

J. SIRCOULON* et J. CRUETTE**

Le calcul des pluies moyennes mensuelles et annuelles sur bassin versant, avec méthode de substitution des pluviomètres pour les observations manquantes, en traitement automatique

* Ingénieur hydrologue à l'O.R.S.T.O.M.

** Chargé de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

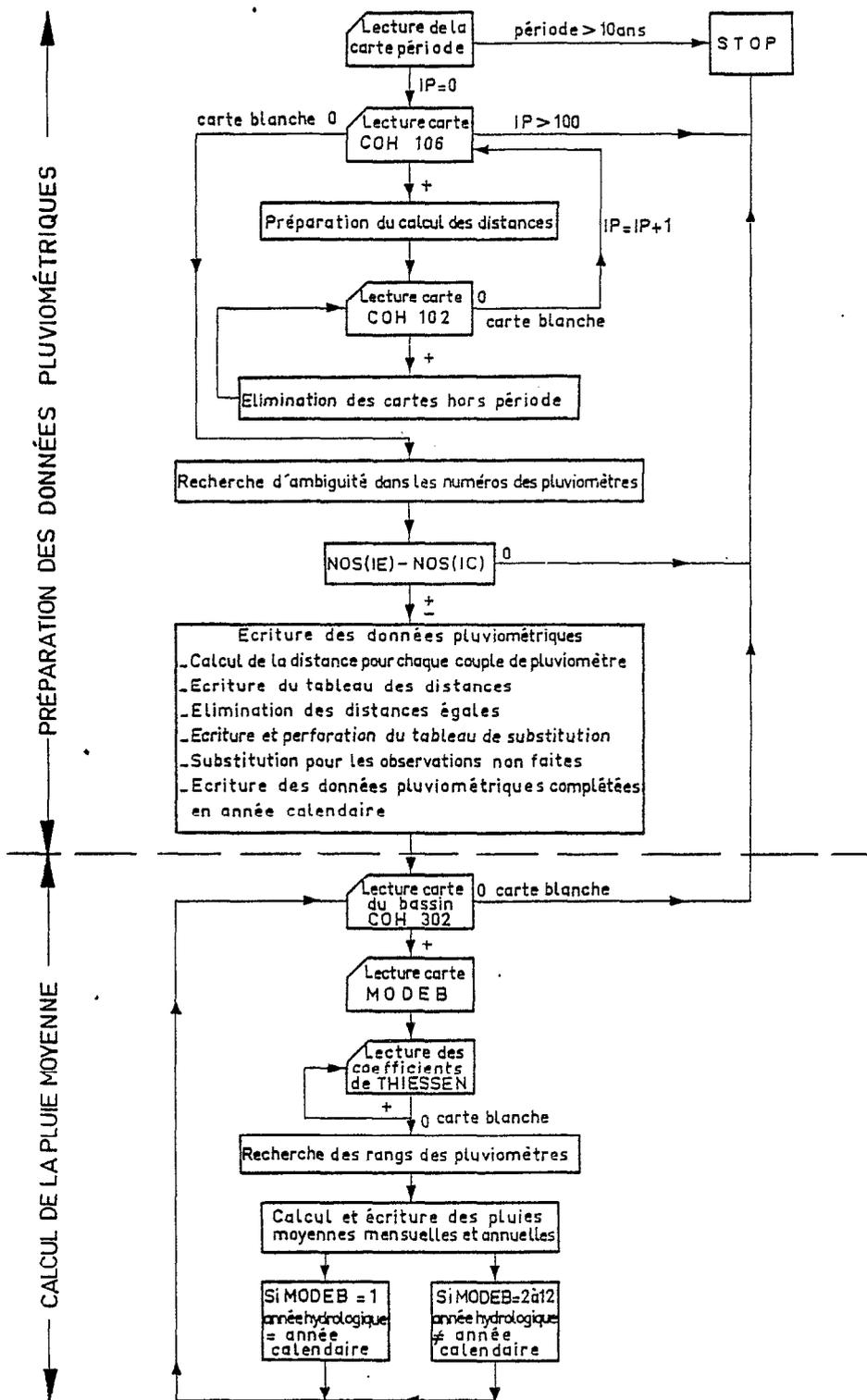


Fig. 1. — Logique externe du programme POH 106.

Le programme POH 106, destiné au calcul des pluies moyennes mensuelles et annuelles sur un ou plusieurs bassins versants, par la méthode de THIESSEN, utilise comme données de base les cartes COH 102 (cartes de totaux pluviométriques). Plus complet que le programme POH 104 (calcul des pluies moyennes journalières à partir des cartes COH 101) dont il ne sera pas fait de description ici, il présente en outre une méthode de substitution des pluviomètres en cas d'observations manquantes nettement améliorée. Cette méthode ne fait plus, en effet, appel dans le cas d'un poste défaillant aux observations du poste précédant celui-ci dans l'ordre de lecture, mais à celles du poste le plus proche; ce critère de distance permet, dans la plupart des cas, de tenir compte d'un même contexte géographique.

La logique externe du programme POH 106 est représentée figure 1. On peut diviser l'ensemble des calculs en deux parties bien distinctes :

A. — LA PRÉPARATION DES DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

Cette préparation comporte la lecture des données suivantes :

- a) — carte de la période choisie;
- b) — cartes d'identification du poste pluviométrique;
- c) — 24 cartes de hauteurs pluviométriques afférentes à ce poste.

Les paragraphes b) et c) se répètent n fois pour n pluviomètres.

— Les étapes suivantes sont effectuées :

- Choix d'une période déterminée pour les calculs (la capacité de mémoire de l'ordinateur 360/50 ne permettant pas de traiter à la fois plus de dix années de cent postes) avec l'élimination des données ante ou postérieures à la période retenue.
- Calcul des distances entre pluviomètres et classement de ces pluviomètres par distance croissante par rapport au pluviomètre de travail (cela implique donc n classements pour n pluviomètres).
- Perforation des n classements obtenus pour utilisation éventuelle dans d'autres programmes.
- Enregistrement des hauteurs pluviométriques et remplacement des observations manquantes par les données relevées au poste le plus proche.
- Écriture des données pluviométriques observées ou complétées.

B. — LE CALCUL DE LA PLUIE MOYENNE

Cette partie comporte, pour chaque bassin, la lecture :

- de la carte d'identification du bassin;
- de la carte Modeb;
- des coefficients de Thiessen.

— Les étapes suivantes sont effectuées :

- Recherche du rang de chacun des pluviomètres lus dans la carte des coefficients de Thiessen par rapport au rang de lecture des données pluviométriques de la partie A (les pluviomètres contribuant au calcul de la pluie moyenne sur tel ou tel bassin peuvent être mis dans n'importe quel ordre).
- Calcul, Écriture et Perforation des pluies moyennes mensuelles et annuelles, en année hydrologique, que celle-ci soit confondue avec l'année calendaire ou non.

Plusieurs bassins peuvent être traités successivement et le début de l'année hydrologique peut très bien varier d'un bassin à un autre.

L'étude détaillée de chacune de ces parties est exposée ci-après. Le lecteur pourra se reporter aux Annexes pour consulter le listing du programme, qui y figure in extenso.

I. - PRÉPARATION DES DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

Le programme commence par une réservation d'une partie de la mémoire centrale par mise à zéro de toutes les variables constituant des tableaux, des vecteurs ou des matrices. Cette opération, menée systématiquement pour chaque programme permet d'effacer toutes valeurs étrangères au travail en cours.

1.1. — Choix de la période d'observation.

Comme nous l'avons exposé précédemment, ce choix est imposé par les possibilités actuelles de capacité de l'ordinateur. Il est probable que la mise en service prochaine d'un 360/75 permettra de supprimer cette clause restrictive.

De toute façon le programme, dans sa présente forme, peut déjà traiter dix années d'observations à cent postes différents. Ce nombre élevé de postes permet ainsi le calcul des pluies moyennes sur des bassins imbriqués ou voisins.

1.2. — Lecture de la carte d'identification (modèle COH 106).

Les noms de l'état et de la station sont volontairement ignorés car n'étant pas d'un intérêt quelconque ici, on retient donc uniquement :

- NOSTA numéro de codification de la station, en format 15, comprenant deux chiffres pour l'état et trois pour la station.
- LAT(IP) latitude de la station, dans les colonnes 46 à 52 de la carte.
- LONG(IP) longitude de cette même station dans les colonnes 53 à 60.

Un compteur IP sert comme indice afin d'assurer la conservation en mémoire des coordonnées lues. Au cas où IP dépasserait 100, le programme s'arrêterait immédiatement.

1.3. — Préparation du calcul des distances.

Les coordonnées sont fournies en degrés, minutes et secondes*. Leur découpage permet d'isoler les valeurs respectives XLAD, XLAM, XLOS de la latitude ou XLOD, XLOM, XLOS de la longitude. Après transformation en secondes et conversion en radians, la latitude et la longitude de chaque poste sont placées dans un tableau XLA et XLO.

1.4. — Lecture des totaux pluviométriques mensuels et annuels (cartes COH 102) et remplacement des manques par des valeurs - 10.

La nécessité de se fixer pour les calculs une période d'observation, forcément différente, de la période d'observation réelle de chaque pluviomètre et le rejet des cartes hors période, imposent un ordre chronologique rigoureux à la séquence des cartes COH 102.

Après le contrôle de numéro du pluviomètre (NOSS-NOSTA), vient le contrôle de l'année IA. On initialise un compteur IAA = IADEB qui s'incrémentera de 1 (un an) à chaque carte lue puis l'on compare la première valeur IA aux années représentant les bornes supérieures et

* Si les coordonnées sont indiquées en grades, il suffit de modifier deux instructions seulement, ainsi :
XLA(NP) = (3 600. * XLAD + 60. * XLAM + XLAS) * 3.14 159/648 000.
devient XLA(NP) = (10 000. * XLAD + 100. * XLAM + XLAS) * 3.14 159/648 000.
idem pour le calcul de XLO(NP).

inférieures de la période choisie (soit IADEB et IAFIN). Tant que IA est inférieure à IADEB, les cartes sont rejetées. Lorsque IA = IADEB, on enregistre dans une matrice à trois dimensions PLU (rang du pluviomètre, année, mois) les douze valeurs pluviométriques mensuelles qui correspondent à cette carte et dans une matrice à deux dimensions (rang du pluviomètre, année) le total pluviométrique de l'année calendaire.

Si IA est supérieure à IADEB (cas d'une ou de plusieurs années manquantes), on fait enregistrer des valeurs négatives (-10) dans chaque matrice, on incrémente IAA d'un an et l'on refait la comparaison IA, IAA, etc... Lorsque IA devient supérieur à IAFIN, toutes les nouvelles cartes COH 102 sont rejetées.

On dispose ainsi finalement de matrices contenant soit des valeurs réelles, soit des valeurs négatives dans le cas d'observations manquantes.

Les données pluviométriques ainsi constituées sont imprimées à titre de vérification.

1.5. — Recherche d'ambiguïté dans les numéros des pluviomètres.

Pour des questions de programmation, on a retenu du numéro d'identification pluviométrique de chaque poste, simplement les trois chiffres de la station.

Or, au cours de l'étude pluviométrique d'un bassin, deux cas d'ambiguïté portant sur le numéro d'identification peuvent se produire :

- 1^o cas d'une erreur humaine attribuant un même numéro à deux postes différents, cas peu vraisemblable, mais possible;
- 2^o cas d'un grand bassin couvrant plusieurs états et pouvant, de ce fait, posséder des postes ayant bien des numéros « état » différents, mais ignorés dans l'étude présente et des numéros « station » identiques. Ce cas est peu fréquent mais tout à fait possible.

Si l'un ou l'autre de ces cas se produit, le programme est stoppé et il est nécessaire de changer le ou les numéros incriminés, sinon des perturbations notables risqueraient de se produire dans la substitution des pluviomètres.

1.6. — Substitution des pluviomètres pour les observations manquantes.

1.6.1. — Calcul de la distance pour chaque couple de pluviomètres.

On utilise une double boucle en se servant des valeurs en radian stockées dans les tableaux XLA et XLO. Les coordonnées de chaque poste sont successivement confrontées à toutes les autres. Le calcul, en arc sphérique, de la distance entre chaque poste se fait suivant les formules de trigonométrie sphérique et les fonctions de bibliothèque suivantes interviennent : SIN (sinus), COS (cosinus) et ATAN (arc tangent). La distance de chaque couple considéré est donnée en kilomètres.

1.6.2. — Écriture du tableau des distances.

Toutes les distances interpostes ont été recueillies dans une matrice à deux dimensions D (pluviomètre, pluviomètre). L'impression de cette matrice se fait suivant un tableau à double entrée. La première ligne horizontale ou verticale donne le rang des pluviomètres.

Pour obtenir la distance séparant deux postes, il suffit de lire l'intersection de la colonne et de la rangée correspondantes.

La largeur de la feuille imprimante nécessite la fragmentation en n fois dix pluviomètres.

1.6.3. — Élimination des distances égales.

Il peut se produire assez fréquemment que deux, voire trois pluviomètres se trouvent à un même nombre de kilomètres de la station prise comme référence.

Afin de permettre leur classement ultérieur par distance croissante par rapport à cette station considérée et d'assurer l'appel du pluviomètre désiré en cas de manques, on affecte systématiquement, en cas d'égalité de distance, dix mètres supplémentaires à la seconde station du couple. Cette valeur suffit, dans la pratique, pour supprimer cette cause d'erreur.

1.6.4. — Établissement du tableau de substitution des pluviomètres.

La figure 2 montre la logique interne servant à l'élaboration de ce tableau. Trois boucles imbriquées sont nécessaires pour assurer la comparaison 2 à 2 de toutes les distances pluviomètre de référence-pluviomètre quelconque. Le classement par ordre de distance croissante de tous les postes par rapport au poste de référence se fait à l'aide d'un compteur NA. Par exemple : si le pluviomètre de rang 2 est le pluviomètre de référence et si la distance pluvio. de rang 2-pluvio. de rang 3 a été par 4 fois supérieure à toute autre distance, le pluviomètre de rang 3 se trouve sans discussion possible en quatrième position de remplacement.

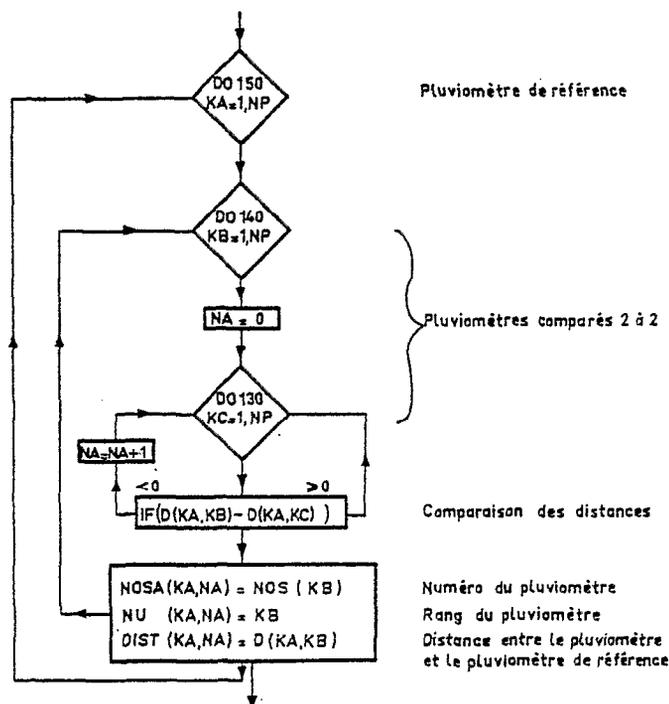


Fig. 2. — Établissement du tableau de substitution des pluviomètres.
Détail de la logique interne (après calcul des distances et élimination des distances égales).

1.6.5. — Écriture et perforation du tableau de substitution.

Comme précédemment, si le nombre total N de pluviomètres dépasse 10, une fragmentation en plusieurs tableaux est inévitable. Il y aura ainsi $N/10$ tableaux partiels, si N est un multiple de 10, ou $N/10 + 1$ tableaux partiels dans le cas contraire, avec dix pluviomètres de rang d'origine croissant suivant l'axe des abscisses (rangées) et N pluviomètres suivant l'axe des ordonnées (colonnes) N-1 pluviomètres étant classés par ordre de distance croissante par rapport au premier de la colonne. Si le nombre de postes n'est pas suffisant pour couvrir tout un tableau, des zéros viendront compléter celui-ci, leur présence ne perturbant en rien les calculs.

Chaque pluviomètre est toujours représenté par son numéro d'identification, son rang d'origine (et non pas un rang de classement) et sa distance par rapport au pluviomètre de référence. La distance est évidemment nulle pour le premier poste de chaque colonne, celui-ci, étant comparé à lui-même. Afin de tirer tout le profit souhaitable du calcul de substitution des pluviomètres, les rangs des pluviomètres classés de chaque colonne sont perforés par l'ordinateur sur des cartes. On disposera de N cartes comportant N classements, pouvant être introduites comme cartes de données dans toute autre étude nécessitant au préalable une substitution de pluviomètres. Cette perforation évite ainsi de refaire des calculs déjà effectués par ailleurs, et permet d'économiser une grande partie de la mémoire centrale.

1.7. — Substitution pour les observations non faites.

La matrice PLU (pluviomètre, année, mois) des totaux pluviométriques mensuels de la période d'observation choisie, a été constituée au paragraphe 1.4 et contient deux sortes de valeurs : des valeurs positives ou nulles réellement observées, des valeurs négatives qui indiquent le manque de relevés. Afin de remplacer ces valeurs négatives fictives, tous les totaux pluviométriques de chaque station sont systématiquement passés en revue et la lecture de toute valeur, négative provoque le remplacement de celle-ci par la valeur observée du poste le plus proche, ou si celui-ci est également défaillant par celle du second poste par ordre de distance croissante et ainsi de suite.

On disposera donc finalement, pour chaque station, d'observations complètes. Parallèlement à cette opération, la hauteur annuelle calendaire est reconstituée à partir des 12 totaux mensuels observés ou complétés.

1.8. — Écriture des données pluviométriques complétées.

L'impression des données complétées sert de vérification et permet de s'assurer du bon fonctionnement de la routine de substitution.

II. - LE CALCUL DE LA PLUIE MOYENNE

2.1. — Lecture de cartes de données.

Les données pluviométriques étant ainsi complétées, il est procédé à la lecture des dernières cartes de données intervenant dans l'établissement de la pluie moyenne.

Le programme est construit de telle manière que l'on peut traiter jusqu'à dix bassins ayant chacun un nombre quelconque de pluviomètres (avec toutefois deux restrictions : le nombre de pluviomètres ne peut dépasser 100 et tous les postes appelés doivent avoir été lus au préalable dans la préparation des données).

Chaque bassin étudié nécessite la lecture de la carte d'identification de la station à l'exutoire de ce bassin (modèle COH 302) puis de la carte MODEB (en format 12) qui indique le mois de début de l'année hydrologique (si MODEB = 1, l'année hydrologique est confondue avec l'année calendaire) enfin de la ou des cartes de coefficients de Thiessen.

Chacune de ces dernières cartes comprend dans les huit premières colonnes le numéro d'identification de la station puis ensuite 10 valeurs de coefficient. A chaque coefficient K, en format F4.4 est associé le numéro d'identification du poste pluviométrique correspondant, en format 13. Une carte blanche, placée à la fin des cartes de données, provoque le passage à la suite du programme.

2.2. — Recherche des rangs des pluviomètres.

Les numéros d'identification des pluviomètres, associés aux coefficients de Thiessen relatifs à chaque bassin, sont lus dans un ordre différent de l'ordre de lecture des numéros des stations pluviométriques et de leurs données puisque chaque bassin n'utilise qu'une fraction du nombre total de pluviomètres.

Pour faire appel aux hauteurs pluviométriques d'un poste donné, il est nécessaire de retrouver son rang d'origine puisque les valeurs sont emmagasinées dans la matrice PLU en fonction du rang du pluviomètre et non de son numéro. Pour cela, il suffit de comparer un à un, au moyen de deux boucles imbriquées, tous les numéros des postes de la liste initiale au numéro du poste lu sur la carte de Thiessen.

Lorsqu'il y a égalité, le rang est immédiatement donné par la valeur atteinte par l'indice de la boucle interne qui sert aussi de compteur et est conservé dans le tableau MSTA dans l'ordre des coefficients de Thiessen.

2.3. — Calcul, écriture et perforation des pluies moyennes.

La pluie moyenne mensuelle est calculée à l'aide de trois boucles imbriquées appelant les valeurs de la matrice PLU grâce à l'année, le mois et le rang des pluviomètres. Dans la boucle la plus interne s'effectue le calcul proprement dit. Nous rappelons à ce sujet que si S est la surface totale du bassin et si $K_1, K_2, K_3 \dots K_n$ représentent les rapports en fractions de la surface d'influence de chaque pluviomètre P à la surface totale S, la pluie moyenne est obtenue par la formule :

$$P_M = K_1 P_1 + K_2 P_2 + K_3 P_3 \dots \dots K_n P_n.$$

La valeur initiale de l'indice le plus interne provoque l'extraction de la hauteur P_1 de la matrice PLU et la multiplication de celle-ci par le coefficient K_1 ; le produit résultant n'est qu'une hauteur partielle à laquelle viendra s'ajouter la valeur du produit $K_2 P_2$ du second tour et ainsi de suite jusqu'à $K_n P_n$. La hauteur moyenne mensuelle P_M est mise en réserve dans le vecteur PLUMI, à l'aide d'un compteur IK.

Une fois que ce vecteur est entièrement constitué, les 12 hauteurs moyennes donnant la hauteur pluviométrique moyenne annuelle du bassin étudié, sont choisies en fonction de la variable MODEB qui donne le mois de début de l'année hydrologique (que celle-ci soit calendaire ou non).

Soit, si $J = \text{MODEB}$ et $J_1 = J + 11$:

$$\text{Hauteur annuelle} = \text{PLUMI}(J) + \text{PLUMI}(J + 1) + \dots + \text{PLUMI}(J_1).$$

Pour obtenir la moyenne de l'année suivante, il suffira de poser $J = J_1 + 1$. L'impression et la perforation des résultats se font année par année, des modèles d'impression sont donnés en Annexes.

Un contrôle sur J_1 permet après l'utilisation des données de la dernière année, de passer à la lecture de la carte d'identification du bassin suivant.

S'il s'agit d'une carte blanche, l'instruction STOP est exécutée et arrête le programme.

ANNEXES

POH 106

```
C PROGRAMME POH 106
C CALCUL DES PLUIES MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES SUR BASSINS
C EN ANNEE CALENDRAIRE OU HYDROLOGIQUE
C ---
C CONSTITUTION DE LA SEQUENCE DES CARTES DES DONNEES
C 1-UNE CARTE PRECISANT LA PERIODE (10 ANS AU MAXIMUM) SUR LES HUIT
C PREMIERES COLONNES; EX 19501959
C 2-SEQUENCE PLUVIOMETRIQUE POUR LES PLUVIOMETRES (100 AU MAXIMUM)
C A) CARTE D'IDENTIFICATION DU PLUVIOMETRE
C B) TOUTES LES CARTES DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES MENSUELS ET ANNUELS
C LES CARTES ETRANGERES AUX PLUVIOMETRES SERONT IGNOREES
C LES CARTES ETRANGERES A LA PERIODE SERONT IGNOREES
C LES CARTES MANQUANTES SIGNIFIENT OBSERVATIONS NON FAITES
C LES OBSERVATIONS NON FAITES SERONT REMPLACEES PAR LES DONNEES DU
C PLUVIOMETRE LE PLUS PROCHE
C C) CARTE BLANCHE
C 3-CARTE BLANCHE SUPPLEMENTAIRE
C 4-SEQUENCE DES DONNEES DES BASSINS ( 10 AU MAXIMUM )
C A) CARTE D'IDENTIFICATION DU BASSIN
C B) CARTE MODEB
C C) TOUTES LES CARTES DE THIESSEN POUR CHAQUE BASSIN
C D) CARTE BLANCHE
C 5-CARTE BLANCHE POUR LA FIN DES DONNEES
C ---
C PROGRAMME NON VALABLE POUR UNE PERIODE CONTENANT UN CHANGEMENT DE SIECLE
C LES COORDONNEES DES STATIONS DOIVENT ETRE DEFINIES A UNE SECONDE PRES
C ---
C DIMENSION LAT(100),LONG(100),ISTA(1000),NOS(100),PLUM(12),
C IPLU(100,10,12),FRAG(18),PLUM(120),PLUMAN(100,10)
C DIMENSION THIES(100),NO(100),MSTA(100),IPLU(12)
C DIMENSION XLA(100),XLO(100),D(100,100),NUM(100),DIST(100,100),
C LNU(100,100),NOSA(100,100)
C FORMATS DES ENTREES
C 1 FORMAT(2I4)
C 2 FORMAT(15,40X,I7,I8)
C 3 FORMAT(15,2X,I2,I2F5.1,F6.1)
C 4 FORMAT(2I4,I8A4)
C 5 FORMAT(2I4,2X,I0(F4.4,I3))
C FORMATS DES ERREURS
C 10 FORMAT('1',2X,'PERIODE TROP LONGUE')
C 11 FORMAT('1',2X,'CARTE ETRANGERE POUR LE PLUVIOMETRE',I1,I5)
C 12 FORMAT('1',2X,'PLUS DE 100 PLUVIOMETRES')
C 13 FORMAT('1',2X,'AMBIGUITE POUR LE PLUVIOMETRE',2X,I3)
C 20 FORMAT('1',2X,'CARTE DE THIESSEN ETRANGERE POUR LE BASSIN',2I4)
C 21 FORMAT('1',2X,'IL N Y A PAS DE DONNEES POUR LE PLUVIOMETRE',I3)
C FORMATS DES SORTIES
C 14 FORMAT('1',I1,'TABLEAU DES DISTANCES')
C 15 FORMAT(I10,'NUMERO',I20,I0I10//)
C 16 FORMAT(I10,I5,I20,I0F10.0//)
C 17 FORMAT(I3,'RANG',I20,I0I10)
C 22 FORMAT(I2,I3,I6I2/(40I2))
C 30 FORMAT('1',2X,'PLUVIOMETRIE MENSUELLE ET ANNUELLE')
C 31 FORMAT(I1X,'PLUVIOMETRE NUMERO =',I1,I3//I1X,'RANG =',I1,I3//)
C 32 FORMAT(I1X,I4,I3F8.1)
C 33 FORMAT(9X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRIL',4X,'MAI',5X,'JUIN',
C 1,4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',3X,'A
C 2NNEE')
C 34 FORMAT('1',2X,'PLUVIOMETRIE MENSUELLE ET ANNUELLE COMPLETEE')
C 1
```

106 . 1

```

35 FORMAT('1',2X,'PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LE BASSIN'//)
36 FORMAT(2X,2I4,18A4//)
38 FORMAT(T3,14,T13,13F8.1)
41 FORMAT(T3,'NUMERO',T20,10I10)
42 FORMAT(T3,'DISTANCE',T20,10F10.0//)
43 FORMAT('1',1X,'TABLEAU DE SUBSTITUTION DES PLUVIOMETRES'//)
C
MISE DES MEMOIRES A ZERO
DO 80 I=1,100
NUM(I)=0
XLAM(I)=0
XLAD(I)=0
LATI(I)=0
LONG(I)=0
NG(I)=0
MSTA(I)=0
THIES(I)=0
80 NOS(I)=0
DO 70 I=1,100
DO 70 J=1,100
D(I,J)=0
NOSA(I,J)=0
DIST(I,J)=0
NUI(I,J)=0
70 CONTINUE
DO 81 I=1,1000
81 (STA(I))=0
DO 82 I=1,12
PLUM(I)=0
82 IPLUM(I)=0
DO 83 I=1,18
83 FRAG(I)=0
DO 84 I=1,100
DO 84 J=1,10
DO 84 K=1,12
84 PLU(I,J,K)=0
DO 79 I=1,120
79 PLUM(I)=0
LECTURE DE LA CARTE PERIODE
READ(5,1) IAND,IANF
IF (IANF-IAND-10)1000,1000,1001
1001 WRITE(6,10)
GO TO 9999
1000 IAOEB=IAND-(IAND/100)*100
IAFIN=IANF-(IANF/100)*100
IAO=1
IAF=IAFIN-IAOEB+1
C
LECTURE DE LA CARTE D'IDENTIFICATION D'UN PLUVIOMETRE
IP=0
1006 IP=IP+1
IF(IP-101)1002,1003,1003
1002 READ(5,2)NOSTA,LAT(IP),LONG(IP)
NOST=NOSTA-(NOSTA/1000)*1000
IF(NOST)1004,1100,1004
1003 WRITE(6,12)
GO TO 9999
1004 STA(NOST)=IP
NOS(IP)=NOST
C
PREPARATION DU CALCUL DES DISTANCES

```

```

NP=IP
LATI=LAT(NP)
LONGI=LONG(NP)
XLAS=LATI-(LATI/100)*100
MLAS=XLAS
ILAS=MLAS-(MLAS/10)*10
IF(ILAS)513,513,514
513 XLAS=XLAS+1
514 XLAM=LATI/100-(LATI/10000)*100
XLAD=LATI/10000
XLANP)=(3600.*XLAD+60.*XLAM+XLAS)*3.14159/648000.
XLOS=LONGI-(LONGI/100)*100
MLOS=XLOS
ILUS=MLOS-(MLOS/10)*10
IF(ILUS)536,536,537
536 XLOS=XLOS+1
537 XLDM=LONGI/100-(LONGI/10000)*100
XLDD=LONGI/10000
XLO(NP)=(3600.*XLDD+60.*XLDM+XLOS)*3.14159/648000.
C
LECTURE DES CARTES DE TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ET REMPLACEMENT DES MANQUES
IAA=IAOEB
IAOE=IAO
1009 READ(5,3)NOS5,IA,(PLUM(MOIS),MOIS=1,12),PLUMA
IF(NOS5)1005,1006,1005
1005 IF(NOS5-NOSTA)1007,1008,1007
1007 WRITE(6,11)NOSTA
GO TO 1009
1008 IF(IAFIN-IA)1009,1010,1010
1010 IF(IA-IAA)1009,1011,1012
1011 DO 1013 MOIS=1,12
1013 PLU(IP,IAOE,MOIS)=PLUM(MOIS)
PLUMAN(IP,IAOE)=PLUMA
IAA=IAA+1
IAOE=IAOE+1
GO TO 1009
1012 DO 1014 MOIS=1,12
1014 PLU(IP,IAOE,MOIS)=-10.
PLUMAN(IP,IAOE)=-10.
IAA=IAA+1
IAOE=IAOE+1
GO TO 1010
C
RECHERCHE D'AMBIGUITE DANS LES NUMEROS DES PLUVIOMETRES
1100 IP=IP-1
IS=IP-1
DO 1101 IC=1,18
ID=IC+1
DO 1101 IE=(D,IP
IF(NOS(IE)-NOS(IC))1101,1102,1101
1102 WRITE(6,13)NOS(IC)
GO TO 9999
1101 CONTINUE
C
ECRITURE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES
DO 1200 IK=1,IP
WRITE(6,30)
WRITE(6,31)NOS(IK),IK
WRITE(6,35)
IAOE=IAOEB
DO 1200 IH=IAO,IAF

```

```

WRITE(6,32)IADE,(PLU(IK,IK,MOIS),MOIS=1,12),PLUMAN(IK,IK)
IADE=IADE+1
1200 CONTINUE
C CALCUL DE LA DISTANCE POUR CHAQUE COUPLE DE PLUVIOMETRES
NP=IP
DO 104 JP=1,NP
DO 104 JN=1,NP
XLAT1=XLAT(IP)
XLAT2=XLAT(JN)
XLON1=XLON(IP)
XLON2=XLON(JN)
COST=COS(XLAT1)*COS(XLAT2)+SIN(XLAT1)*SIN(XLAT2)
DI(IP,JP)=6366.*ATAN(SQRT(1-COST)/COST)
104 CONTINUE
C ECRITURE DU TABLEAU DES DISTANCES
NX=NP/10
IF(MOD(NP,10))2+1,242,241
241 NY=NX+1
GO TO 243
242 NY=NX
243 DO 260 MZ=1,NY
WRITE(6,14)
NV=IQNZ
NM=MV-9
DO 259 NQ=MW,NV
259 NUM(NQ)=NQ
WRITE(6,15)(NUM(NQ),NQ=MW,NV)
DO 260 NT=1,NP
WRITE(6,16) NT,(DI(NR,NT),NR=MW,NV)
260 CONTINUE
C ELIMINATION DES DISTANCES EGALES
DO 270 IA=1,NP
DO 270 IB=1,NP
DO 270 IC=1,NP
IF(IA=IB)271,270,271
271 IF(IA=IB)271,270,271
272 D(IA,IC)=D(IA,IC)+.01
D(IC,IA)=D(IA,IC)
270 CONTINUE
C ETABLISSEMENT DU TABLEAU DE SUBSTITUTION DES PLUVIOMETRES
DO 150 KA=1,NP
DO 140 KB=1,NP
NA=0
DO 130 KC=1,NP
111 IF(D(KA,KB)-D(KA,KC))130,120,120
120 NA=NA+1
130 CONTINUE
DIST(KA,NA)=D(KA,KB)
NOSAK(KA,NA)=NOS(KB)
NU(KA,NA)=KB
140 CONTINUE
150 CONTINUE
C ECRITURE DU TABLEAU DE SUBSTITUTION DES PLUVIOMETRES
NX=NP/10
IF(MOD(NP,10))141,142,141
141 NY=NX+1
GO TO 143
142 NY=NX

```

106.4

```

143 DO 160 NZ=1,NY
WRITE(6,43)
NV=IQNZ
NM=MV-9
DO 160 NT=1,NP
WRITE(6,41)(NOSA(NR,NT),NR=MW,NV)
WRITE(6,171)(NUM(NR,NT),NR=MW,NV)
WRITE(6,42)(OIST(NR,NT),NR=MW,NV)
160 CONTINUE
C PERFORATION DE LA SUBSTITUTION DES PLUVIOMETRES
DO 161 NK=1,NP
WRITE(7,22)NR,NOS(NR),(NU(NR,NT),NT=1,NP)
161 CONTINUE
C SUBSTITUTION POUR LES OBSERVATIONS NON FAITES
DO 1300 MA=1,NP
WRITE(6,34)
WRITE(6,31)(NOS(MA),MA)
WRITE(6,33)
IADE=IADEB
DO 1300 MH=IAO,IAF
PLUMAN(MA,MH)=0
DO 1301 MOIS=1,12
MH=1
1304 IF(PLU(MA,MH,MOIS))1302,1303,1303
1303 PLUMAN(MA,MH)=PLUMAN(MA,MH)+PLU(MA,MH,MOIS)
GO TO 1301
1302 MB=MB+1
MC=MU(MA,MB)
IF(PLU(MC,MH,MOIS))1302,1305,1305
1305 PLU(MA,MH,MOIS)=PLU(MC,MH,MOIS)
PLUMAN(MA,MH)=PLUMAN(MA,MH)+PLU(MA,MH,MOIS)
1301 CONTINUE
C ECRITURE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES COMPLETEES
WRITE(6,32)IADE,(PLU(MA,MH,MOIS),MOIS=1,12),PLUMAN(MA,MH)
IADE=IADE+1
1300 CONTINUE
C LECTURE DE LA CARTE DU BASSIN
1410 NU=1
READ(5,4)METAT,MBASS,FRAG
IF(METAT)1700,9999,1700
C LECTURE DE LA CARTE CODEB
1700 READ(5,44)MOOEB
44 FORMAT(I2)
1400 MX=MX+9
C LECTURE DES CARTES DES COEFFICIENTS DE THIESSEN
1406 READ(5,5)META,MBAS,(THIES(MF),MG(MF),MF=MU,MX)
IF(META)1401,1402,1401
1401 IF(META-META)1403,1404,1403
1404 IF(MBASS-MBAS)1403,1405,1403
1403 WRITE(6,20)METAT,MBASS
GO TO 1406
1405 MU=MX+1
GO TO 1400
1402 MF=MU-1
1409 IF(MG(MF))1407,1408,1407
1408 MF=MU-1
GO TO 1409
C RECHERCHE DES RANGS DES PLUVIOMETRES

```

106.5

```

1407 GO 1500 ME=1,MF
      GO 1501 MO=1,MP
      IF(NQ(ME)-NQS(MO))1501,1502,1501
1502 MSTA(ME)=MO
1501 CONTINUE
1500 CONTINUE
C   CALCUL ET ECRITURE DES PLUIES MOYENNES
      WRITE(6,35)
      WRITE(6,36)METAT,MBASS,FRAG
      GO TO (801,802,803,804,805,806,807,808,809,810,811,812),MODEB
801  WRITE(6,1801)
1801 FORMAT(19X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN
1',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
802  WRITE(6,1802)
1802 FORMAT(19X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL
1',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
803  WRITE(6,1803)
1803 FORMAT(19X,'MARS',4X,'AVR',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT
1',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
804  WRITE(6,1804)
1804 FORMAT(19X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT
1',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
805  WRITE(6,1805)
1805 FORMAT(19X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO
1',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
806  WRITE(6,1806)
1806 FORMAT(19X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE
1',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
807  WRITE(6,1807)
1807 FORMAT(19X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE
1',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
808  WRITE(6,1808)
1808 FORMAT(19X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV
1',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
809  WRITE(6,1809)
1809 FORMAT(19X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR
1',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
810  WRITE(6,1810)
1810 FORMAT(19X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS
1',4X,'AVRI',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'

```

106.4

```

2TOTAL'//)
      GO TO 1800
811  WRITE(6,1811)
1811 FORMAT(19X,'NOVE',4X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI
1',4X,'MAI',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'
2TOTAL'//)
      GO TO 1800
812  WRITE(6,1812)
1812 FORMAT(19X,'DECE',4X,'JANV',4X,'FEVR',4X,'MARS',4X,'AVRI',4X,'MAI
1',4X,'JUN',4X,'JUIL',4X,'AOUT',4X,'SEPT',4X,'OCTO',4X,'NOVE',4X,'
2TOTAL'//)
1800 KA=0
      IK=0
      DO 1600 MH=(AD,IAF)
          KA=KA+1
          DO 1600 MOIS=1,12
              IK=IK+1
              PLUM(MOIS)=0.
              LW=MSTA(LY)
              PLUM(MOIS)=PLUM(MOIS)+PLU(LW,MH,MOIS)*THIES(LY)
1601 PLUM(IK)=PLUM(MOIS)
              IF(PLUM(IK))1910,1910,1920
1910 IPLU(IK)=0
              GO TO 1600
1920 IPLU(IK)=PLUM(IK)*10.+Q.5
1600 CONTINUE
          J=MODEB
          JI=J+1
1650 IPLUA=0
          PLUMAH=0.
          DO 1720 IK=J,JI
              PLUMAH=PLUMAH+PLUM(IK)
1720 IPLUA=IPLUA+IPLU(IK)
              IF(MODEB-1)1900,1900,1950
1900 WRITE(7,39)ETAT,MBASS,IADEB,((IPLU(IK),IK=J,JI),IPLUA
39 FORMAT(2I4,2I2,12I5,16)
              WRITE(6,49)IADEB,PLUM(IK),IK=J,JI,PLUMAH
49 FORMAT(2X,'ANNEE',4X,12,2X,13F8.1)
              GO TO 1960
1950 IADI=IADEB+1
              WRITE(7,40)METAT,MBASS,IADEB,IADI,((IPLU(IK),IK=J,JI),IPLUA
40 FORMAT(2I4,2I2,12I5,16)
              WRITE(6,50)IADEB,IADI,PLUM(IK),IK=J,JI,PLUMAH
50 FORMAT(2X,'ANNEE',4X,12,2X,13F8.1)
1960 IADEB=IADEB+1
              J=JI+1
              JI=J+1
              IF(JI-(KA*12))1650,1650,1710
1710 GO TO 1410
9999 STOP
      END

```

106.7

PLUVIOMETRIE MENSUELLE ET ANNUELLE

PLUVIOMETRE NUMERO = 472

RANG = 2

	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	ANNEE
60	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
61	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
62	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
63	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0
64	24.9	13.3	4.0	3.9	9.7	97.5	80.4	18.5	255.5	122.5	3.4	6.8	640.4
65	0.0	95.3	105.5	173.0	114.0	124.5	51.5	223.3	94.5	358.4	0.0	0.0	1342.4
66	0.5	0.0	14.0	-31.0	-31.0	-31.0	77.1	72.2	157.4	378.4	74.1	3.9	-1.0

PLUVIOMETRIE MENSUELLE ET ANNUELLE COMPLETEE

PLUVIOMETRE NUMERO = 472

RANG = 2

	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	ANNEE
60	22.3	14.6	130.6	228.4	333.8	159.3	139.9	102.0	203.0	320.5	81.9	76.8	1813.1
61	21.9	0.8	79.0	162.5	148.4	92.1	47.7	13.4	344.3	331.4	91.6	0.0	1375.5
62	0.0	108.3	313.8	217.8	240.0	85.0	52.4	270.7	265.2	270.3	29.5	29.5	1905.6
63	83.8	72.3	88.6	197.8	182.6	196.0	79.8	93.0	182.8	174.8	52.5	21.2	1427.0
64	24.9	13.3	4.0	3.9	9.7	97.5	80.4	18.5	255.5	122.5	3.4	6.8	640.4
65	0.0	95.3	105.5	173.0	114.0	124.5	51.5	223.3	94.5	358.4	0.0	0.0	1342.4
66	0.5	0.0	14.0	-31.0	-31.0	-31.0	77.1	72.2	157.4	378.4	74.1	3.9	1593.8

TABEAU DES DISTANCES

NUMERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.	72.	130.	257.	344.	209.	324.	314.	428.	431.
2	72.	0.	85.	231.	301.	141.	254.	244.	340.	376.
3	130.	85.	0.	147.	218.	100.	245.	205.	309.	301.
4	257.	231.	147.	0.	120.	184.	322.	244.	302.	226.
5	344.	301.	218.	120.	0.	195.	288.	194.	208.	107.
6	209.	141.	100.	184.	195.	0.	150.	107.	219.	247.
7	324.	254.	245.	322.	288.	150.	0.	93.	174.	283.
8	314.	244.	205.	244.	194.	107.	93.	0.	119.	195.
9	428.	340.	309.	302.	208.	219.	174.	119.	0.	143.
10	431.	376.	301.	226.	107.	247.	283.	195.	143.	0.

TABEAU DE SUBSTITUTION DES PLUVIOMETRES

NUMERO	544.	472	400	104	108	580	74	532	424	356
RANG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DISTANCE	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
NUMERO	472	544	472	108	356	400	532	74	532	108
RANG	2	1	2	5	10	3	8	7	6	5
DISTANCE	72.	72.	85.	120.	107.	100.	93.	93.	119.	107.
NUMERO	400	400	580	400	104	532	580	580	356	424
RANG	3	3	6	3	4	8	6	6	10	9
DISTANCE	130.	85.	100.	147.	120.	107.	150.	107.	143.	143.
NUMERO	580	580	544	580	580	472	424	424	74	532
RANG	6	6	1	6	6	2	9	9	7	8
DISTANCE	209.	141.	130.	184.	195.	141.	174.	119.	174.	195.
NUMERO	104	104	104	356	532	74	400	356	108	104
RANG	4	4	4	10	8	7	3	10	5	4
DISTANCE	257.	231.	147.	226.	196.	150.	245.	195.	208.	226.
NUMERO	532	532	532	472	424	104	472	108	580	580
RANG	8	8	8	2	9	2	5	5	6	6
DISTANCE	314.	244.	205.	231.	208.	184.	254.	196.	219.	247.
NUMERO	74	74	108	532	400	108	356	400	104	74
RANG	7	7	5	8	3	5	10	3	4	7
DISTANCE	324.	254.	218.	244.	218.	195.	283.	205.	302.	283.
NUMERO	108	108	74	544	74	544	108	104	400	400
RANG	5	5	7	1	7	1	5	4	3	3
DISTANCE	344.	301.	245.	257.	288.	209.	288.	244.	309.	301.
NUMERO	424	424	356	424	472	424	104	472	472	472
RANG	9	9	10	9	2	9	4	2	2	2
DISTANCE	428.	340.	301.	302.	301.	219.	322.	244.	340.	376.
NUMERO	356	356	424	74	544	356	544	544	544	544
RANG	10	10	9	7	1	10	1	1	1	1
DISTANCE	431.	376.	309.	322.	344.	247.	324.	314.	428.	431.

PLUVIOMETRIE MOYENNE SUR LE BASSIN

	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	JANV	FEVR	MARS	AVRI	TOTAL
ANNEE 60-61	177.0	173.0	237.0	189.4	290.0	270.8	40.3	32.9	23.1	6.6	23.6	129.4	1593.2
ANNEE 61-62	146.6	172.4	221.9	140.5	300.9	375.6	28.5	0.0	0.7	15.5	173.1	127.5	1701.1
ANNEE 62-63	209.6	147.1	157.1	240.8	313.8	254.1	144.8	4.5	14.1	58.7	45.2	172.1	1786.7
ANNEE 63-64	143.8	143.1	130.8	302.1	291.9	219.7	38.4	16.7	9.2	12.1	93.5	125.7	1527.7
ANNEE 64-65	227.3	145.4	225.5	144.1	344.2	292.3	59.5	20.7	5.4	37.2	59.1	159.5	1782.2
ANNEE 65-66	140.4	202.8	213.4	233.4	257.0	244.5	17.4	7.4	7.7	0.5	45.5	144.9	1579.0