo = 4,5) (se reporter à la signification des codes de la colonne 77 : Labo),

— colonnes 19 à 22 : conductivité à 25°. Cette valeur est exprimée en micromhos par cm,

— colonnes 23 à 26 : turbidité en poids exprimée en mg/l de l'échantillon,

— colonnes 27 à 30 : turbidité en volume exprimée en partie par million (ppm) ou mm³/l (c'est le volume des dépôts au fond des éprouvettes après 48 heures de décantation naturelle),

— colonnes 31 à 34 : cote à l'échelle HT en cm au moment du prélèvement,

— colonnes 35 à 66 contiennent 8 groupes de 4 colonnes où sont perforés en notation exponentielle spéciale les résultats d'analyse en mg/l dans l'ordre suivant :

— Total des ions dosés	
— Calcium	= Ca ⁺⁺
— Magnésium	= Mg ⁺⁺
— Sodium	= Na ⁺
— Potassium	= K ⁺ (dosé sur demande seulement)
— Sulfate	= SO ₄ ⁻⁻
— Chlorure	= Cl ⁻
— Carbonate acide	= CO ₃ H ⁻

— colonnes 67 à 70 sont inutilisées à la perforation (elles peuvent être employées par le programme P BH 798 pour porter la valeur de la turbidité en poids d'après la densité (TP DEN), lorsque les éléments du calcul sont fournis par la carte Bouteille correspondante. La perforation est alors faite automatiquement en mg/l et notation exponentielle spéciale),

— colonne 71 reste vierge à la perforation (elle peut être utilisée par le P BH 795),

— colonnes 72 à 74 comportent le PH donné avec une décimale et perforé sans virgule (PH = 8,2 sera perforé 082),

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
STATION				DATE				RS	C	TP	TV	HT	TOTAL	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	CO3			PH	OWL	N				
E	B	R	S	A	M	J	RS	C	TP	TV	HT	TOTAL										PH	OWL	H	M				
							mg/l	mhg/cm	mg/l	ppm	Cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l									
							spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe	spe									
ETAT																													
BASSIN																													
RIVIERE																													
STATION																													
ANNEE																													
MOIS																													
JOUR																													
RESIDU SEC																													
CONDUCTIVITE A 25°																													
TURBIDITE EN POIDS																													
TURBIDITE EN VOLUME																													
COTE A L'ECELLE (TARAGE)																													
TOTAL																													
Ca ++																													
Mg ++																													
Na +																													
K +																													
SO4 --																													
Cl -																													
CO3 H -																													
T.P. DENSITE(FACULTATIF)																													
BLANC OU E OUI																													
PH																													
ORIGINE																													
VARIATION																													
LABORATOIRE																													
HEURE																													
DIZAINE DE MINUTES																													

Fig. 2. — Carte analyse d'eau.

— *colonne 75* indique l'origine ou la valeur de l'analyse suivant les conventions suivantes :

- 0 — ou blanc = analyse non contrôlée,
- 1 — analyse considérée comme bonne par le programme P BH 793 (équilibre des ions),
- 2 — analyse considérée comme douteuse par le même programme,
- 3 — analyse jugée bonne bien qu'incomplète (l'équilibre des ions ne peut être vérifié),
- 4 — analyse jugée douteuse pour toute autre raison que la balance ionique (confusion de prélèvement, erreur sur la date, sur la cote à l'échelle, etc.),
- 7 — les résultats sont exprimés en meq et non en mg/l , la balance ionique a été calculée à la main et l'analyse est considérée comme bonne.

— *colonne 76* indique la variation du plan d'eau au moment du prélèvement suivant la convention suivante:

- 1 — étiage,
2 — crue,
3 — décrue,
4 — étale (sommet de crue),
9 — inconnu ;

— colonne 77 (Labo) est réservée pour indiquer le type d'analyse effectuée selon le code suivant :

- 1 — analyse complète au laboratoire : tous les éléments prévus sur la carte sont déterminés
- 2 — analyse partielle au laboratoire : tous les éléments ne sont pas dosés mais on connaît la conductivité à 25 °C, le résidu sec à l'étuve à 105 °C, la turbidité en poids après filtration, et si possible, la turbidité en volume et la teneur en chlore.

- 3 — résidu sec : aucun élément n'est déterminé mais on connaît RS à l'étuve à 105 °C et, si possible, la conductivité à 25 °C,
 - 4 — analyse sommaire contrôlée : on connaît la conductivité à 25 °C et on en déduit RS par interpolation entre deux analyses du type 1, 2 ou 3 à *la même station* ou par application des coefficients d'équivalence conductivité-résidu sec déterminés pour *la même station* à partir de la collection des analyses du type 1, 2 ou 3 (ce travail est fait automatiquement par le programme P BH 795),
 - 5 — analyse sommaire non contrôlée : on déduit RS de la conductivité par application d'un coefficient empirique égal à 0,7,
 - 9 — résultats d'analyses (anciens en général) dont on ne connaît pas la provenance ni le mode de détermination,
- *colonnes 78 à 80* portent l'heure et les dizaines de minute du prélèvement (11 h 20 sera perforé 112).

2.1.2. Commentaires.

Cette carte devant pouvoir être interclassée dans les cartes de résultats de jaugeage, les étiquettes de station (état, bassin, rivière, station) et le temps (année, mois, jours, heure et dizaines de minutes) se trouvent à la même place.

De même la hauteur à l'échelle qui figure sur cette carte est la même que celle appelée « Cote sur la courbe de tarage » et désignée par HT sur la carte de résultat

de jaugeage ; elle se trouve à la même place (colonnes 1 à 34).

Il existe cependant une différence très importante. Alors que sur la carte de résultat de jaugeage, il est très possible de laisser plusieurs colonnes sans aucune perforation, ceci est pratiquement impossible sur la carte d'analyse d'eau.

En effet, si un jaugeage donne un débit mesuré, quelqu'il soit, le fait qu'il n'y ait rien de perforé dans les colonnes prévues pour la vitesse moyenne ou la pente, par exemple, ne signifie nullement que ces valeurs sont nulles, mais simplement qu'elles n'ont pas été déterminées. Aucune ambiguïté n'est possible.

Par contre, pour les résultats d'analyse d'eau, il peut y avoir ambiguïté entre une valeur nulle (il n'y a pas de potassium dans l'eau par exemple) et la détermination non faite. Etant donné que la même carte sera utilisée pour toutes les analyses qu'elles soient complètes ou pas, on portera systématiquement des 9 pour les valeurs non déterminées et des zéros pour les valeurs nulles ou pour les résultats indiquant simplement des traces.

2.2. DESSIN DE LA CARTE BOUTEILLE. UTILISATION DES COLONNES.

2.2.1. Valeurs.

Les valeurs portées sur cette carte sont des *mesures*, et non des valeurs calculées, pouvant donner une indication sur la qualité des eaux. Cette carte (fig. 3) four-

[illegible]

Fig. 3. — Carte houteille.

nit les données d'entrée à un programme de calcul (P BH 798) qui effectue les calculs nécessaires, et perfore les valeurs résultantes sur des cartes Analyse d'eau (résidu sec, conductivité, turbidité en poids et en volume, aucun élément chimique n'étant déterminé). En aucun cas, on ne devra considérer les valeurs portées par une carte Bouteille comme utilisables telles quelles, d'ailleurs, le titre de « carte Bouteille » est là pour rappeler le caractère non élaboré de ces données.

Normalement, ces cartes sont perforées d'après les feuilles d'analyses sommaires utilisées conformément à la note sur le mode opératoire des analyses sommaires, mais elles permettent aussi de reprendre une grande quantité de résultats d'analyses, plus ou moins complets, qui se trouvent dans les archives du B.I.R.H.

Le dessin de cette carte n'est pas imprimé et la perforation se fait sur cartes ordinaires.

Chaque carte correspondra à un échantillon qui devra être bien identifié dans l'espace et le temps de manière à pouvoir situer les résultats (évolution des salinités avec la hauteur à l'échelle ou les débits, comparaison avec les résultats d'analyses complètes faites sur le même échantillon), aussi le numéro de station, la date, l'heure et les dizaines de minutes, la hauteur à l'échelle se retrouvent sur la carte Bouteille aux mêmes emplacements que sur les cartes Analyse d'eau et résultat de jaugeage.

De même que pour un résultat d'analyse, il faut éviter toute ambiguïté entre une mesure non faite et une valeur nulle, aussi, on portera des 9 dans toutes les zones correspondant à des mesures non faites et des zéros pour les valeurs nulles.

Toutes les colonnes de la carte doivent être perforées à l'exception de la colonne 73 qui reste toujours vierge et qui permet d'identifier les cartes Bouteilles qui n'ont pas d'autres caractéristiques d'identification.

2.2.2. Description.

N° de colonnes	Utilisation
1 à 8	STATION : Numéro mécanographique à 8 chiffres de la station donnée dans la liste des stations du réseau.
9 à 14	DATE : col. 9 et 10 = Année, col. 11 et 12 = Mois, col. 13 et 14 = Jour.
15 à 20	RÉSISTIVIMÈTRE : col. 15 à 17 = numéro de l'appareil. Ce numéro est en général inscrit sur l'appareil en lettres et en

chiffres, on ne perfore que les trois derniers chiffres.

ex. appareil Philips n° L 43537 = on perfore 537,
appareil inconnu = 999.

col. 18 à 20 = constante de cellule, lue sur la cellule de mesure, perforée sans virgule.

ex. K = 1,50 sera perforé 150,
K = 0,72 sera perforé 072.

21 LABORATOIRE :

Cette colonne indique le traitement que subira l'échantillon, selon le code suivant :

1 = l'échantillon subira une analyse complète,

2 = on se limitera à l'analyse sommaire,

7 = l'échantillon servira à étalonner le résistivimètre.

22 à 29 FILTRAGE DES ÉCHANTILLONS SUR BUVARD :

col. 22 à 25 = poids du buvard sec = noté en mg et en notation exponentielle spéciale,

col. 26 à 29 = poids du buvard plein après séchage en mg et notation exponentielle spéciale.

Si l'échantillon n'a pas été filtré, on perfore des 9 dans les huit colonnes de la zone. Si le buvard plein a été perdu, on perfore des 9 dans les colonnes 26 à 29.

30 VARIATION :

évolution de l'écoulement d'après la convention suivante :

1 = étiage,

2 = crue (montée),

3 = décrue,

4 = étale,

9 = inconnue.

31 à 34 HAUTEUR A L'ÉCHELLE HT :

Notée en cm ou mm suivant les instructions spécifiques à la station et selon les conventions habituelles pour les hauteurs limnimétriques.

35 à 41 LECTURE DE LA RÉSISTIVITÉ :

col. 35 à 38 : lecture de la résistivité Rx, en ohm/cm et en notation exponentielle spéciale,

col. 39 à 41 : température de l'échantillon au moment de la mesure, notée en 1/10 de degrés C, sans virgule,

ex. = 18,6 °C sera perforé 186.

42 à 50 MESURE DE DENSITÉ :

col. 42 à 44 : densité = on note l'excès par rapport à 1 (densité normale de l'eau) de la densité mesurée au millième près : c'est-à-dire les 3 chiffres se trouvant normalement après la virgule,

col. 45 à 47 : numérateur du rapport de mesure = c'est le volume en cm³ de la fraction d'échantillon sur laquelle la densité a été mesurée,

col. 48 à 50 : dénominateur = c'est le volume total de l'échantillon, en cm³,

ex. sur un échantillon de 850 cm³, on a prélevé 270 cm³ dont la densité a été mesurée égale à 1,057 (souvent écrit 1057),

- On perfore donc = 057270850.
- Si l'analyse porte la mention « eau claire » et pas de mesure de densité on perforera 000 pour la densité et 999999 pour le rapport de mesure.
 - Si la mesure de densité est faite sur tout l'échantillon le rapport de mesure est 1, on le perfore : 100 100.

51 à 68 TURBIDITÉ :

Mesure du volume de dépôt solide. Pour les mesures faites sur éprouvettes de pluviomètres, col. 51 à 53 : HE1 = hauteur d'eau dans la 1^{re} éprouvette,
col. 54 à 56 : HE2 = hauteur d'eau dans la 2^e,
col. 57 à 59 : HE3 = hauteur d'eau dans la 3^e,
col. 60 à 62 : HD1 = haut. du dépôt dans la 1^{re},
col. 63 à 65 : HD2 = haut. du dépôt dans la 2^e,
col. 66 à 68 : HD3 = haut. du dépôt dans la 3^e.
Toutes ces valeurs sont notées en notation normale, en centièmes de mm de pluie.

ATTENTION :

Si une éprouvette est vide on perfore 000.
Pour les mesures faites sur les tubes en plastique et portées sur les anciennes feuilles d'analyse sommaire, on adoptera la notation suivante pour les mêmes colonnes :
col. 51 à 53 : HE1 = 000, contrôle du mode de calcul,
col. 54 à 56 : HE2 = total = hauteur totale atteinte par l'échantillon dans le tube en plastique. Notation normale en mm,
col. 57 à 59 : HE3 = hauteur du bouchon en mm,
col. 60 à 62 : HD1 = fins, c'est-à-dire hauteur totale du dépôt solide au fond du tube en mm,
col. 63 à 65 : HD2 = 000, comme pour HE1,
col. 66 à 68 : HD3 = volume total de l'échantillon, en cm³ s'il a été mesuré, sinon 000.

69 à 72 RÉSIDU SEC :

Si, sur des analyses anciennes, on trouve un R.S. mesuré après passage à l'étuve ; on le notera dans ces 4 colonnes en mg/l et notation exponentielle spéciale.

73 TOUJOURS VIERGE.

74 à 77 TRANSPORT SOLIDE :

En poids comme pour R.S., si on trouve une valeur du T.P. mesurée au laboratoire, on la notera en mg/l et notation exponentielle spéciale.

78 à 80 HEURE ET DIZAINES DE MINUTES :

Selon la notation habituelle — 2 chiffres pour l'heure, 1 pour les dizaines de minutes. Heure inconnue = 999.

TOUTES LES VALEURS NON DÉTERMINÉES
SONT REMPLACÉES PAR DES 9.

3. TRAITEMENT DES ANALYSES CHIMIQUES.

Le traitement des analyses chimiques se fait en principe par station, mais on peut traiter plusieurs stations à la fois sur tout ou partie de la période d'observation. Le processus général de traitement peut être décomposé en quatre phases schématisées sur la figure 1 que nous allons examiner avant de décrire chaque programme utilisé.

1^{re} phase : constitution d'un premier fichier de cartes analyses.

Parmi les différents documents disponibles au départ, on effectue la distinction entre :

- les analyses de laboratoire plus ou moins complètes,
- les analyses sommaires.

— Les analyses de laboratoire sont soumises directement à la perforation sur cartes Analyses d'eau. La valeur du code Labo en colonne 77 est alors 1, 2 ou 3 (cf. description de la carte). Ces cartes sont triées par ordre chronologique et mises en attente ; leur validité peut être contrôlée à ce stade d'élaboration par le P BH 793, mais il nous paraît préférable de n'utiliser ce programme qu'en fin de traitement sur la série complète des analyses ;

— Les analyses sommaires, si elles sont anciennes, comportent souvent des résultats de calcul mais les erreurs de calcul, de report sur abaques ou de recopiage, sont si nombreuses qu'il est préférable de refaire le travail à l'aide de l'ordinateur à partir des mesures brutes. Pour cela on perfore directement des cartes « Bouteilles » selon le dessin décrit plus haut.

Ces cartes « Bouteilles » sont traitées à l'ordinateur par le programme P BH 798 qui calcule la conductivité à 25 °C des échantillons, un équivalent du résidu sec par conversion de la conductivité ($EQR = 0,7 \times CONDU$), le transport solide en poids et en volume. Ce programme perfore en sortie des cartes Analyses où aucun élément n'est dosé et portant le code Labo = 5 en colonne 77.

Un passage à l'interclasseuse permet alors de fusionner les cartes avec Labo : 1, 2, 3 et les cartes Labo : 5 pour une même station.

On dispose ainsi du premier fichier de cartes analyses. Ce fichier peut contenir des doubles puisque les documents disponibles sont systématiquement perforés et qu'il s'agit parfois de recopies ; il peut aussi contenir plusieurs cartes portant des renseignements complémentaires et se rapportant au même échantillon. Il a semblé qu'il serait long et hasardeux de collationner à la main toutes ces cartes et qu'il serait intéressant de valoriser en même temps

- Feuille d'analyse Sommaire -

Zone: SBEITLA		Responsable: BEN AMOR		Début Décantation 26-2-1970 à 8h.30	
Oued 1 SBIBA		Station 2 BARRAGE		N° Code 3 ZS 006	
Numéro mécanographique 4 4 1 8 1 6 1 2 1 1 2 1 5 1 0 1 8		Année 5 6 1 9 9 10		Mois 6 0 1 9 11 12	
		Jour 7 2 1 6 13 14		Heure.minute 8 1 1 3 0 1 0 78 79 80	
N° Résistance 11 4 1 0 1 3 1 5 1 3 1 7 15 17		K 12 1 1 5 1 0 18 20		25 A. C 1 21	
Buvard sec 21 5 1 7 1 4 1 3 1 2 1 1 1 1 1 1 1 5 1 7 1 4 1 4 spé 22 25		Buvard séché 22 1 1 8 1 3 1 2 1 1 1 8 1 3 1 5 spé 26 29		9 Etiage Cruce Décrue 30 ☒	
Lecture résistance Rx n 13 3 1 5 1 0 35 38		Température 14 1 1 2 1 0 39 41		Densité 23 42 44	
Rapport de mesure 24 45 50		Hauteur d'eau HE1 15 9 1 4 1 0 51 53		HE2 16 4 1 2 1 5 54 56	
HE3 17 5 1 9 1 0 57 59		Hauteur de dépôt HD1 18 0 1 0 1 0 60 62		HD2 19 0 1 0 1 0 63 65	
HD3 20 1 1 0 1 0 66 68		Observations		Date de fin des opérations: 28-2-1970 à 12h.05	
				Opérateur: BEN AMOR	

Fig. 4. — Exemple de feuille d'analyse sommaire.

les indications données par les mesures de conductivité en cherchant une meilleure approximation du résidu sec que la multiplication par un coefficient empirique très approximatif. Ce travail est réalisé dans les phases suivantes.

2^e phase : étude des équivalences. 1^{er} passage du P BH 795.

On utilise au cours de cette phase les analyses pour lesquelles on dispose des couples Résidu sec-Conductivité, et Transport solide obtenu par Filtration-Transport solide déduit de la densité (TP LAB-TP DEN) pour étudier une loi d'équivalence (ou corrélation) entre ces couples qui permettra ensuite de donner une meilleure approximation pour les analyses en LABO = 5 pour lesquelles seules les mesures indirectes ont été faites — (conductivité ou transport-densité).

Au cours de ce premier passage, le P BH 795 :

- rassemble tous les résultats se rapportant au même prélèvement qui peuvent se trouver sur plusieurs cartes,
- pointe sur le disque graphique (GRA) ouvert et préparé par le P HB 796, tous les couples RS-C et TP LAB-TP DEN rencontrés,
- sous certaines conditions, interpole le résidu sec à partir de la conductivité pour les analyses sommaires (LABO = 5) se trouvant chronologiquement intercalées entre deux analyses complètes distantes de 45 jours au plus.

(Les cartes LABO = 5 deviennent alors LABO = 4 avec I (interpolé) en colonne 71.)

- édite un tableau donnant les valeurs de chaque couple retenu,
- édite des graphiques à l'échelle du mois ou de l'année où sont portés les points correspondants aux couples de valeurs retenues (2 séries de graphiques — RS-C et TP LAB-TP DEN),
- reperfère toutes les analyses en éliminant les doubles du premier fichier et en séparant les cartes à la sortie du perforateur : en case 1, les analyses avec LABO = 1, 2, 3 ou 5 et en case 2 : les analyses avec LABO = 4-I (ces dernières seront mises à part jusqu'à phase 4).

Les graphiques édités par le P BH 795 permettent de tracer des tronçons de droites de corrélation (3 tronçons au maximum) pour chaque équivalence RS-C ou TP LAB-TP DEN étudiée. Les paramètres de ces droites caractéristiques de chaque station sont portés sur des « cartes équivalence » qui sont chargées sur le disque bibliothèque (BIB) par le P BH 797. On passe alors à la 3^e phase du traitement.

3^e phase : 2^e passage du P BH 795.

Les données d'entrée de ce deuxième passage sont les cartes Analyses avec LABO = 1, 2, 3 ou 5 reperférées lors du premier passage. Le traitement effectué par le P BH 795 consiste à :

- calculer un résidu sec et, éventuellement, une valeur de TP à partir des paramètres d'équivalence chargés sur le disque BIB, pour les analyses en LABO = 5 qui n'ont pu être interpolées lors du premier passage et qui sont transformées en analyses avec LABO = 4 et E (équivalence) en colonne 71,
- éditer un tableau donnant les valeurs des couples pour les analyses complètes et leur écart par rapport à la droite de corrélation,
- perforer les cartes modifiées avec LABO = 4, E qui tombent en case 2 du perforateur.

4^e phase : constitution du fichier définitif de cartes Analyses.

Après le deuxième passage du P BH 795 on se trouve en présence de trois paquets de cartes :

- les cartes Analyses avec LABO = 1, 2, 3, 5 résultant du premier passage,
- les cartes analyses avec LABO = 4, I résultant du premier passage,
- les cartes Analyses avec LABO = 4, E résultant du deuxième passage.

Deux passages sur interclasseuse permettent de fusionner ces trois paquets en éliminant les doubles (cartes LABO = 5 correspondant aux cartes LABO = 4 E du deuxième passage).

Le fichier des analyses de la station est alors, estimons-nous, reconstitué au mieux, en particulier, les cartes LABO = 5 sont remplacées par des cartes LABO = 4 où le résidu sec est mieux approché, en tenant compte des conditions particulières à la station hydrométrique traitée.

A ce stade ce fichier d'analyses peut être chargé sur le disque SEL par le P BH 794. Le disque SEL ne retient, en effet, pour chaque analyse que la date, l'heure, la hauteur à l'échelle, la variation du plan d'eau, le résidu sec, le transport solide en poids et en volume. Ce disque est appelé par le P BH 398 pour calculer les salinités moyennes journalières en même temps que les débits moyens journaliers.

Cependant, sur les cartes résultant du P BH 795, la colonne 75 dans laquelle doit être codifiée la qualité de l'analyse n'est pas perforée. Pour compléter ces cartes, il est indiqué de les traiter avec le P BH 793 qui contrôle la validité de l'analyse chimique.

Le P BH 793 travaille carte à carte et utilise le sous-programme « SELCASE » (sélection des cases à la lecture) pour chaque carte analyse :

- il transforme les mg/l de chaque ion dosé en méq/l,
- il calcule le total des ions dissous,
- il contrôle la balance ionique,
- il calcule le SAR et le degré hydrotimétrique français (dureté),
- si des équivalences sont chargées sur le disque bibliothèque, il vérifie que les couples RS-C ne s'écartent pas de plus de 15% de la droite de corrélation admise,
- il publie tous ces résultats sur un tableau avec une ligne par analyse,
- il sélectionne les cartes à la lecture en faisant tomber :
 - dans la case 1 : les cartes 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 cartes analyses pour lesquelles la balance ionique est par trop déséquilibrée (erreur supérieure à 10%),
 - dans la case 3 : les autres analyses où une erreur autre que la balance ionique a été relevée.

Ces trois paquets de cartes correspondent au code défini pour la colonne 75 (qualité) :

— le paquet de la case 1 sera trié sur la colonne LABO ; les LABO = 1, 2 recevront la perforation 1 en colonne 75 (analyses de bonne qualité) ; les LABO = 3, 4 recevront la perforation 3 en colonne 75 (analyses jugées bonnes bien qu'incomplètes),

— les cartes analyses tombées en case 2 recevront la perforation 2 en colonne 75 (analyses douteuses, balance ionique),

— les cartes analyses tombées en case 3 recevront la perforation 4 en colonne 75 (analyses jugées douteuses pour toute autre raison que la balance ionique)...

Deux nouveaux passages sur l'interclasseuse permettent enfin de reconstituer le fichier complet et définitif des analyses d'une station.

COMMENTAIRES.

Ce traitement des analyses d'eau peut sembler long et compliqué et surtout assez onéreux en cartes puisque toutes les cartes perforées au départ pour la constitution du premier fichier sont écartées et remplacées en fin de traitement par celles qui sont re-perforées par le P BH 795. Nous insisterons cependant sur le fait que ce sont les caractéristiques des documents à traiter qui nous ont amené à choisir ce processus ; compte tenu du grand nombre d'analyses, de leurs formes et origines diverses, il serait vite devenu impossible de constituer pour chaque station un fichier unique et complet ne comportant ni doubles,

ni omissions et perdant le moins possible d'informations. On a aussi cherché à limiter au maximum les interventions manuelles et les recopiations qui sont toujours cause d'erreurs nombreuses.

Il n'est cependant pas exclu pour des petites séries d'analyses d'écourter ce traitement en exécutant à la main le travail fait au cours des deux passages du programme P BH 795.

4. DESCRIPTION DES PROGRAMMES DE LA « CHAÎNE SALINITÉ ».

Nous allons maintenant décrire le fonctionnement et l'utilisation des programmes de la chaîne de traitement que nous avons cités plus haut.

Nous étudierons en détail les programmes principaux :

- P BH 798 : traitement des cartes « Bouteilles »,
 - P BH 795 : traitement des analyses sommaires,
 - P BH 793 : contrôle des analyses,
- et nous parlerons plus brièvement des programmes annexes : P BH 797, P BH 796, P BH 794.

4.1. DESCRIPTION ET EMPLOI DU PROGRAMME P BH 798 TRAITEMENT DE LA CARTE BOUTEILLE.

4.1.1. Fiche signalétique.

- *Buts du programme* : à partir des mesures d'analyses sommaires portées sur les cartes « Bouteilles » : calcul de la conductivité, du transport solide en poids et en volume des échantillons d'eau, perforation de cartes analyses avec code LABO = 5 en colonne 77.
- *Ordinateur utilisé* : IBM 360.E.30.
- *Langage* : COBOL.
- *Périphériques* :
 - Entrée* : lecteur de cartes avec sélection des cartes données d'entrée : cartes « Bouteilles »,
 - Sortie* : imprimante : tableau des résultats ; perforateur de cartes : cartes d'analyse d'eau,
 - *Encombrement* : 19 700 octets en mémoire centrale.

4.1.2. Principe de traitement.

Le principe des calculs est simple et ne présente pas de particularités, il est indiqué dans l'organigramme faisant l'objet de la figure 5.

Les valeurs de certains paramètres correspondent aux conditions de mesures locales (par exemple décantation des échantillons dans des éprouvettes de pluviomètres de 400 cm³), ces valeurs sont donc susceptibles d'être adaptées.

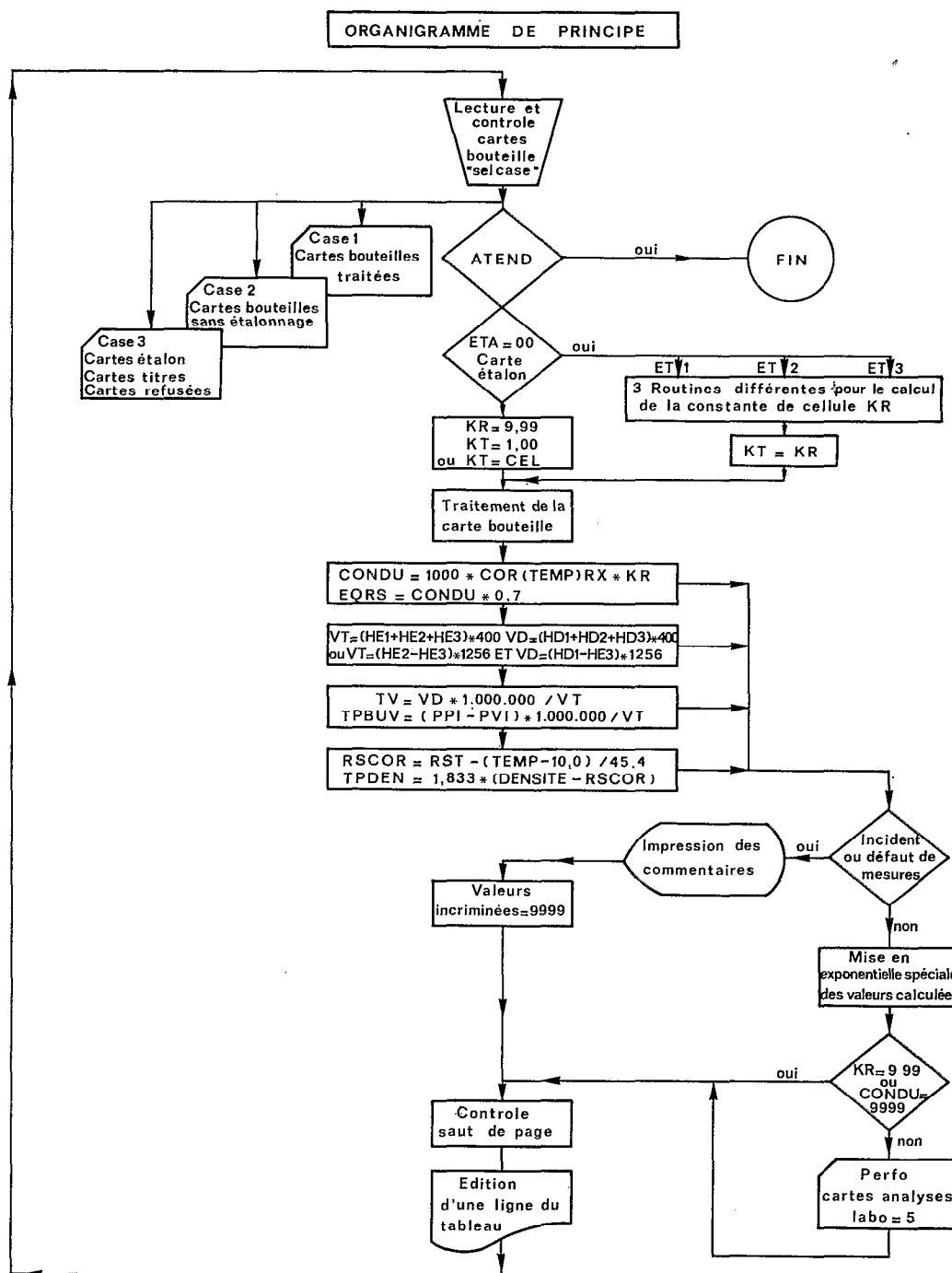


Fig. 5. — PBH 798.

Le point délicat de ce traitement réside dans l'éta-lonnage des cellules de résistivimètres. Chacun sait que le facteur multiplicatif d'une cellule varie dans le temps et doit être contrôlée régulièrement. Nous avons essayé de restituer au mieux la valeur de ce coefficient.

L'unité de traitement est la cellule d'un résistivimètre ; on donne *en entrée* la (ou les) carte d'étalonnage de la cellule du résistivimètre suivie de toutes les cartes Bouteilles correspondantes ; cette séquence pouvant se répéter plusieurs fois avec autant de cartes d'étalonnages qu'il faut.

Il n'y a pas lieu de faire de test sur le numéro de station ni sur la date puisque le même résistivimètre peut être employé pour n'importe quel prélèvement et que les cartes d'étalonnage de cellule et les dates de prélèvements sont indépendantes.

On récupère *en sortie* : un tableau de résultats et des cartes analyses en LABO = 5 et qualité non contrôlée (col. 75 vierge).

4.1.2.1. Etalonnage d'une cellule de résistivimètre.

Les éléments nécessaires à l'étalonnage d'une cellule sont portés sur des cartes étalonnage qui utilisent le même dessin que la carte Bouteille ; seule la codification de certaines colonnes change (fig. 6).

Le coefficient de cellule utilisé pour le calcul de la conductivité (KT) peut être fourni de cinq façons différentes suivant les cas :

a) On ne connaît pas la constante de la cellule de l'appareil.

Il n'y a pas d'étalonnage connu : on ne met pas de carte d'étalonnage et le programme choisit arbitrairement un coefficient $K = 1$.

Dans ce cas il n'y a pas de cartes analyses perforées en sortie.

b) *Il n'y a pas d'étalonnage connu.*

Il y a un coefficient de cellule perforé sur les cartes Bouteilles :

- on ne met pas de cartes d'étalonnage,
- les calculs sont faits avec la constante de cellule K lue sur les cartes,
- il n'y a pas de cartes analyses perforées en sortie.

c) *Il n'y a pas d'étalonnage connu.*

- On veut imposer un coefficient de cellule que l'on estime le plus proche de la réalité : on perfore une seule carte étalonnage avec : col. 1 et 2 : ETA = 00 — (caractéristique des cartes d'étalonnage),
- col. 3 et 4 : NAT = 08 — (indique que le coefficient de cellule est imposé),
- col. 9 à 14 : facultativement : la date de départ de l'utilisation de ce coefficient,
- col. 15 à 17 : le numéro du résistivimètre (si inconnu : 999),
- col. 18 à 20 : *coefficient de cellule K imposé* avec deux chiffres après la virgule (K = 2,22 est perforé 222),

[illegible]

Fig. 6. — Exemples de cartes d'étalonnage de cellule.

- col. 21 : LAB : 9 impérativement,
- col. 30 : RANG : 8 impérativement.

Toutes les autres colonnes restent en blanc ou sont perforées 9, sauf la colonne 73 qui reste toujours vierge.

d) *La cellule est étalonnée par mesure directe de la résistivité d'une solution étalon de conductivité connue.*

- On perfore une carte étalonnage (ou plusieurs, s'il y a plusieurs mesures), avec :

- col. 1 et 2 : ETA = 00

- col. 3 et 4 : NAT : Nature de la solution étalon suivant le code

01 = KCl N/100

02 = KCl N/50

03 = NaCl N/100

04 = NaCl N/50

- col. 5 à 8 : conductivité de la solution étalon à 25 °C en mmhos/cm et notation exponentielle spéciale, soit :

pour :

KCl N/100 : C25 = 1,4118 mmhos
perforé : 1414

KCl N/50 : C25 = 2,762 mmhos
perforé : 2764

NaCl N/100 : C25 = 1,191 mmhos
perforé : 1194

NaCl N/50 : C25 = 2,326 mmhos
perforé : 2334

- col. 9 à 14 : date de l'étalonnage AA-MM-JJ,

- col. 15 à 17 : numéro de l'appareil étalonné,

- col. 18 à 20 : coefficient lu sur la cellule (facultatif),

- col. 21 : LAB : 9 impérativement,

- col. 30 : RANG : 9 pour les premières cartes
s'il y en a plusieurs,

RANG : 8 impérativement pour la dernière carte,

- col. 35 à 38 : résistivité de la solution étalon donnée par l'appareil en notation exponentielle spéciale,

- col. 39 à 41 : température de la solution étalon au moment de la mesure,

- col. 73 : blanc impérativement.

Toutes les autres colonnes sont perforées 9.

Le coefficient de cellule est calculé en comparant la résistivité lue à la conductivité connue de la solution. S'il y a plusieurs mesures on prend la moyenne des coefficients K calculés.

e) *La cellule est étalonnée par comparaison avec un résistivimètre étalonné au laboratoire.*

- L'appareil du laboratoire est étalonné par mesure directe sur une solution étalon,

- On mesure avec cet appareil du laboratoire la résistivité d'échantillons qui ont déjà été

mesurés avec l'appareil à étalonner. On constitue alors une suite de cartes d'étalonnage composée de 3, 5, 7 ou 9 cartes suivant que l'on utilise 1, 2, 3 ou 4 échantillons pour l'étalonnage.

1^{re} carte : étalonnage de la cellule du labo avec solution étalon, cette carte est identique à celle du cas précédent, *sauf en colonne 21 où LAB : 1 impérativement.*

2^e, 4^e, 6^e ou 8^e carte : mesures de la résistivité des échantillons témoins avec l'appareil à étalonner : ce sont des cartes Bouteilles normales *sauf colonne 21 où LAB : 7 impérativement.*

3^e, 5^e, 7^e ou 9^e carte : mesures de la résistivité des mêmes échantillons et dans le même ordre avec l'appareil du laboratoire. Ce sont aussi des cartes Bouteilles normales *sauf : colonne 21 où LAB : 1, colonne 30 où RANG : 8 pour la dernière carte de la suite.*

4.1.3. Préparation des données.

Sélection des cartes à la lecture par l'ordinateur.

Une fois les cartes d'étalonnage établies, la préparation des données d'entrée ne pose pas de problèmes. On place les cartes d'étalonnage suivies des cartes Bouteilles correspondantes ; le tri des cartes étant fait sur le numéro de l'appareil et, éventuellement par ordre chronologique.

On peut mettre une carte titre, facultativement. Cette carte ne doit être perforée que sur les quarante premières colonnes, en caractères alpha-numériques, les deux premières colonnes étant obligatoirement alphabétiques.

Le titre porté par cette carte sera répété en haut de chaque page du tableau imprimé jusqu'à ce qu'elle soit remplacée par une autre.

Le traitement se fait carte à carte et l'ordinateur, à l'aide du sous-programme « SELCASE », sépare les cartes lues en trois paquets, on récupère :

dans la case n° 1 : les cartes Bouteilles normalement traitées et ayant donné lieu à la perforation d'une carte résultats analyse d'eau,

dans la case n° 2 : les cartes Bouteilles pour lesquelles on ne disposait pas d'étalonnage de cellule et dont la conductivité a été calculée soit avec un coefficient $K = 1$, soit avec le coefficient K lu sur la carte. Ces cartes ne donnent pas lieu à la perforation d'une carte résultat et devront être repassées soit avec un étalonnage réel si on arrive par la suite à le reconstituer soit avec un coefficient de cellule imposé choisi comme étant le plus vraisemblable ;

dans la case n° 3 : les cartes d'étalonnage, les cartes titre, les cartes étrangères ou refusées comme ne pouvant être traitées par le programme.

Les cartes Bouteilles ne constituent qu'un support d'informations intermédiaires, on ne conserve que les cartes résultats perforées par le P BH 798.

4.1.4. Description des sorties de l'ordinateur.

4.1.4.1. Cartes Analyses résultantes.

Le P BH 798 perfore en sortie des cartes Analyses d'eau qui portent des 9 pour tous les éléments non déterminés.

On y retrouve toutes les informations connues :

- Station, date, heure, hauteur à l'échelle, variation et en notation exponentielle spéciale.
- *Résidu sec* : on y trouve la valeur de EQRS à moins qu'il n'y ait eu un RSLABO sur la carte Bouteille (dans ce cas on trouvera LABO = 3).
- *La conductivité à 25 °C*.
- *Le transport solide en poids* : il s'agit de TPBUV (filtration sur buvards), à moins qu'il n'y ait eu TPLAB sur la carte Bouteille.
- *Le transport solide en volume TV*.
- *Le transport solide en poids d'après la densité (TPDEN)* : s'il existe il est perforé dans les colonnes 67 à 70.
- La colonne 71 reste vierge.
- La colonne 75 (origine ou qualité) aussi, indiquant que l'analyse n'est pas contrôlée.
- La colonne 77 : *LABO est perforée* 5 sauf s'il y a eu un RSLABO.

Ces cartes doivent être traduites, triées par station et par ordre chronologique et interclassées avec les autres cartes d'analyses d'eau.

4.1.4.2. Tableau des résultats.

Ce tableau (cf. tableau I) comporte une ligne par analyse et donne :

- le numéro de station, la date et l'heure du prélèvement, la hauteur à l'échelle et la variation du plan d'eau,
- la conductivité à 25 °C en micromhos/cm,
- l'équivalent résidu sec (EQRS = 0,7 CONDU) en mg/l,
- le résidu sec mesuré au laboratoire (s'il existe),
- le transport solide en poids d'après la densité TPDEN calculé à partir d'un abaque,
- le transport en poids obtenu par filtration sur un buvard TPBUV,
- le transport en poids filtré au laboratoire TPLAB (s'il existe),
- le transport en volume TV mesuré par décantation pendant 48 heures exprimé en ppm, soit en mm³/l,
- le coefficient de cellule K réellement utilisé pour le calcul de la conductivité,

— le volume total de l'échantillon en cm³ (si ce volume dépasse 1 l, le commentaire ATTENTION sort en bout de ligne),

— le rapport TP BUV/TV ; ce rapport variant relativement peu, un commentaire sortira s'il sort des limites 0,25-0,75.

Chaque page du tableau commence par le titre « Exploitation des cartes Bouteilles » qui peut être complété par le contenu de la carte titre.

Chaque changement d'appareil ou de mode d'étalonnage ainsi que chaque nouvelle carte titre provoque un changement de page, avec, au début, l'indication du résistivimètre utilisé et de l'étalonnage.

Un certain nombre de commentaires signalant les incidents de traitement peuvent apparaître sur ce listing.

4.1.5. Utilisation.

Ce programme ne présente aucune difficulté d'emploi.

Le tableau sorti permet de visionner rapidement les résultats et de modifier les cartes non traitées ou erronées avant de les repasser éventuellement.

Les cartes Bouteilles traitées doivent être archivées ; en principe, il n'y a plus à y revenir. Les cartes Analyses résultantes sont interclassées avec les cartes Analyses de la même station perforées directement.

4.2. DESCRIPTION ET EMPLOI DU PROGRAMME P BH 795. TRAITEMENT DES ANALYSES SOMMAIRES. ÉTUDE DES ÉQUIVALENCES.

4.2.1. Fiche signalétique.

- *But du programme* : ce programme (fig. 7) étudie les équivalences entre résidu sec et conductivité et entre TP LABO et TP DENSITÉ, pour une série chronologique d'analyses faites à une même station. Il publie à la demande des graphiques portant les couples de valeurs, dans ce cas il doit toujours être précédé du P BH 796, il calcule le RS des analyses sommaires par interpolation directe ou par corrélation à partir des équivalences, quand elles ont été étudiées.
- *Principe* : les analyses sommaires comprises entre deux analyses au laboratoire sont chargées dans un vecteur. Si l'interpolation est possible, le RS est calculé pour chaque analyse sommaire, sinon les coefficients et équivalences sont appelés sur le disque BIBLIOTHÈQUE. Si les équivalences n'ont pas encore été étudiées, les couples de valeurs sont portés sur le disque GRAPHIQUES et sorties sur un tableau graphique à la fin du traitement de la station.

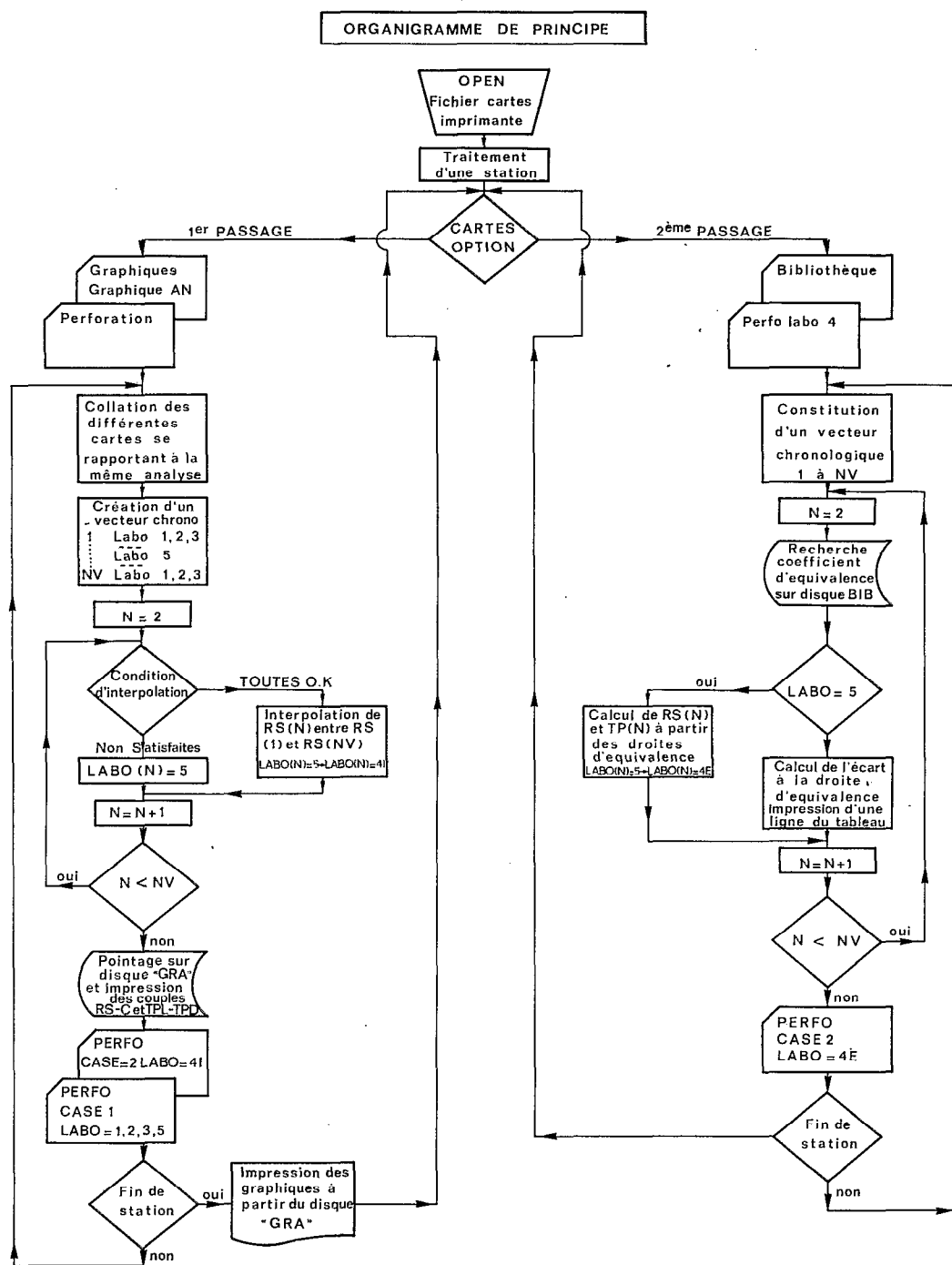


Fig. 7. — PBH 795.

- Ordinateur utilisé : IBM 360.E.30.
- Langage : COBOL.
- Périphériques : Entrée : lecteur de carte = cartes « Analyses », disque BIBLIOTHÈQUE, Sortie : imprimante — perforation de cartes = cartes « Analyses », Entrée — sortie : (1/0), disque GRAPHIQUES.
- Encombrement : 46 400 octets environ en mémoire centrale.

4.2.2. Description du fichier cartes en entrée.

Le P BH 795 traite les cartes station par station. Il peut traiter plusieurs stations en un seul passage, mais chaque station doit subir en principe deux passages.

La constitution du fichier est la suivante :

- Carte signalétique de la station,
- Cartes OPTION (à choisir en fonction du traitement à effectuer),
- Cartes analyses triées par ordre chronologique,
- Carte FIN GRAPHIQUES éventuellement,
- Carte signalétique de la station suivante, etc.

4.2.2.1. Cartes option.

Les cartes option déterminent le traitement que subiront les cartes Analyses selon qu'il s'agit du premier ou du deuxième passage. Elles sont perforées en caractères alphabétiques IBM sur les 14 premières colonnes au plus.

a) Carte : *GRAPHIQUES* : elle provoque l'ouverture du disque GRAPHIQUES préparé auparavant par le P BH 796. A la fin du traitement de la station elle provoque l'impression de 26 graphiques :

- 12 graphiques RS. Conductivité pour chaque mois de l'année qui permettent d'étudier la variation des corrélations suivant les saisons,
- 1 graphique récapitulatif pour l'année portant tous les couples de valeurs retenus.
- 12 graphiques TP LABO-TP DENSITÉ pour chaque mois,
- 1 graphique récapitulatif pour l'année.

b) Carte : *GRAPHIQUE AN* : provoque l'ouverture du disque GRAPHIQUES et l'impression des seuls deux graphiques récapitulatifs à l'échelle de l'année. Cette carte est utilisée pour les stations où le faible nombre d'analyses ne permet pas de dégager des corrélations à l'échelle du mois.

c) Carte : *FIN GRAPHIQUES* : se place après les cartes analyses d'une station lorsqu'il y a plusieurs stations à traiter. Elle ferme le disque GRAPHIQUES après l'impression de ceux-ci. Elle n'est pas obligatoire s'il n'y a qu'une seule station.

d) Carte : *BIBLIOTHÈQUE* : elle provoque l'ouverture du disque BIB et la recherche sur le disque

des coefficients d'équivalence de la station pour la période traitée.

e) Carte : *REPERFORATION* : elle provoque la perforation de toutes les analyses traitées mais avec une seule carte par prélèvement, avec séparation de cases : en case 1 tombent les cartes perforées en LABO = 1, 2, 3 ou 5 en case 2 les cartes perforées en LABO = 4.

f) Carte : *PERFO LABO = 4* : elle provoque la perforation des seules cartes Analyses en LABO = 4, en principe au cours du 2^e passage.

4.2.2.2. Fichier cartes pour le 1^{er} passage.

Le premier fichier de cartes Analyses d'une station comporte des cartes Analyses en LABO = 1, 2, 3 ou 5 directement perforées ou résultant du P BH 798. Elles sont triées par ordre chronologique. Un même prélèvement peut être porté sur plusieurs cartes (en LABO = 1 et LABO = 5 par exemple). Il n'est pas besoin de s'en préoccuper. Les cartes option à utiliser sont les cartes :

- a) « *REPERFORATION* ».
- b) « *GRAPHIQUES* » ou « *GRAPHIQUE AN* » si l'on estime ne pas disposer de suffisamment de points pour étudier des corrélations à l'échelle du mois.
- c) « *FIN GRAPHIQUES* » éventuellement.

4.2.2.3. Fichier carte pour le 2^e passage.

Ce fichier est constitué par les cartes en LABO = 1, 2, 3, 5 reperforées lors du premier passage.

Il n'est donc pas nécessaire de les retirer.

Les cartes perforées en LABO = 4, I au cours du premier passage sont à mettre à l'écart et ne subissent pas le deuxième passage.

Le deuxième passage se fait après l'étude des équivalences et le chargement sur disque BIB des coefficients d'équivalence pour le P BH 797.

Les cartes option à utiliser sont les cartes :

- a) « *BIBLIOTHÈQUE* ».
- b) « *PERFO LABO = 4* ».

4.2.3. Description des sorties.

4.2.3.1. Tableau des résultats.

Ce tableau imprimé par l'ordinateur comporte une ligne par analyse faite au laboratoire (LABO = 1, 2 ou 3).

N.B. Ne pas oublier la carte d'identification de la station hydro-métrique en tête de toute série de cartes analyses, aussi bien pour le 1^{er} que pour le 2^e passage.

Chaque ligne indique :

- le numéro de la station,
- la date et l'heure du prélèvement,
- la hauteur à l'échelle,
- le résidu sec en g/l,
- la conductivité en millimhos/cm,
- l'écart absolu en g/l par rapport à la droite d'équivalence du couple RS-C (si option BIBLIOTHEQUE seulement),
- l'écart relatif en %,
- le transport solide TP LAB en g/l,
- le transport solide d'après la densité TP DEN en g/l,
- l'écart absolu en g/l et l'écart relatif en % par rapport à la droite d'équivalence du couple TP LAB — TP DEN (si option BIBLIOTHEQUE).

Ce tableau permet une visualisation rapide et un premier contrôle des résultats. Il peut être entrecoupé par l'impression de commentaires sur les incidents pouvant se produire en cours de traitement.

4.2.3.2. Graphiques.

Si l'option GRAPHIQUES est demandée, l'imprimante sort, à la suite du tableau des résultats, les graphiques d'équivalence (fig. 8).

- Ces graphiques sont à échelle fixe.
- Les ordonnées (RS ou TP LAB) sont dans le sens horizontal et comportent 120 positions, chaque position correspond à 0,1 g/l pour le RS (échelle de 0 à 12 g/l) et à 1 g/l pour le TP LAB (échelle de 0 à 120 g/l).
- Les abscisses (conductivité ou TP DEN) sont verticales et comportent 200 positions. Chaque position correspond à 0,1 millimhos/cm pour la conductivité (échelle 0 à 20) et à 1 g/l pour TP DEN (échelle 0 à 200 g/l).

— La première ligne comporte la graduation des ordonnées, et à l'extrême gauche le numéro du mois de validité (13 pour l'année), la dernière ligne rappelle le numéro de la station, le genre de corrélation étudiée (RS-C ou TP LAB TP DEN) et le mois de validité.

— Chaque couple de valeur est repéré par un chiffre imprimé sur la ligne et colonne correspondante. Comme ce sont des valeurs arrondies, il arrive que plusieurs couples soient pointés au même endroit. Ce chiffre repère augmente alors d'une unité à chaque fois.

— A droite de chaque ligne et hors-cadre sont réservées deux zones de trois positions :

- a) la zone de dépassement : signale le nombre et points qui dépassent le cadre sur cette ligne (RS > 12 g/l pour conductivité < 20 mmhos/cm, par exemple) ;

- b) la zone des surimpressions : si sur une ligne, plus de 9 points tombent au même endroit, le comptage repart à 0 et on enregistre 1 dans la zone des surimpressions. Lorsqu'il y a plusieurs points sur la même ligne, il y a alors une imprécision sur le point où a eu lieu la surimpression, mais la densité de répartition des points est, en général, telle que cette imprécision est peu gênante pour tracer la droite d'équivalence.

Note 1. — Ces graphiques sont assez encombrants et l'impression d'un graphique dure environ une minute et demie. Il convient donc d'évaluer à peu près avant le premier passage la quantité de couples à pointer pour savoir si l'on demandera l'option GRAPHIQUES (26 graphiques) ou l'option « GRAPHIQUE AN » (2 graphiques).

Note 2. — Ces graphiques à échelle fixe ont l'inconvénient de ne pas s'adapter facilement à tous les cours d'eau de Tunisie. En limitant le RS à 12 g/l on écartera probablement un certain nombre de mesures d'étiage d'oueds du Centre et du Sud ; de même l'échelle de 0,1 g/l par position de l'imprimante est parfois trop serrée pour l'étude des oueds du Nord et de la rive gauche de la Medjerda.

4.2.3.3. Sortie des cartes perforées.

Le perforateur de cartes utilise la sélection des cases ; suivant la carte option utilisée, on recueille :

- a) avec la carte « REPERFORATION » (1^{er} passage).
en case 1 : les cartes Analyses en Labo = 1, 2, 3 et Labo = 5 dont le RS n'a pu être interpolé,
en case 2 : les cartes Analyses en Labo = 4, I correspondant aux cartes Labo = 5 dont le RS a été interpolé ;
- b) avec la carte « PERFO LABO = 4 » (2^e passage).
en case 2 uniquement : les cartes Analyses en Labo = 4, E dont le résidu sec est calculé à partir des droites d'équivalence.

Note 1. — Dans ce fichier reperforé il n'y a plus qu'une carte par prélèvement rassemblant tous les renseignements concernant ce prélèvement (2 cartes sont considérées comme relatives au même prélèvement lorsqu'elles ont même numéro de station, même date et même heure à 10 minutes près).

Note 2. — Les conditions d'interpolation sont les suivantes :

- l'intervalle de temps séparant les deux analyses faites au laboratoire et servant de base à l'interpolation ne doit pas dépasser 45 jours,

Une chaîne de programmes pour le traitement des données sur la salinité

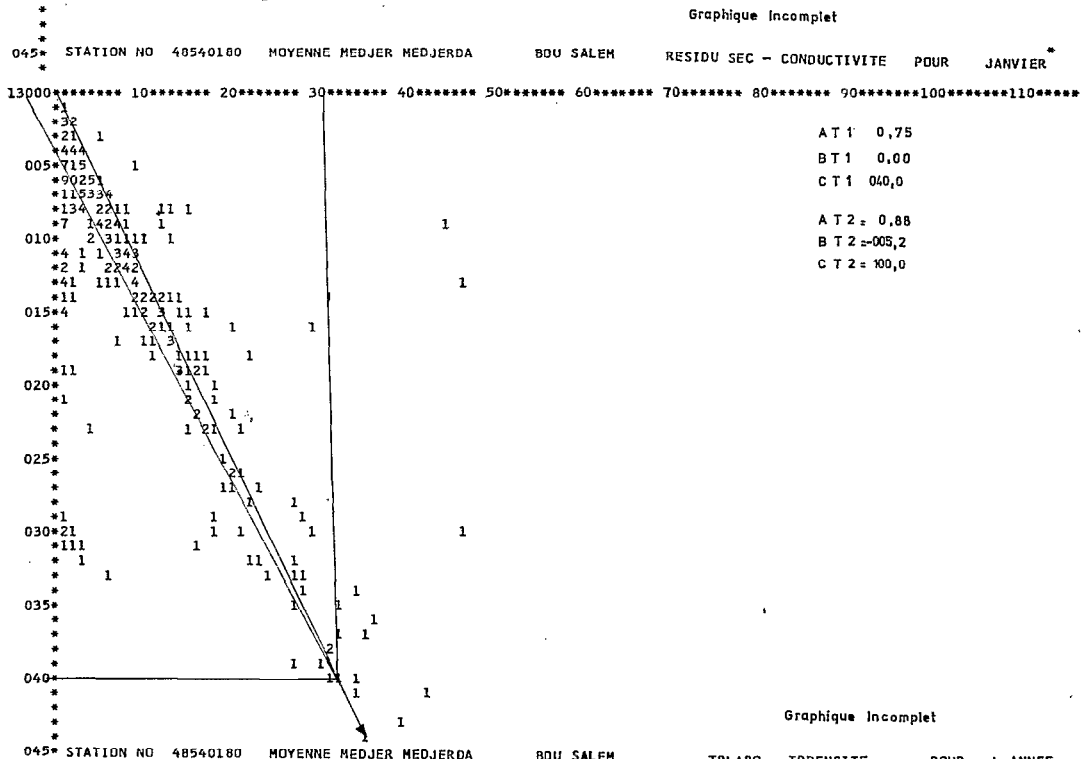
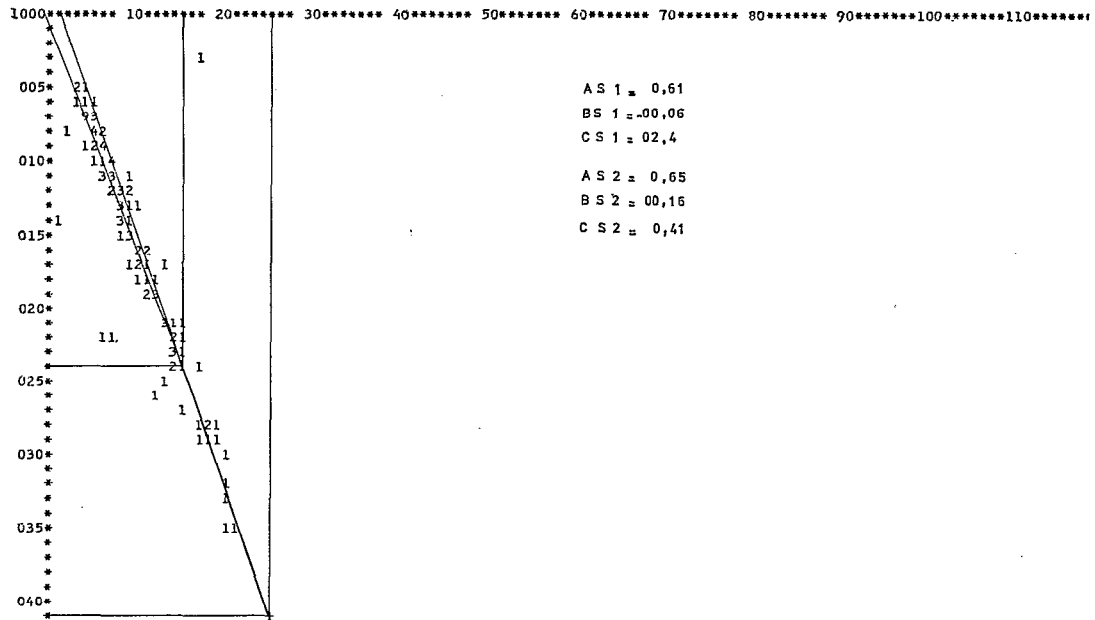


Fig. 8.

- il ne doit pas y avoir plus de 100 analyses sommaires entre deux complètes (taille limite du vecteur),
- les rapports RS/Conductivité pour ces deux analyses doivent être compris entre 0,5 et 1,
- la différence entre les deux résidus secs doit être supérieure à 0,1 g/l et inférieure à 4 g/l,
- la différence entre les deux conductivités doit être supérieure à 0,2 mmhos/cm et inférieure à 6 mmhos/cm,
- les rapports de la conductivité de l'analyse à interpoler avec les deux conductivités servant de base à l'interpolation doivent être tels que :

$$\frac{C \text{ à interpoler}}{C \text{ de base la plus forte}} < 1,5$$

et

$$\frac{C \text{ à interpoler}}{C \text{ de base la plus faible}} > 0,5$$

- le résultat trouvé pour le résidu sec par interpolation linéaire doit être tel que :

$$\frac{RS \text{ interpolé}}{RS \text{ de base le plus fort}} < 1,5$$

et

$$\frac{RS \text{ interpolé}}{RS \text{ de base le plus faible}} > 0,5$$

Note 3. — Pour les analyses complètes où les principaux ions ont été dosés, le programme calcule le total des ions dissous et le perfore sur les cartes Résultats en exponentielle spéciale (col. 35 à 38). Ce total est calculé même quand le potassium (K) n'est pas dosé étant donné les faibles quantités présentes dans les eaux habituellement analysées en Tunisie.

Note 4. — Après le deuxième passage, il faut fusionner les trois paquets de cartes Résultats en extrayant les doubles (cartes Labo = 5 correspondant aux cartes Labo = 4 E). Il se peut cependant que dans le fichier définitif il subsiste des cartes en Labo = 5 qui n'ont pu être transformées par les équivalences (conductivité dépassant la limite des corrélations par exemple) ; en général ces cartes correspondent à des mesures aberrantes et doivent être éliminées, mais seulement après examen.

4.2.4. Utilisation des périphériques.

4.2.4.1. Disque BIBLIOTHÈQUE.

Les coefficients des droites d'équivalence sont considérés comme des paramètres caractéristiques d'une station, ils sont mis en mémoire sur le disque BIB par le P BH 797.

Les enregistrements sur le disque sont indexés et la recherche par le P BH 795 des coefficients se fait par l'intermédiaire d'une clé à 18 positions (RANDOM ACCESS).

La description des enregistrements et la constitution de la clé seront décrites avec le P BH 797. Il suffit de savoir que les équivalences peuvent se décomposer en trois tronçons de droite dont on note la pente, l'ordonnée à l'origine et la limite supérieure.

4.2.4.2. Disque GRAPHIQUES.

C'est un disque de travail qui n'est pas conservé d'un passage à l'autre. Il est préparé par le P BH 796 qui y crée des clés d'indexation suivies de zones de 120 bytes mis à blanc. Au cours de traitement lorsqu'un couple de valeurs est rencontré le P BH 795 porte la valeur de l'abscisse dans la clé d'indexation et porte un chiffre dans l'octet de l'enregistrement dont l'indice correspond à la valeur de l'ordonnée. Lorsque toutes les cartes sont traitées (fin de station) le P BH 795 lit les enregistrements tels qu'ils sont et les imprime en séquence à raison d'une ligne par enregistrement, pour produire les graphiques.

Interprétation manuelle des graphiques.

Les graphiques fournis par le P BH 795, donnent un nuage de points dont la densité est représentée par la valeur plus ou moins élevée du chiffre qui concrétise le point.

Il faut alors tracer les droites d'équivalence à la main comme des droites de corrélation, en passant dans les zones où les points sont les plus denses.

On peut délimiter de 1 à 3 tronçons de droite pour suivre au plus près la tendance des points et se rapprocher d'une courbe théorique.

On calcule alors pour chaque tronçon la pente (AS ou AT) l'ordonnée à l'origine (BS ou BT) et la limite en abscisse de validité de la droite (CS ou CT).

Remarques :

— Les échelles n'étant pas les mêmes en abscisse et en ordonnée il faut calculer la pente et non la mesurer (en effet les caractères d'impression IBM mesurent 1/8 de pouce en largeur et 1/6 de pouce en hauteur) ;

— Les différents tronçons de droite doivent se raccorder aux points limites sans décrochement, il faut donc aussi calculer l'ordonnée à l'origine ;

— Dans ce travail, le facteur personnel de l'hydrologue intervient pour une bonne part. Cela suppose qu'il connaisse déjà en gros le régime des Oueds étudiés ; mais l'expérience a montré que les différences d'interprétation d'une personne à l'autre étaient minimes.

4.2.5. Utilisation.

Le programme P BH 795 est le programme principal de cette chaîne. Son utilisation ne pose pas de problème particulier, il demande toutefois beaucoup d'ordre dans la manipulation des cartes ; chaque paquet recueilli au perforateur de cartes devant être identifié sans ambiguïté. Enfin, ce programme nécessite l'utilisation d'un atelier mécanographique bien équipé pour la fusion et l'interclassement des paquets de cartes avec extraction des doubles.

4.3. DESCRIPTION ET EMPLOI DU PROGRAMME P BH 793. TRAITEMENT ET CONTRÔLE DES ANALYSES CHIMIQUES.

4.3.1. Fiche signalétique.

- Buts du programme (fig. 9) :
 - contrôle de la qualité des analyses chimiques effectuées au laboratoire,
 - Tri des cartes analysées en fonction de leur qualité,
 - édition d'un tableau de résultats facilement lisible pour les utilisateurs.
- Ordinateur utilisé : I BM 360 E 30.
- Langage : COBOL.
- Périphériques :
 - Entrée : lecteur de cartes avec sélection des cases, données d'entrées cartes « Analyses d'eau », disque BIBLIOTHÈQUE.
 - Sortie : imprimante, tableau des résultats.
- Encombrement : 23 160 octets en mémoire centrale.

4.3.2. Données d'entrée. Carte analyses.

Les données d'entrée sont les fichiers de cartes « Analyses d'eau » triés par station et par ordre chronologique. Ces fichiers ont déjà été traités par le P BH 795 et ne comportent en principe que des cartes avec LABO = 1, 2, 3 ou 4 ; sur ces cartes la colonne 75 (origine ou qualité) n'est jamais perforée sauf cas spéciaux (ORI = 7 pour résultats en méq.).

Le P BH 793 peut traiter ces cartes analyses :
 — soit par station hydrométrique (cas le plus fréquent) : les fichiers peuvent donc être utilisés tels que précédés ou non d'une carte d'identification de station et d'une carte option « BIBLIOTHÈQUE »,

— soit dans un ordre quelconque (par région et à certaines époques données par exemple). Dans ce cas, il faudra constituer, à l'aide de la trieuse et de l'interclasseuse, une séquence de cartes à la demande de l'utilisateur. Il faut alors placer *obligatoirement* en tête des cartes, une carte titre perforée en caractères

alphanumériques sur 60 colonnes seulement indiquant l'objet du listage ; cette carte titre sera répétée en tête de chaque page du tableau des résultats.

Cartes en option.

La carte option « BIBLIOTHÈQUE », identique à celle du P BH 795, a pour effet d'ouvrir le disque BIB sur lequel le programme P BH 793 pourra rechercher l'identification de la station et les coefficients d'équivalence pour cette station afin de contrôler que les couples de valeurs RS-C ne s'écartent pas trop des droites de corrélation admises.

Cette carte n'est utile que si la station a déjà été étudiée et ses coefficients d'équivalence ont été chargés sur le disque BIB par le P BH 797.

La carte d'identification de la station n'est pas nécessaire si celle-ci est répertoriée sur le disque BIB et si la carte « BIBLIOTHÈQUE » est opératoire.

Si on ne traite pas une station, mais un ensemble de stations, la carte BIBLIOTHÈQUE est inopérante. Seule la carte titre est obligatoire.

Séquence de cartes en entrée.

Au cours d'un même passage les différents modes de traitement peuvent se succéder ; les séquences de cartes sont donc du type :

1) Carte d'identification de station, carte BIBLIOTHÈQUE (éventuellement), carte analyses de cette station.

2) Carte d'identification de station (facultative), carte BIBLIOTHÈQUE (éventuellement), cartes analyses de la station.

3) Carte titre (sur 60 colonnes), cartes analyses dans l'ordre demandé par l'utilisateur.

Les groupes 1, 2 et 3 peuvent être permutés indifféremment.

4.3.3. Travail effectué par le programme.

Le programme P BH 793 travaille carte par carte.

Il ne traite que les cartes en Labo = 1, 2 ou 3, les cartes en Labo = 4 sont ignorées et tombent en case 1 du lecteur.

4.3.3.1. Calcul des différentes rubriques.

Pour chaque carte et dans la mesure où les données existent le programme calcule :

- le résidu sec en mg/l,
- la conductivité à 25 °C en micromhos/cm,
- la teneur de chaque ion dosé en méq/l,
- le total dissous si tous les éléments prévus sont dosés sauf éventuellement le potassium,
- le degré hydrotimétrique en degrés français :

$$DH = (Ca \text{ méq} + Mg \text{ méq}) \times 4,8$$

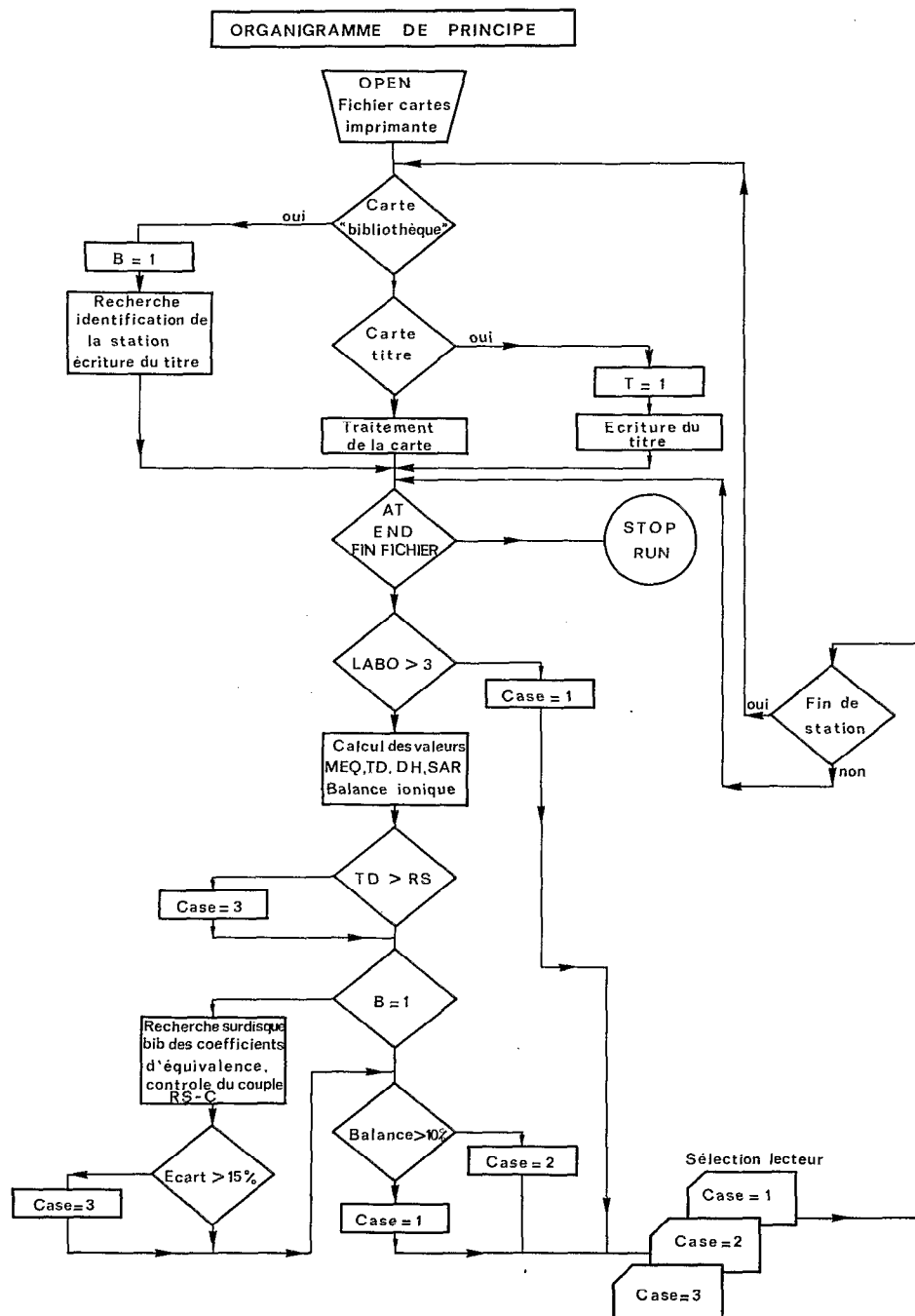


Fig. 9. — PBH 793.

— le SAR (sodium absorption ratio) :

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na méq}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}}$$

— la balance ionique en % par la formule :

$$\text{Balance} = \frac{(\text{Anions} - \text{Cations}) \times 100}{\text{Anions} + \text{Cations}}$$

Note. — Le dosage des carbonates est donné sous la forme CO₃H puisque les eaux prélevées dans les oueds tunisiens ne dépassent pratiquement jamais le PH = 8,3, ce qui exclut la présence de carbonates CO₃.

Cependant les laboratoires avaient et ont encore l'habitude d'exprimer les résultats des dosages en mg/l en équivalent de carbonates, ce qui fausse peu la valeur du total dissous. Par contre, pour le calcul de la teneur en milliéquivalents nous avons utilisé la formule CO₃H méq = $\frac{\text{CO}_3 \text{ mg/l}}{30}$ pour ne pas fausser la balance ionique alors que nous savons, qu'en fait, c'est du CO₃H qui a été dosé. Ce point est discutable et susceptible de modifications le jour où la distinction sera faite entre les carbonates et les carbonates acides.

4.3.3.2. Contrôle de la qualité des analyses.

Le contrôle de chaque analyse porte sur :

— la balance ionique = le pourcentage du déséquilibre ne doit pas dépasser 10% pour que l'analyse soit retenue comme bonne,

— la concordance entre le résidu sec et le total dissous : si l'analyse est faite assez rapidement après le prélèvement et le résidu sec pesé, après dessiccation à l'étuve à 105 °C, le total dissous ne doit pas être supérieur au RS,

— la valeur de la corrélation conductivité-RS : si la carte « BIBLIOTHÈQUE » est opératoire et si des coefficients d'équivalence existent pour la station étudiée, le programme contrôle que le couple RS-C de l'analyse en cause ne s'écarte pas plus de 15% de la droite de corrélation admise pour la période où se situe l'analyse.

Avant de traiter la carte suivante, le sous-programme « SEL CASE » permet de choisir la case du lecteur de cartes dans laquelle tombera la carte analyse traitée en fonction de sa qualité.

Ainsi on recueille :

Case 1 : les cartes non traitées (Labo 4),
les cartes pour lesquelles les contrôles sont valables et, éventuellement, les cartes qui ont déjà une perforation en colonne 75 (ORI = 7) ;

Case 2 : les cartes pour lesquelles le déséquilibre ionique dépasse 10%, ce contrôle prime sur les autres ;

Case 3 : les cartes pour lesquelles un autre contrôle a été négatif (total dissous ou RS-C).

Ces trois paquets sont traités, à l'aide de la reproductrice pour compléter la colonne 75, puis de l'interclasseuse comme il est indiqué au paragraphe 1.2.4.

4.3.4. Tableau des résultats.

Ce tableau (cf. tableau II) comporte une ligne par analyse. La mise en page est prévue pour être découpée au format 21 × 31 cm.

En tête de chaque page se trouve le titre qui comporte :

- soit l'identification de la station traitée, fournie soit par la carte d'identification, soit par le disque BIBLIOTHÈQUE. Dans ce cas le numéro de la station n'est pas répété au début de chaque ligne,
- soit la retranscription de la carte titre placée en tête du paquet de cartes. Dans ce cas le numéro mécano de la station qui peut varier est mentionné pour chaque analyse au début de chaque ligne.

Pour chaque analyse on trouve :

- la date, l'heure, la hauteur à l'échelle du prélèvement,
- le RS, la conductivité, le total dissous, les teneurs des sept ions dosés en méq/l,
- la valeur de l'erreur de balance ionique en % (si cette valeur est supérieure à 10%, elle est signalée par un astérisque (*) qui la suit immédiatement),
- le PH, le degré hydrotimétrique, le SAR,
- une zone « REMARQUE » destinée à recevoir le cas échéant un commentaire indiquant l'erreur décelée dans l'analyse. Ces commentaires sont dans l'ordre de priorité :
« CD-EXCESS » = la conductivité dépasse la limite des équivalences — l'écart ne peut être contrôlé,
« RS-C DOUT » = indique que le couple RS-C s'écarte de plus de 15% de la droite de corrélation,
« TD-SUP RS » = le total dissous est supérieur au résidu sec.

Dans ce tableau toutes les rubriques inconnues ou non calculables restent en blanc.

Ce tableau est destiné à constituer un recueil des analyses faites sur une station donnée. Il peut être tiré à 2 ou 3 exemplaires à la demande des utilisateurs.

Note. — Il est important pour le traitement ultérieur des cartes que l'opérateur recueille les cartes séparément à la sortie du lecteur de cartes et qu'il identifie chacune des cases sans ambiguïté (elles sont numérotées sur le lecteur de cartes) de façon à ne pas provoquer la perforation d'un code erroné en colonne 75.

4.4. PROGRAMMES ANNEXES.

Les programmes annexes P BH 797, P BH 796, P BH 794 préparent et gèrent sur disques magnétiques des enregistrements de données utilisées par les programmes principaux.

4.4.1. Programme P BH 797.

Ce programme charge et tient à jour sur le disque BIBLIOTHÈQUE les coefficients d'équivalence RS-C et TP LABO-TP DENSITÉ.

4.4.1.1. Données d'entrée.

Les données d'entrée sont les cartes « Equivalence » portant les paramètres des droites de corrélation.

Ces cartes sont perforées après étude manuelle des graphiques sortis par le PBH 795. On aura 12 cartes si les équivalences sont étudiées à l'échelle du mois et 1 carte si elles le sont à l'échelle de l'année.

Le dessin de cette carte ne sera pas imprimé, la perforation se fait sur carte blanche ordinaire selon le modèle de la figure 10.

[illegible]

Fig. 10. — Carte « Equivalences ».

Col. 1 à 8 : numéro mécano de la station,
Col. 9 à 12 : année et mois de début de validité des
corrélations portées sur la carte,

Col. 13 à 42 : 3 fois le même dessin pour chacun des 3 tronçons de droite de corrélation RS-C :

3 positions : AS : pente de la droite avec 2 décimales,

4 positions : BS : ordonnée à l'origine en g/l avec
2 chiffres décimaux,

3 positions : CS : limite en abscisse du tronçon de droite en millimhos/cm avec 1 décimale.

Col. 43 à 75: 3 fois le même dessin pour chacun des 3 tronçons de droite de corrélation TP LAB-TP DENSITÉ:

3 positions : AT : pente de la droite avec 2 décimales.

4 positions : BT : ordonnée à l'origine en g/l de
TP LAB avec 1 décimale,

4 positions : CT : limite en abscisse (TP DENSITÉ) du tronçon de droite en g/l avec 1 décimale,

Col. 76 : sans utilisation : perforée 9,

Col. 77 : toujours vierge,

Col. 78 à 79 : mois de l'année pour lequel les droites de corrélation portées sur la carte sont valables (mois : 13 si les équivalences sont valables pour toute l'année),

Col. 80 : identification des cartes : perforée : E.

Si l'on a moins de 3 tronçons de droites pour la corrélation on répète les valeurs du dernier tronçon valable pour compléter la carte.

On peut charger sur le disque les cartes de plusieurs stations à la fois ou de plusieurs périodes pour une

même station, mais elles doivent se présenter dans l'ordre croissant des numéros de station.

On peut entre les stations intercaler une carte blanche qui provoquera un saut de page à l'imprimante.

4.4.1.2. Dessin de l'enregistrement sur disque « BIBLIOTHEQUE ».

La longueur de l'enregistrement est de 120 caractères dont les 18 premiers constituent la clé d'indexation répartis comme suit :

3 positions : nature de l'enregistrement : 799
pour les équivalences,

8 positions : numéro de la station.

2 positions : mois de validité des droites d'équivalence (1 : janvier, 2 : février..... 13 : l'année).

CLÉ 3 positions : rang de la série d'équivalence : permet de classer des enregistrements valables pour des périodes différentes et successives. Si l'enregistrement est valable pour la période en cours, Rang : 999.

2 positions : inutilisées.

Le dessin de l'enregistrement est donné sur la figure 11, le rang figurant dans la clé est le rang d'utilisation pour le programme, le rang figurant en fin d'enregistrement est le rang réel séquentiel.

Les dates limites de validité sont gérées et mises à jour par le programme.

Exemple : pour une station on a étudié les équivalences sur une première période, supposons que la construction d'un ouvrage à l'amont ait modifié le

régime de l'oued ; on étudie alors de nouvelles droites d'équivalences. Les cartes sont chargées en deux temps et les enregistrements sont déplacés comme le montre le schéma ci-contre.

1^{er} jeu de cartes

XXXXXX	4 6 0 1	
station	Date validité	Equivalents

1^{er} enregistrement correspondant

799	XXXXXX	999	4601	9999	-----	0 0 1
station	Rang utile	Date 1	Date 2	Equivalents	Rang réel	

2^e jeu de cartes

XXXXXX	5	4	0	7	
station	Date validité	Equivalents			

Mise en place sur disque des deux enregistrements

1 ^{er}	799	XXXXXXX	001	4601	5407		0 0 1
2 ^e	799	XXXXXXX	999	5407	9999		0 0 2
	station	Rang utile	Date 1	Date 2	Equivalents	Rang réel	

L'introduction d'une deuxième série de cartes équivalence a modifié le premier enregistrement en lui fixant une date limite supérieure qui est la date de début de validité de l'enregistrement suivant et en modifiant le rang d'utilisation.

4.4.2. Programme P BH 796.

Ce programme ouvre un disque de travail (disque GRAPHIQUES) et y crée des enregistrements qui

[illegible]

Fig. 11. — Enregistrement équivalence sur disque « bibliothèque ».

seront utilisés par le P BH 795. Il doit être utilisé immédiatement avant le P BH 795.

Dessin de l'enregistrement.

Chaque enregistrement contient 132 caractères dont 6 pour la clé d'indexation. Les enregistrements sont groupés en blocs de 10.

Le dessin est le suivant (fig. 11) :

— *Clé d'indexation :*

- 1 position : nature des équivalents étudiés :
 - 1 : RS conductivité,
 - 2 : TP LABO - TP DENSITÉ,
- 2 positions : mois pour lequel on étudie les corrélations,
- 3 positions : ordonnée de l'enregistrement : varie de 1 à 201 et constituera l'ordonnée des graphiques.

— *Enregistrement proprement dit :*

- 120 positions : mises à blanc par le programme, constitueront les abscisses des graphiques,
- 3 positions : zone des dépassements : pour les points qui ne pourront rentrer dans le cadre des graphiques,
- 3 positions : zone des surimpressions : pour les cas où plus de 9 couples tombent sur un même point.

Ce programme est très court et simple, aucun incident de passage n'est prévu.

4.4.3. *Programme P BH 794.*

Ce programme enregistre sur un disque de travail (Salinité), à partir des cartes Analyses d'eau, les valeurs du résidu sec et du transport solide qui seront utilisées par le P BH 398 pour le calcul des salinités moyennes journalières.

Les données d'entrées sont les fichiers cartes Analyses d'eau après leur traitement complet par la chaîne des programmes précédents.

L'accès au disque étant séquentiel les cartes doivent se présenter dans l'ordre croissant des numéros de stations (si l'on en charge plusieurs à la fois) et dans l'ordre chronologique, sans aucune autre carte.

Les cartes sont chargées sur le disque à raison d'un enregistrement par carte analyse en séquentiel indexé. Chaque enregistrement se compose de 40 caractères répartis comme suit :

— *Clé d'indexation :*

- 8 positions : numéro mécano de la station,
- 6 positions : date du prélèvement : année, mois, jour,
- 3 positions : heure du prélèvement en « temps hydrologique », c'est-à-dire position dans le jour hydrologique (commençant à 20 h la veille) de l'instant de

prélèvement à 10 mn près. Le temps hydrologique varie de 0 à 144.

Exemple : 6 h 20 est transformé en $6 \times 4 + 6 \times 6 + 2 = 062$. Une routine assure la transformation du temps civil en « temps hydrologique ».

— *Enregistrement :*

- 6 positions : résidu sec en mg/l,
- 6 positions : transport solide en poids en mg/l
- 6 positions : transport solide en volume en ppm,
- 4 positions : hauteur à l'échelle,
- 1 position : variation du plan d'eau au moment du prélèvement.

Le disque Salinité doit être chargé avant chaque passage du P BH 398 ; c'est un disque de travail qui n'est pas conservé.

5. APPLICATIONS. UTILISATION DES FICHIERS CARTES ANALYSES D'EAU.

Les fichiers de cartes Analyses d'eau traités par cette chaîne de programmes constituent la source des informations hydrochimiques.

L'utilisation principale qui en est faite actuellement est le calcul des salinités moyennes journalières parallèlement au calcul des débits.

Ce travail est réalisé par le P BH 398 qui est une adaptation du P OH 301 du Service hydrologique de l'O.R.S.T.O.M.

Le P BH 398 traduit en débits les hauteurs limnimétriques en suivant les barèmes d'étalonnage qui lui sont fournis ; lorsque l'option « Salinité » est demandée et, qu'auparavant, les résultats d'analyses de la station traitée ont été chargés sur le disque Salinité par le P BH 794, le P BH 398 calcule la salinité moyenne journalière de la façon suivante :

Chaque résultat d'analyse est affecté au débit correspondant à la lecture de hauteur limnimétrique la plus proche dans le temps, entre deux résultats d'analyse les salinités sont interpolées linéairement dans le temps et affectées à chaque débit instantané calculé (de 1 à 16 par jour), la salinité moyenne journalière est alors égale à :

$$SJ = \frac{\sum_{i=1}^N s_i \times q_i}{N \times QJ}$$

où q_i et s_i sont les débits et salinités instantanés,

N le nombre de débits instantanés calculés dans la journée

et QJ le débit moyen journalier ($QJ = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N q_i$)

Ces interpolations sont soumises à certaines limitations pour éviter des résultats aberrants :

— limitation dans le temps (écart maximum de 20 jours entre deux résultats d'analyse),

— arrêt des interpolations lorsque les variations de débit ou de salinité sont trop importantes entre les bornes de l'interpolation.

Le même travail est fait, lorsque les données existent, pour le transport solide en poids et en volume.

En sortie, en plus des tableaux de données hydro-métriques mensuelles, le P BH 398 perfore :

— des cartes de débits moyens journaliers (adaptation de la carte C OH 308), à raison de deux cartes par mois. Ces cartes sont identifiées par le code 317 perforé dans les colonnes 78 à 80 ;

— des cartes de salinités moyennes journalières, suivant un dessin semblable, identifiées par le code 327 en colonnes 78 à 80 ;

— des cartes de valeurs moyennes journalières du transport solide en poids (code 337 en colonnes 78 à 80) et en volume (code 347 en colonnes 78 à 80).

La mise au point et l'exploitation des fichiers de cartes Analyses d'eau ont été entreprises sur le bassin versant de la Medjerda dans le cadre de la monographie de cet oued. Environ 20 000 résultats d'analyses ont déjà été traités.

Les résultats obtenus jusqu'à présent sont assez satisfaisants pour les valeurs du résidu sec ; ils ont permis de reconstituer d'importantes séries de salinités journalières sur des stations anciennes (Bou Salem, Medjez el Bab).

Ces résultats sont loin d'être aussi encourageants pour les mesures de transport solide, tant en poids qu'en volume. Les résultats de mesures sont beaucoup plus fragmentaires et dispersés, ceci étant dû à notre avis :

— au mode de prélèvement pratiqué (simple bouteille remplie au bord de l'oued) qui est fort sujet à critiques,

— aux méthodes de mesures du transport solide (transport et pesage des buvards ou des filtres, ou mesures de densité des échantillons).

Aussi, dans ce domaine et, pour le moment, nous pensons devoir en rester à des estimations et les cartes résultats codées 337 et 347 sont mises en réserve.

Pour conclure, nous rappellerons que cette chaîne de traitement des analyses a été mise au point dans un but bien orienté (reconstitution et valorisation de longues séries d'analyses) et qu'elle est difficilement transposable sans aménagements à n'importe quel régime hydrologique. Elle constitue cependant une base de départ susceptible de modifications par exemple :

— dans le dessin de la carte Analyse d'eau tel qu'il est présenté, les colonnes 67 à 70 sont inutilisées et pourraient servir à porter le dosage d'un ion supplémentaire ;

— les graphiques fournis par le P BH 795 sont à échelles fixes (0 à 12 g pour le RS et 0 à 20 millimhos pour la conductivité) et ne conviennent pas pour des eaux peu chargées. Ce programme peut être modifié pour publier des graphiques à échelles variables (les limites de variation étant fournies sur une carte paramètre) mais, dans notre cas, cette modification risquerait d'alourdir le programme qui dépasserait la capacité de 54 K de l'ordinateur utilisé.

(J.) Claude

EXPLOITATION DES CARTES BOUTEILLES						DE LA STATION HYDROMETRIQUE DE DJENDOUBA									
STATION	DATE	HEURE	HT CM	V	CONDU MUMHOS	EQRS MG/L	RSLAB MG/L	TPDEN MG/L	TPBUV MG/L	TPLAB MG/L	TV PPM	K	VT CM3	TP/TV	
APPAREIL NO 512 CONSTANTE DE CELLULE IMPOSEE =144															
48540160	69	12	4	11	10	177	1	725	507		0	1.44	800		
48540160	69	12	17	14	10	205	1	870	609		0	1.44	880		
48540160	69	12	25	0	00	488	2	695	486	9061	19650	1.44	916	.46	
48540160	69	12	25	10	30	852	2	505	353	16740	46255	1.44	908	.36	
48540160	69	12	25	14	00	809	2	505	353	18252	44247	1.44	904	.41	
48540160	69	12	25	18	20	708	2	490	343	20594	44052	1.44	908	.47	
48540160	69	12	26	10	00	460	2	758	530	7048	15418	1.44	908	.46	
48540160	69	12	26	13	30	362	2	575	402	15972	32407	1.44	864	.49	
48540160	69	12	26	18	20	340	2	758	530	5722	13333	1.44	900	.43	
48540160	69	12	27	11	20	247	3	1283	898	1450	446	1.44	896	3.25	
48540160	69	12	27	12	20	294	2	981	686	2678	6696	1.44	896	.40	
48540160	69	12	31	12	10	230	1	1209	846		0	1.44	800		
48540160	70	1	8	12	30	195	1	1668	1167		0	1.44	800		
48540160	70	2	5	12	20	193	1	1092	765		0	1.44	880		
48540160	70	2	21	14	10	150	1	1988	1392		0	1.44	880		
48540160	70	3	5	15	10	261	1	873	611		0	1.44	880		
48540160	70	3	17	12	50	340	2	621	434	8800	22421	1.44	892	.39	
48540160	70	3	17	15	00	376	2	807	565	7909	17699	1.44	904	.45	
48540160	70	3	17	17	10	410	2	734	513	6479	13452	1.44	892	.48	
48540160	70	3	17	19	40	444	2	807	565	5088	12658	1.44	790	.40	
EXPLOITATION DES CARTES BOUTEILLES						DE LA STATION HYDROMETRIQUE DE DJENDOUBA									
STATION	DATE	HEURE	HT CM	V	CONDU MUMHOS	EQRS MG/L	RSLAB MG/L	TPDEN MG/L	TPBUV MG/L	TPLAB MG/L	TV PPM	K	VT CM3	TP/TV	
APPAREIL INCONNU CONSTANTE DE CELLULE IMPOSEE =074															
48540160	68	1	14	11	20	9999	2	959	671			0.74			
48540160	68	1	14	15	20	9999	2	1023	716			0.74			
48540160	68	1	14	19	00	9999	2	959	671			0.74			
48540160	68	1	15	16	20	9999	2	1180	826			0.74			
48540160	68	1	16	10	50	9999	2	1462	1023			0.74			
48540160	68	1	16	20	20	9999	9	1918	1343			0.74			
48540160	68	1	17	11	30	9999	2	2193	1535			0.74			
48540160	68	1	20	11	50	9999	2	1096	767			0.74			
48540160	68	1	21	10	30	9999	2	959	671			0.74			
48540160	68	1	21	12	20	9999	1	1058	741			0.74			
48540160	68	1	21	18	10	9999	2	959	671			0.74			
48540160	68	1	24	15	10	9999	2	1279	895			0.74			
CONSTANTE DE CELLULE IMPOSEE =138															
48540160	68	3	22			9999	9	1641	1149			1.38			
48540160	68	4	6	12	10	9999	9	2030	1421			1.38			
48540160	68	4	18	9	10	149	9	2443	1710			1.38			
48540160	68	5	3	14	20	140	9	1354	948			1.38			
48540160	68	5	21	11	00	132	9	1043	730			1.38			
CONSTANTE DE CELLULE IMPOSEE =146															
48540160	68	6	7	12	00	158	9	2025	1417			1.46			
48540160	68	7	20	8	00	127	9	3207	2245			1.46			

Tableau I.

Une chaîne de programmes pour le traitement des données sur la salinité

TUNISIE

RESULTATS D ANALYSES D EAU

BASSIN OUED STATION			MOYENNE MEDJER MEDJERDA BOU SALEM GP N.6			NO MECANO 48540180 CODE BIRH MC007 NO CATALOG 005461													
DATE AN MO JO			HEURE	HT CM	RS MG/L	COND25 MICRMO	TOT.D MG/L	CA *****	MG *****	NA *****	K ME/L	SO4 *****	CL *****	CO3H *****	BAL P.C	PH LABO	DH D.FR	SAR	REMARQUE
60	12	31	07 00	170	970	2080	1178	6.3	3.2	10.4		6.2	10.9	2.7	.0	7.3	45.6	4.78TD	SUP RS
61	01	01	07 00	125	640	1110	661	4.3	1.9	5.0		3.5	5.2	2.7	.2	7.3	30.1	4.74TD	SUP RS
61	01	03	07 00	85	1420	2200													
61	01	07	07 00	70	1240	2560													
61	01	14	07 00	60	1540	2690													RS-C DOUT
61	01	17	07 00	180	180	838													RS-C DOUT
61	01	20	07 00	90	900	1690													
61	01	24	07 00	70	680	1450	672	4.3	2.4	4.2		4.5	4.3	2.9	3.5	7.3	32.4	3.56RS-C	DOUT
61	01	27	00 00	350	780	620	764	4.5	16.0	3.8		3.5	4.0	2.7	40.8*	7.3	98.5	1.19RS-C	DOUT
61	01	27	07 00	180	480	913	1045	40.0	1.8	1.8		1.6	.3	3.0	79.5*	7.3	200.6	.40TD	SUP RS
61	01	27	24 00	350	780	1260													
61	01	31	07 00	195	920	1220	945	5.7	2.7	7.2		5.5	7.6	3.2	2.0	7.7	40.4	3.54TD	SUP RS
61	02	01	07 00	145	940		926	5.6	2.6	6.9		5.4	7.4	3.3	2.9	7.6	39.5	3.44	
61	02	01	07 40	145	940	1260													
61	02	06	07 00	140	600	1580	531	4.1	1.5	3.3		2.7	4.0	2.7	2.5	7.3	27.2	1.96RS-C	DOUT
61	02	11	07 00	105	880	1890													RS-C DOUT
61	02	15	07 00	85	1260	2690													RS-C DOUT
61	02	20	07 00	75	1180	2130													

TUNISIE

RESULTATS D ANALYSES D EAU

REGION DE BOU-SALEM

STATION	DATE AN MO JO	HEURE	HT CM	RS MG/L	COND25 MICRMO	TOT.D MG/L	CA *****	MG *****	NA *****	K ME/L	SO4 *****	CL *****	CO3H *****	BAL P.C	PH LABO	DH D.FR	SAR	REMARQUE
48540180	61 02 21	07 00	70	1540	3140													
48540180	61 02 25	07 00	80	1080	2580													
48533510	47 01 12	08 00		506		505	4.6	1.4	3.0		3.0	2.3	3.1	2.6	7.8	29.0	2.97	
48533510	47 02 01	08 00		601		603	6.1	2.1	2.4		4.2	2.0	4.0	1.8	7.7	39.5	1.22TD	SUP RS
48533510	47 02 15	08 00		360		370	3.3	2.1	2.0		2.2	1.3	2.5	9.6	7.9	26.1	1.21TD	SUP RS
48533510	47 03 05	08 00		596		628	6.1	2.2	2.5		4.6	2.1	3.9	.5	7.9	39.9	1.25TD	SUP RS
48533510	47 03 20	08 00		620		594	3.6	3.6	3.3		4.6	2.5	2.9	1.8	7.6	34.7	2.46	
48533510	47 04 03	08 00		620		644	4.9	3.4	2.6		4.7	2.5	4.1	1.7	7.6	40.4	1.26TD	SUP RS
48533510	47 05 15	08 00		640		753	6.6	2.3	3.3		6.6	2.9	3.0	1.1	7.8	43.3	1.55TD	SUP RS
48533510	47 06 12	09 00		942		1013	7.5	2.9	6.0		7.1	6.0	4.4	2.9	7.3	50.4	2.62TD	SUP RS
48533510	47 07 08	08 00		664		610	3.1	3.0	4.0		3.4	4.0	3.7	4.3	7.6	29.7	3.80	
48533510	47 08 14	08 00		710		833	7.9	2.6	3.3		5.8	4.0	4.7	2.2	7.3	50.5	1.48TD	SUP RS
48533510	47 09 08	08 00		1040		978	9.1	2.8	5.0		6.4	5.5	4.7	.8	7.3	57.3	2.04	
48533510	47 10 22	08 00		870		954	9.6	3.3	3.6		7.4	4.0	4.7	1.1	7.6	61.9	1.42TD	SUP RS
48533510	48 01 28	08 00		528		565	5.0	2.1	2.2		4.7	1.7	3.2	1.5	7.8	34.5	1.71TD	SUP RS
48533510	48 02 12	08 00		684		745	7.9	2.6	2.6		6.0	2.4	3.9	2.7	8.1	50.5	1.13TD	SUP RS
48533510	48 02 29	16 10		200														
48533510	48 02 29	17 00		180														
48533510	48 02 29	18 30		260														
48533510	48 03 17	08 00		740														
48540180	61 03 01	07 00	65	1840	3450													
48540180	61 03 11	07 00	65	2200	2530	1720	7.0	5.4	15.6		9.6	16.9	3.0	2.5	8.1	59.7	6.28	

Tableau II.