

Calcul automatique de l'abattement des pluies journalières

(Programme POH 116)

P. TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY

Ingénieur en chef à Electricité de France.

Adjoint au chef du Service hydrologique de l'O.R.S.T.O.M.

Ce programme s'inspire très étroitement de l'article de Y. BRUNET-MORET et M. ROCHE, intitulé « Etude théorique et méthodologique de l'abattement des pluies » (*Cahiers O.R.S.T.O.M.*, Série Hydrologie, n° 4, mai 1966). Il s'applique à un seul bassin représentatif ou expérimental, faisant partie le plus souvent d'un ensemble de bassins représentatifs emboîtés, adjacents ou voisins.

Le programme comporte trois parties que nous allons examiner successivement:

- Décompte des observations « surface »;
- Décompte après correction de longue durée;
- Détermination du coefficient d'abattement.

1. Décompte des observations « surface »

On suppose que les précipitations journalières ont été observées sur le bassin versant à un nombre K de pluviomètres, pendant N années, durant une même période annuelle qui s'étend inclusivement entre les mois MØDEB et MØFIN (repérés par leur numéro, de 1 à 12).

Il s'agit d'établir une grille dont les colonnes, repérées par l'indice $KØ$ ($KØ = 1, 2, 3... KØMAX$), correspondent aux pluies ponctuelles observées, classées de 0 à 10, 10 à 20, 20 à 30 mm... et dont les lignes, repérées par l'indice LI ($LI = 1, 2, 3... LIMAX$), correspondent aux pluies moyennes sur le bassin versant classées également par tranches de 10 mm.

Le décompte des observations « surface » revient à déterminer la matrice $XNØMBR$ ($LI, KØ$) donnant le nombre d'observations journalières classées dans chaque case de la grille.

Le diagramme de la figure 1 montre la logique suivie pour aboutir à ce résultat. Pour l'exécution de cette première partie du programme, les données d'entrée sont présentées dans l'ordre suivant:

- a) 1 carte d'identification de l'ensemble de bassins versants représentatifs ou expérimentaux dont fait partie le bassin versant étudié (modèle de carte O.R.S.T.O.M. CØH 501);
- b) 1 carte d'identification du bassin versant représentatif ou expérimental étudié (CØH 502);
- c) 1 carte donnant le numéro des mois MØDEB et MØFIN: FØRMAT (2I2);
- d) 1 ou plusieurs cartes donnant les numéros de postes pluviométriques et les coefficients de THIESSEN correspondants pour le calcul de la pluie moyenne sur le bassin. Les numéros de poste ne se suivent pas obligatoirement dans l'ordre arithmétique. Chaque carte peut contenir les données relatives à dix postes pluviométriques. Le nombre maximal de postes pluviométriques est de 99. Sur la première carte sont portés dans les dix premières positions le numéro de code de l'ensemble de bassins (7 chiffres), le numéro de la partie étudiée (1 chiffre) et le nombre de postes pluviométriques (2 chiffres):

FØRMAT (I7, I1, I2, 10 (I2, F5.5)/(10 X, 10 (I2, F5.5)));

- e) 1 jeu de cartes donnant les pluviométries journalières observées sur le bassin, à raison d'une carte par poste et par quinzaine (modèle CØH 515). Ces cartes sont rangées par année et à l'intérieur de chaque année par postes, ceux-ci étant classés dans le même ordre que sur la ou les cartes des coefficients de THIESSEN. Une carte blanche est insérée à la fin des données de chaque poste. Une deuxième carte blanche est insérée à la fin des données du dernier poste d'une année. Enfin, une troisième carte blanche est insérée à la fin des données du dernier poste de la dernière année d'observations. Les précipitations non observées sont perforées conventionnellement avec la valeur négative — 10 et sont signalées lors de l'exécution du programme par un message spécial. Cependant, lorsque pour une journée les observations manquantes portent sur moins d'un tiers des postes, elles sont, avant perforation, évaluées approximativement par comparaison avec les postes voisins, de façon à ne pas perdre complètement les informations fournies pour cette journée par les autres postes.

Après lecture des cartes *a*, *b*, *c* et *d*, le programme prévoit la lecture des cartes de pluviométrie journalière suivant une logique qui, outre divers contrôles d'erreur, permet:

- L'élimination des données pluviométriques qui ne se rapportent pas à la période annuelle comprise entre les mois MØDEB et MØFIN;
- Le comptage, répété chaque année, des postes pluviométriques (compteur K);
- L'établissement, quinzaine par quinzaine, de la matrice annuelle des précipitations ponctuelles PLUIE (JØ, K), JØ étant le numéro d'une journée comptée à l'intérieur de l'année de 1 à 365 ou 366;
- La détermination, en fin de chaque année, du vecteur annuel IPMØY (JØ), IPMØY étant la pluviométrie moyenne sur le bassin versant;

- La détermination, en fin de chaque année, de la matrice XNØMBR (LI, KØ). Cette matrice se cumule d'année en année, contrairement à la matrice PLUIE (JØ, K) et au vecteur IPMØY (JØ) qui, eux, ne sont pas conservés d'une année à l'autre. Le nombre de lignes et de colonnes de la matrice XNØMBR est limité à un maximum de 40. Si par extraordinaire une ou plusieurs pluies journalières observées dépassent 400 mm, elles ne sont pas prises en compte dans la matrice, mais sont signalées par un message spécial;
- La détermination de KØMAX et LIMAX en fonction des plus fortes valeurs observées pour la pluie ponctuelle et la pluie moyenne;
- Le comptage des années d'observation (compteur N).

Lorsque la lecture des données pluviométriques arrive à sa fin (signalée par trois cartes blanches successives), le programme prévoit le calcul du vecteur TØTAL (KØ) qui correspond aux totaux par colonne de la matrice XNØMBR (LI, KØ).

La première partie du programme s'achève par l'impression de la matrice XNØMBR et du vecteur TØTAL en faisant appel à la sous-routine GRILLE. Cette sous-routine prévoit pour la matrice, un nombre maximal de 40 lignes et 40 colonnes, mais se contente de ne faire imprimer que le nombre utile de lignes et de colonnes défini par LIMAX et KØMAX. La largeur de la bande de papier ne permettant pas d'imprimer plus de 15 colonnes, la matrice est imprimée sur un, deux ou trois tableaux successifs suivant que la valeur de KØMAX ne dépasse pas 15, est comprise entre 16 et 30 ou se situe entre 31 et 40.

2. Décompte après correction de longue durée

La matrice XNØMBR (LI, KØ) donne une estimation numérique du champ de la densité de probabilité ρ du couple de variables aléatoires constitué par la pluie moyenne P_m et la pluie ponctuelle P .

Si l'on dispose d'observations de longue durée à une station pluviométrique de référence, il est possible d'obtenir une estimation plus précise de la loi marginale de P en adoptant la loi de répartition obtenue à partir des observations de la station de référence. On est ainsi amené à appliquer à la matrice précédente un facteur correctif qui varie selon les colonnes, c'est-à-dire suivant les tranches de pluies ponctuelles. Pour plus de détails d'ordre théorique et méthodologique, on se reportera à l'article déjà signalé de MM. BRUNET-MORET et ROCHE.

La figure 2 montre dans ses grandes lignes la logique de cette deuxième partie du programme. Les données d'entrée sont fournies par :

- f) 1 carte indiquant en clair le nom de la station pluviométrique de référence choisie, puis les valeurs des 4 paramètres de la distribution des pluies journalières ajustée sur une loi de PEARSON III tronquée (paramètre de forme, d'échelle, de position et de tronquage FØ):

FØRMT (6 A4, F7.4, F9.4, I3, F8.5).

Le seuil de tronquage est pris égal à 10 mm. Les paramètres d'ajustement sont déterminés au préalable par un autre programme (PØH 098 A). Ce programme a toutefois subi deux légères modifications: l'une pour ne prendre en compte que les

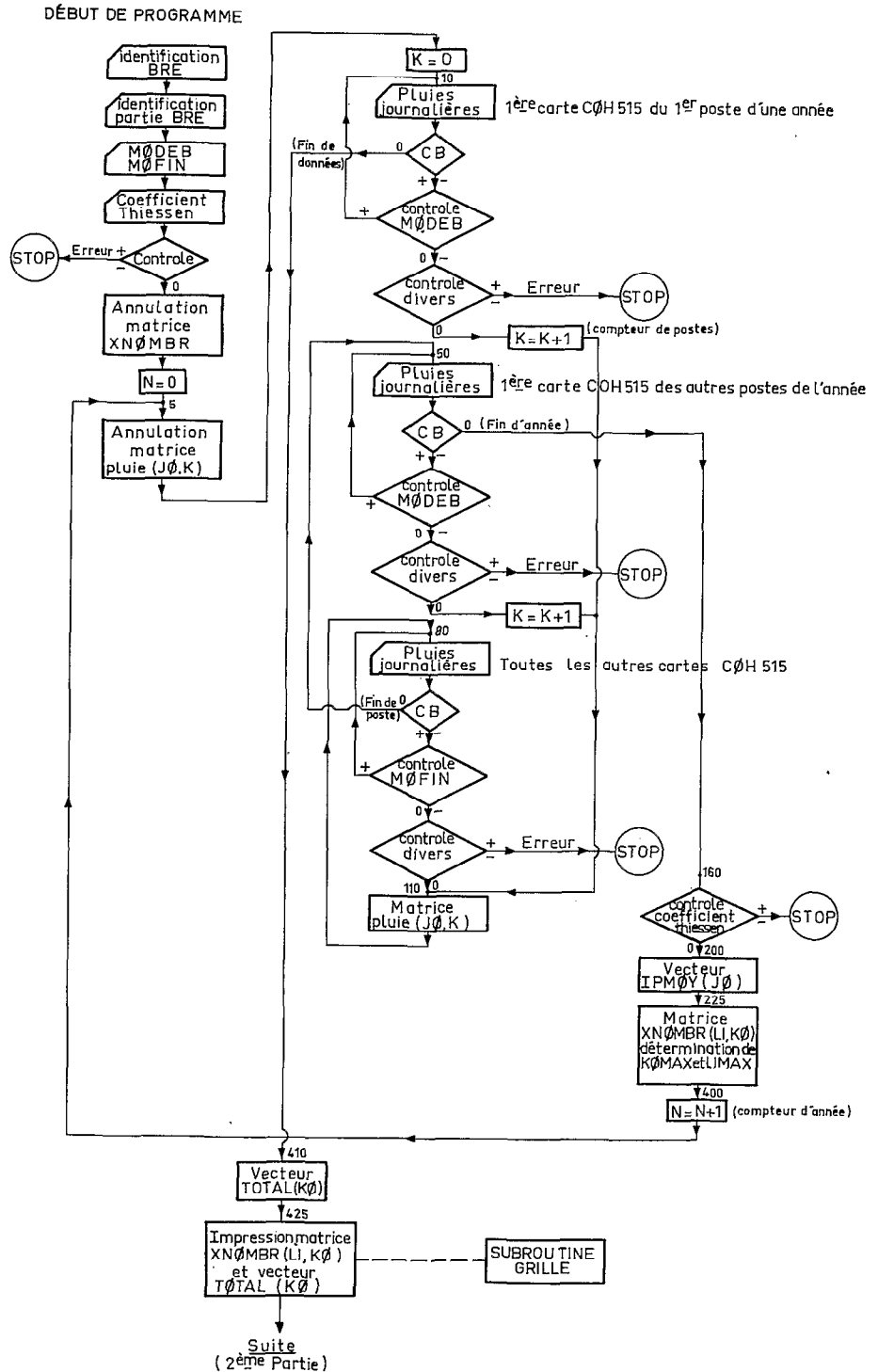


Fig. 1. — Programme PØH 116. Abattement des pluies journalières.
Décompte des observations « Surface ».

pluies journalières tombées entre les mois MØDEB et MØFIN, l'autre pour faire intervenir éventuellement les données, non pas d'une seule station pluviométrique de longue durée, mais de plusieurs stations situées sur le bassin représentatif ou dans son voisinage (méthode des stations-années).

Après lecture de ces données d'entrée le programme prévoit le calcul par tranches de 10 mm de la fréquence partielle non tronquée (DELTA F) des pluies ponctuelles supérieures à 10 mm observées à la station de référence. Pour ce calcul, il est fait appel à un sous-programme FUNCTION FGAMAT (PØH 018). On en déduit le facteur de correction CØRREC (KØ) à appliquer à chaque colonne de la matrice, qui n'est autre que:

$$\text{CORREC (KØ)} = \frac{\text{DELTA F (KØ)} \times N \times K \times 365}{\text{TOTAL (KØ)}}$$

Après impression d'un tableau donnant les valeurs de la fréquence partielle et du facteur de correction pour les diverses tranches de pluies ponctuelles, le programme applique le facteur de correction à la matrice XNØMBR (LI, KØ) et au vecteur TØTAL (KØ) qui conservent leur nom.

Cette matrice et ce vecteur ainsi corrigés sont ensuite imprimés en faisant appel, comme pour la première partie, à la subroutine GRILLE.

3. Détermination du coefficient d'abattement

Le coefficient d'abattement est défini comme le rapport de la pluie moyenne de fréquence donnée à la pluie ponctuelle de même fréquence. Son calcul nécessite donc que l'on connaisse non seulement la loi marginale des pluies ponctuelles P — assimilée, comme on l'a vu, à la loi de répartition des pluies journalières d'une station de référence — mais aussi la loi marginale des pluies moyennes P_m, laquelle peut être déterminée approximativement en considérant les totaux par ligne de la matrice XNØMBR corrigée.

La troisième partie du programme (voir fig. 3) ne comporte pas de données d'entrée particulières. Elle commence par calculer les totaux par lignes TØT (LI) de la matrice XNØMBR (en laissant de côté les valeurs de la ligne 1 et de la colonne 1). Elle calcule ensuite les fréquences tronquées au dépassement des pluies moyennes observées (PHIØ (LI)), en descendant les lignes de la grille (de LIMAX à 2) et en cumulant progressivement les totaux par lignes divisés par 365 × N × K (1 — FØ). Les résultats obtenus sont imprimés en regard de la pluie moyenne (P_m = 10 × LI).

Le programme ajuste alors les fréquences de dépassement observées à une loi de répartition tronquée de forme exponentielle:

$$\Phi (P_m) = e^{-\frac{P_m - B}{A}}$$

Il serait plus satisfaisant du point de vue théorique d'ajuster la distribution des pluies moyennes sur une loi de PEARSON III tronquée, comme cela a été fait pour les pluies ponctuelles. Mais ce raffinement serait inutile, étant donné que l'échantillon

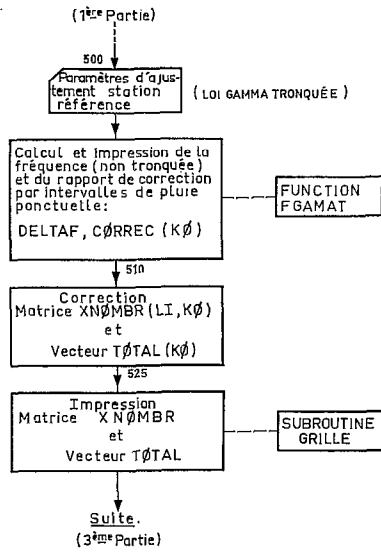


Fig. 2. — Programme PØH 116. Abattement des pluies journalières.
Décompte après correction de longue durée.

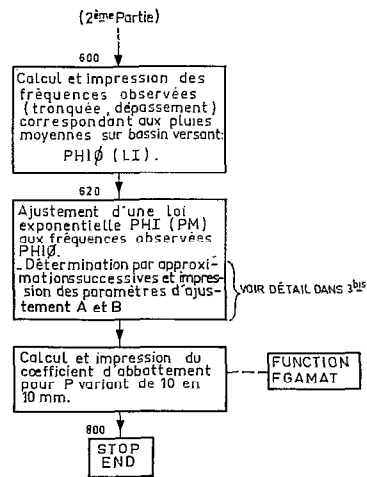


Fig. 3. — Programme PØH 116. Abattement des pluies journalières.
Détermination du coefficient d'abattement.

des pluies moyennes est généralement assez restreint. La loi exponentielle tronquée présente l'avantage de faciliter l'ajustement car elle permet d'explicitier la fonction inverse sous la forme d'une relation linéaire entre Pm et $\text{Log } \Phi$:

$$Pm = -A \text{Log } \Phi + B.$$

La détermination des paramètres d'ajustement A et B se fait par approximations successives en donnant à B une valeur initiale nulle et à A celle qui correspond à $Pm = 40$ mm et $\text{PHI}\emptyset$ (4). On peut au besoin calculer la valeur initiale de A en s'appuyant sur une fréquence observée correspondant à une pluie moyenne différente de 40 mm. Il suffit de donner à la variable LIA du programme, une valeur différente de 4.

Le programme prévoit deux boucles d'itération imbriquées qui évitent tout problème de convergence dans l'optimisation de A et B.

Dans la boucle interne, on détermine la valeur de Σ_2 , somme des écarts absolus pondérés entre les logarithmes des fréquences calculées et des fréquences observées $\text{PHI}\emptyset$ (LI). La pondération tient compte du nombre d'observations sur lequel s'appuie chaque point, c'est-à-dire de la valeur de $\text{T}\emptyset\text{T}$ (LI + 1) affectée d'un exposant inférieur à 1 pour ne pas donner un poids excessif aux petites pluies moyennes qui sont généralement de beaucoup les plus nombreuses, mais qui sont moins intéressantes que les pluies plus fortes pour l'extrapolation de la loi de répartition vers les valeurs exceptionnelles. Après divers essais, cet exposant a été pris égal à 0,5. Au besoin, il est possible de le modifier en changeant dans le programme la valeur de la variation $\text{P}\emptyset\text{ND}$.

A chaque parcours de la boucle, la valeur de A est augmentée d'un incrément constant en valeur absolue (0,01), tandis que la valeur de Σ_2 est conservée par Σ_1 pour le parcours suivant. L'incrément est positif au premier tour et le reste aux tours suivants tant que $\Sigma_2 - \Sigma_1$ est négatif, c'est-à-dire tant que l'ajustement s'améliore. Lorsque $\Sigma_2 - \Sigma_1$ devient positif pour la première fois, l'incrément devient négatif. L'ajustement s'améliore alors à nouveau pendant un tour ou éventuellement, pendant plusieurs tours, si dès le second tour $\Sigma_2 - \Sigma_1$ a été positif. Lorsque cette expression devient négative pour la seconde fois, le programme prévoit une sortie de la boucle interne avec une valeur de A correspondant à celle de l'avant-dernier tour qui a donné le meilleur ajustement.

La boucle externe fonctionne d'une manière analogue. A chaque parcours la valeur de B est augmentée d'un incrément constant en valeur absolue (0,2), tandis que la valeur de Σ_2 , correspondant à la valeur optimale de A pour une valeur donnée de B, est conservée par Σ_0 pour le parcours suivant. L'incrément est d'abord positif, puis négatif quand $\Sigma_2 - \Sigma_0$ devient positif pour la première fois. Lorsque $\Sigma_2 - \Sigma_0$ devient positif pour la seconde fois, une sortie de la boucle externe est prévue vers la suite du programme. Les valeurs définitives de A et B sont celles de l'avant-dernier tour de la boucle externe qui a donné la plus faible valeur de Σ_2 et donc l'ajustement optimal. Ces valeurs de A et B sont imprimées, de même que celles des compteurs de tours KA et KB.

Le programme s'achève par le calcul du coefficient d'abatement pour diverses valeurs de la pluie ponctuelles : 20, 30, 40 mm, etc. et extrapole ce calcul jusqu'à une

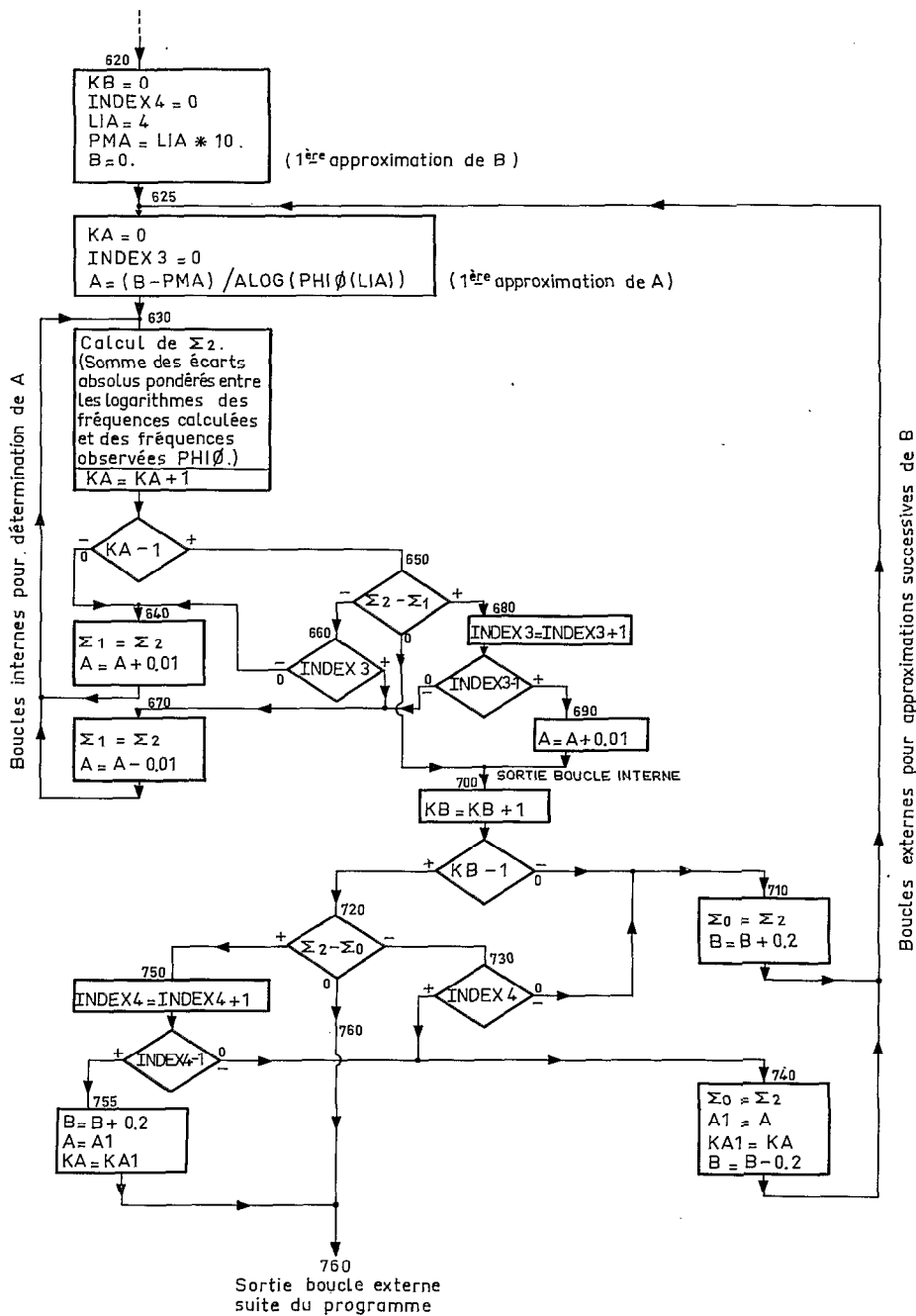


Fig. 3 bis. — Programme PØH 116.
Optimisation des paramètres d'ajustement A et B.

valeur excédant de 50 mm la plus forte pluie observée, de façon à permettre son utilisation pour les pluies exceptionnelles.

A l'aide de la FONCTION FGAMAT, le programme calcule la fréquence tronquée au non-dépassement d'une pluie ponctuelle donnée, puis détermine la pluie moyenne correspondant à cette même fréquence en utilisant les paramètres d'ajustement A et B. Le coefficient d'abattement se calcule alors très simplement par le rapport de la pluie moyenne à la pluie ponctuelle de même fréquence. Les résultats obtenus sont imprimés dans un tableau final.

4. Application

On trouvera en annexe, les listes FORTRAN complètes du programme et des sous-programmes utilisés, ainsi que les résultats d'application à un bassin versant représentatif.

Le bassin choisi comme exemple est celui du Mayo Ligan, situé au sud-ouest du Tchad, à l'intérieur du bassin versant du Mayo Kebi, lui-même affluent de la Bénoué.

Le bassin représentatif du Mayo Ligan d'une superficie de 41 km², a été équipé de dix pluviomètres qui ont été observés de façon continue pendant trois saisons des pluies successives.

On a choisi comme stations pluviométriques de référence, les stations de Tikem, Fianga et Kaele qui totalisent 55 années d'observations.

Pour des pluies ponctuelles variant entre 20 et 170 mm, on aboutit à des coefficients d'abattement décroissant entre 0,994 et 0,892.

Le Service Hydrologique de l'O.R.S.T.O.M. compte appliquer systématiquement ce programme aux quelques 170 bassins représentatifs qu'il a exploités en régions tropicales et équatoriales. Il pense ainsi être en mesure de dégager des lois générales de la répartition spatiale des pluies sur des surfaces variant de 5 à 100 km² sous différents types de climat.

```

C      PROGRAMME POH 116
C      ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES
C      DECOMPTE DES OBSERVATIONS SURFACE
C
      INTEGER*2 PLUIE(366,99)
      DIMENSION FRAG(13),FRAG2(19),IPLUIE(16)
      DIMENSION NOMBRES(400),NOM(99),THIESS(99)
      DIMENSION IPNOY(366),CORREC(40),FRAG3(16)
      DIMENSION TOT(40),PHI(40)
      COMMON XNOMR(400,99),TOTAL(40)
      READ(5,9001)NOMBRES,(FRAG(1:14),I=1,13)
9001 FORMAT(17,2X,12A6,4I)
      READ(5,9002)NOMPART,FRAG2
9002 FORMAT(14,11,10A4)
      READ(5,9003) XNOMR,NOMFIN
9003 FORMAT(212)
      READ(5,9007)IBASSI,IPART,IP,IPNOY(1),THIESS(1),I=1,NP)
9007 FORMAT(17,11,12,10(12,F5.4)/(10X,10(12,F5.5)))
      IF(NOMBRES-IBASSI)1,2
      1 IF(NOMPART-IPART)1,2,3,2
      2 WRITE(6,9008)
9008 FORMAT(1X,'ERREUR SUR CARTE THIESSEN')
      GO TO 800
      3 DO 4 KO=1,40
      DO 4 LI=1,40
      4 XNOMR(LI,KO)=0
      LIMAX=0
      KMAX=0
      5 DO 6 KI=1,99
      DO 6 JO=1,366
      6 PLUIE(JO,KI)=0
      *0
      10 *READ(5,9003)IBASSI,IP,IPNOY,MOIS,KINZ,(IPLUIE(J),J=1,16)
9003 FORMAT(17,3I2,11,16I4)
      IF(IBASSI)15,4,10,15
      15 IF(IPNOY-IPNOY)20,70,10
      20 IF(NOMBRES-IBASSI)25,30,25
      25 WRITE(6,9004)IP,IPNOY
9004 FORMAT(1X,'ERREUR DE BASSIN POUR POSTE',4X,12,6X,'EN 19',12)
      GO TO 800
      30 *ILL=JANN
      *K=1
      NPOST(K)=IP
      IF(JANN/4)*4-JANN)35,40,35
      35 IBIS=0
      GO TO 110
      40 IBIS=1
      GO TO 110
      50 *READ(5,9003)IBASSI,IP,IPNOY,MOIS,KINZ,(IPLUIE(J),J=1,16)
      IF(IBASSI)41,160,51
      41 IF(NOMBRES-IBASSI)55,55,50
      45 IF(NOMBRES-IBASSI)25,65,25
      65 *ILL=JANN)70,75,70
      70 WRITE(6,9005)IP,IPNOY
9005 FORMAT(1X,'ERREUR D ANNEE POUR POSTE',4X,12,6X,'EN 19',12)
      GO TO 800
      75 *K=1
      NPOST(K)=IP
      GO TO 110
      80 *READ(5,9003)IBASSI,IP,IPNOY,MOIS,KINZ,(IPLUIE(J),J=1,16)
      IF(IBASSI)81,40,82
      82 IF(NOMFIN)85,85,80
      85 IF(NOMBRES-IBASSI)25,90,25
      90 IF(ILL-JANN)70,100,70
      100 IF(NPOST(K)-IP)105,110,105
      105 WRITE(6,9006)NPOST,MILL
9006 FORMAT(1X,'ERREUR DE POSTE POUR POSTE',4X,12,6X,'EN 19',12)
      GO TO 800
      110 GO TO(111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122),MOIS
      111 IOEBMO=1
      GO TO 124
      112 IOEBMO=32
      GO TO 125
      113 IOEBMO=60+IBIS
      GO TO 125
      114 IOEBMO=91+IBIS
      GO TO 125
      115 IOEBMO=121+IBIS
      GO TO 125
      116 IOEBMO=152+IBIS
      GO TO 125
      117 IOEBMO=182+IBIS
      GO TO 125
      118 IOEBMO=213+IBIS
      GO TO 125
      119 IOEBMO=244+IBIS
      GO TO 125
      120 IOEBMO=274+IBIS
      GO TO 125
      121 IOEBMO=304+IBIS
      GO TO 125
      122 IOEBMO=334+IBIS
      125 GO TO(131,129,131,130,131,130,131,131,130,131,130,131,131,131),MOIS
      131 NOJMO=31
      GO TO 135
      128 NOJMO=30+IBIS
      GO TO 135
      130 NOJMO=30
      135 GO TO(136,137),KINZ
      136 IOEBK(1)=IOEBMO
      NOJOK(1)=15
      GO TO 140
      137 IOEBK(1)=IOEBMO+15
      NOJOK(1)=NOJMO+15
      140 DO 146 J=1,NOJOK(1)
      IOEBK(J)=1
      145 PLUIE(JO,KI)=IPLUIE(J)
      GO TO 80
      160 IF(K=NP)165,170,165
      165 WRITE(6,9024)K,NP,MILL
9024 FORMAT(1X,'ERREUR SUR NOMBRE POSTES K=',12,3X,'NP=',12,3X,
      'MILL=',12)
      GO TO 800
      170 DO 180 I=1,NP
      IF(NPOST(I)-NPOST(I))175,180,175
      175 WRITE(6,9024)I,NPOST(I),NPOST(I),MILL
9024 FORMAT(1X,'ERREUR NUMERO POSTE I=',12,3X,'NPOST=',12,3X,
      'NPOST=',12,3X,'MILL=',12)
      GO TO 800
      180 CONTINUE
      200 NOJMO=365+IBIS
      DD 200 JO=1,NOJMO
      V=0
      DO 210 K=1,NP
      IF(PLUIE(JO,K))215,210,210
      210 V=V+PLUIE(JO,K)*THIESS(K)
      IPNOY(JO)=V
      GO TO 220
      215 WRITE(6,9022)JO,K,MILL
      9022 FORMAT(1X,'PLUIE NON OBSERVEE JOUR',2X,13,4X,'POSTE',2X,12,4X,'ANN
      'EE 19',12)
      IPNOY(JO)=-10
      220 CONTINUE
      225 DO 400 JO=1,NOJMO
      MOYPP=IPNOY(JO)
      IF(MOYPP)300,400,300
      230 LI=MOYPP/100+1
      232 IF(LI-MAX-LI)231,235,235
      231 LMAX=LI
      235 IF(LI-MOYPP/100+100-MOYPP)240,250,240
      240 INDEX=0
      GO TO 260
      250 INDEX=1
      260 DO 300 KI=1,NP
      KPLU=PLUIE(JO,KI)
      IF(KPLU)400,360,241
      261 IF(KPLU-400)265,263,262
      262 WRITE(6,9009)KPLU,MOYPP
      9009 FORMAT(1X,'PLUIE',1X,14,2X,14,1X,'MM HORS GRILLE')
      GO TO 400
      265 K=KPLU/100+1
      IF(KMAX-K)266,248,268
      266 KMAX=K
      268 IF(KPLU/100)*100-KPLU)270,240,270
      270 INDEX=0
      GO TO 290
      280 INDEX=1
      290 IF(INDEX)330,300,330
      300 IF(INDEX)320,310,320
      310 XNOMR(LI,KO)=XNOMR(LI,KO)+1
      GO TO 400
      320 XNOMR(LI,KO)=XNOMR(LI,KO)+0.5
      XNOMR(LI,KO-1)=XNOMR(LI,KO-1)+0.5
      GO TO 400
      330 IF(INDEX)340,340,350
      340 XNOMR(LI,KO)=XNOMR(LI,KO)+0.5
      XNOMR(LI-1,KO)=XNOMR(LI-1,KO)+0.5
      GO TO 400
      350 XNOMR(LI,KO)=XNOMR(LI,KO)+0.25
      XNOMR(LI-1,KO)=XNOMR(LI-1,KO)+0.25
      XNOMR(LI,KO-1)=XNOMR(LI,KO-1)+0.25
      XNOMR(LI-1,KO-1)=XNOMR(LI-1,KO-1)+0.25
      GO TO 400
      360 IF(INDEX)370,370,340
      370 XNOMR(LI,1)=XNOMR(LI,1)+0.5
      GO TO 400
      380 XNOMR(LI,1)=XNOMR(LI,1)+0.25
      XNOMR(LI-1,1)=XNOMR(LI-1,1)+0.25
      400 CONTINUE
      *N=1
      GO TO 5
      410 DO 420 KO=1,KMAX
      TOTAL(KO)=XNOMR(LI,KO)
      DO 420 LI=2,LMAX
      420 TOTAL(KO)=TOTAL(KO)+XNOMR(LI,KO)
      425 WRITE(6,9010)NOMBRES,(FRAG(1:14),I=1,13)
      9010 FORMAT(1X,'BASSIN NO',2X,17,17X,12A4,4I)
      WRITE(6,9011)NOMPART,FRAG2
      9011 FORMAT(1X,'PARIE NO',2X,11,10,10A4)
      WRITE(6,9012)XNOMR,NOMFIN
      9012 FORMAT(1X,'ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES',17A1,'DECOMPTE DES
      1 OBSERVATIONS SURFACE ENTRE MOIS',1X,12,' ET MOIS',1X,12,' ET PL
      2 UIES PONDUEES CLASSEES PAR COLONNES DE 10 EN 10 MM',1X,'PLUIES
      3 MOYENNES SUR BASSIN CLASSEES PAR LIGNES DE 10 EN 10 MM')
      *NMIN=1
      CALL GRILLE(KMAX,LMAX,KOMIN)
      C
      DECOMPTE APRES CORRECTION DE LONGUE DUREE
      C
      500 READ(5,9025)FRAG3,FORME,ECHEL,POSIT,FB
      9025 FORMAT(6A,7F,4F,4,13,F8.5)
      SPUPH=10.0
      C=365.*NOMPART
      WRITE(6,9026)
      9026 FORMAT(1X,'PLUIE',13I,'FREQUENCE',15X,'CORRECTION',4F,1X,'10.0 MM
      11'
      DO 510 KO=1,KMAX
      P=K/10.0
      FB(1)=FB(1)+FORME,P,FORME,ECHEL,POSIT,FB)
      IF(KO-1)510,510,505
      505 DELTAF=FB(1)-FB(2)
      CORREC(KO)=DELTAF*(TOTAL(KO)
      RAPPOR=C/CORREC(KO)
      WRITE(6,9027)DELTAF,RAPPOR,P
      510 FB(2)=FB(1)
      9027 FORMAT(1X,F8.4,T6,F6.4,T1X,F6.4,T1X,F5.1)
      DO 520 KO=2,KMAX
      DO 520 LI=1,LMAX
      520 XNOMR(LI,KO)=XNOMR(LI,KO)+CORREC(KO)
      DO 525 KI=2,KMAX
      525 TOTAL(KO)=TOTAL(KO)+CORREC(KO)
      WRITE(6,9028)FRAG3,FORME,ECHEL,POSIT,FB,SEUTRO
      9028 FORMAT(1X,'ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES',17A1,'DECOMPTE APR
      1 ES CORRECTION DE LONGUE DUREE',17A1,'STATION DE REFERENCE',1X,6A4
      2 /X,'PARAMETRE DE FORME',17,4/1X,'PARAMETRE D ECHELLE',17,4/1X,'
      3 PARAMETRE DE POSITION',13/1X,'PARAMETRE DE TRONQUAGE',17,5/1X
      4 /SEUIL DE TRONQUAGE',17,1/1X)
      *NMIN=2
      CALL GRILLE(KMAX,LMAX,KOMIN)
      C
      DETERMINATION DU COEFFICIENT D ABATTEMENT
      C
      600 DO 610 LI=2,LMAX
      TOT(LI)=XNOMR(LI,1)
      DO 610 KO=3,KMAX
      610 TOT(LI)=TOT(LI)+XNOMR(LI,KO)
      WRITE(6,9032)
      9032 FORMAT(1X,'PLUIE MOYENNE',135,'FREQUENCE OBSERVEE',17)
      PHIL(LMAX)=0.
      ILMAX=LMAX-1
      DO 620 IL=2,ILMAX
      LI=LMAX+1-LI

```


BASSIN NO 4617909
PARTIE NO 1

TCHAD BENDUE
MAYO LIGAN

MAYO LIGAN

ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES
DECOMPTE DES OBSERVATIONS SURFACE ENTRE MOIS 7 ET MOIS 9

PLUIES PONCTUELLES CLASSEES PAR COLONNES DE 10 EN 10 MM
PLUIES MOYENNES SUR BASSIN CLASSEES PAR LIGNES DE 10 EN 10 MM

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	620.50	53.00	4.00	2.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	64.50	132.00	38.50	4.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	4.00	41.00	63.50	74.50	8.00	4.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	3.00	13.00	21.00	16.00	7.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.00	1.00	3.00	11.50	33.50	15.00	5.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	2.00	6.00	4.50	8.50	7.00	5.00	9.00	2.00	1.00	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50	7.00	1.50	1.00	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	2.00	5.00	5.00	2.00	2.00	2.00	1.00
TOT.	644.00	232.00	123.00	77.50	68.00	35.50	23.00	15.50	5.00	3.00	2.00	1.00

PLUIE	FREQUENCE	CORRECTION
10.0 MM	0.025763	1.2160
20.0	0.013542	1.2056
30.0	0.007427	1.0494
40.0	0.004155	0.6690
50.0	0.002351	0.7252
60.0	0.001341	0.6382
70.0	0.000769	0.5429
80.0	0.000442	0.9688
90.0	0.000255	0.9322
100.0	0.000148	0.8093
110.0		
120.0	0.000086	0.9392

BASSIN NO 4617909
PARTIE NO 1

TCHAD BENDUE
MAYO LIGAN

MAYO LIGAN

ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES
DECOMPTE APRES CORRECTION DE LONGUE DUREE

STATION DE REFERENCE: TIKEN-FIANGA-KAELE
PARAMETRE DE FORME: 0.7799
PARAMETRE D'EGALITE: 19.0616
PARAMETRE DE POSITION: 0
PARAMETRE DE TRONCAGE: 0.88126
SEUIL DE TRONCAGE: 10.0

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	64.45	4.42	2.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	169.51	46.42	4.20	0.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	49.85	76.56	36.20	5.35	2.90	0.64	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3.65	15.67	22.04	10.70	5.08	0.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.22	3.62	12.07	22.41	10.88	3.19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.43	1.21	4.72	5.69	5.08	3.19	4.89	1.94	0.93	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.36	4.47	0.81	0.97	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.67	1.45	3.19	2.71	1.94	1.86	1.62	0.94
TOT.	282.10	148.29	81.33	45.49	25.74	14.68	8.42	4.84	2.80	1.62	0.94

PLUIE MOYENNE	FREQUENCE OBSERVEE
70 MM	0.011064
60 MM	0.016150
50 MM	0.030277
40 MM	0.080334
30 MM	0.124279
20 MM	0.256185

AJUSTEMENT PLUIES MOYENNES A LOI EXPONENTIELLE $PHI(P)=EXP(-(R-P)^A)$
A= 16.00
B= -1.8 NOMBRE D'ITERATIONS: KA= 62 KB= 13

BASSIN NO 4617909
PARTIE NO 1

TCHAD BENDUE
MAYO LIGAN

MAYO LIGAN

COEFFICIENT D'ABATTEMENT

PLUIE PONCTUELLE	ABATTEMENT
20 MM	0.994
30 MM	0.974
40 MM	0.958
50 MM	0.946
60 MM	0.937
70 MM	0.929
80 MM	0.923
90 MM	0.917
100 MM	0.913
110 MM	0.909
120 MM	0.905
130 MM	0.902
140 MM	0.899
150 MM	0.896
160 MM	0.894
170 MM	0.892